



TOEKOMSTBESTENDIG WATERSYSTEEM

Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden

Eindrapportage

Juní 2022

1.	DE OPGAVE	5
1.1.	De Stichtse Rijnlanden	6
1.2.	Inleiding	8
1.3.	Toenemende Onzekerheden	10
1.4.	Watersysteem Hdsr	12
1.5.	Ruimtelijke Diversiteit	14
1.6.	Methode	16
2.	ONTWIKKELINGEN EN SCENARIO'S	23
2.1.	Vier Typen Ontwikkelingen	24
2.2.	Houvast Dankzij Scenarios	26
2.3.	Klimaatverandering	28
2.4.	Ontwikkelingen Landelijk Gebied	36
2.5.	Stedelijke Ontwikkeling	44
2.6.	Bovenregionaal Watersysteem	52
2.7.	Indicatoren Voor De Drie Scenario's	60
2.8.	De Late Transitie	64
2.9.	Dynamische Metropoolregio	66
2.10.	Ruimte Voor Natuurlijk Systeem	68
2.11.	Bevindingen	70
3.	HANDELINGSPERSPECTIEF	73
3.1.	Strategieën En Maatregelen	74
3.2.	Effecten Van De Maatregelen	76
3.3.	Handelingsperspectieven	80
4.	CONCLUSIES	89
5.	BIJLAGEN	93
5.1.	Bijlage: Maatregelen	94
5.2.	Bijlage: Waterkwaliteit	98
5.3.	Bijlage: Bestuurlijk Afwegingskader	116

1.

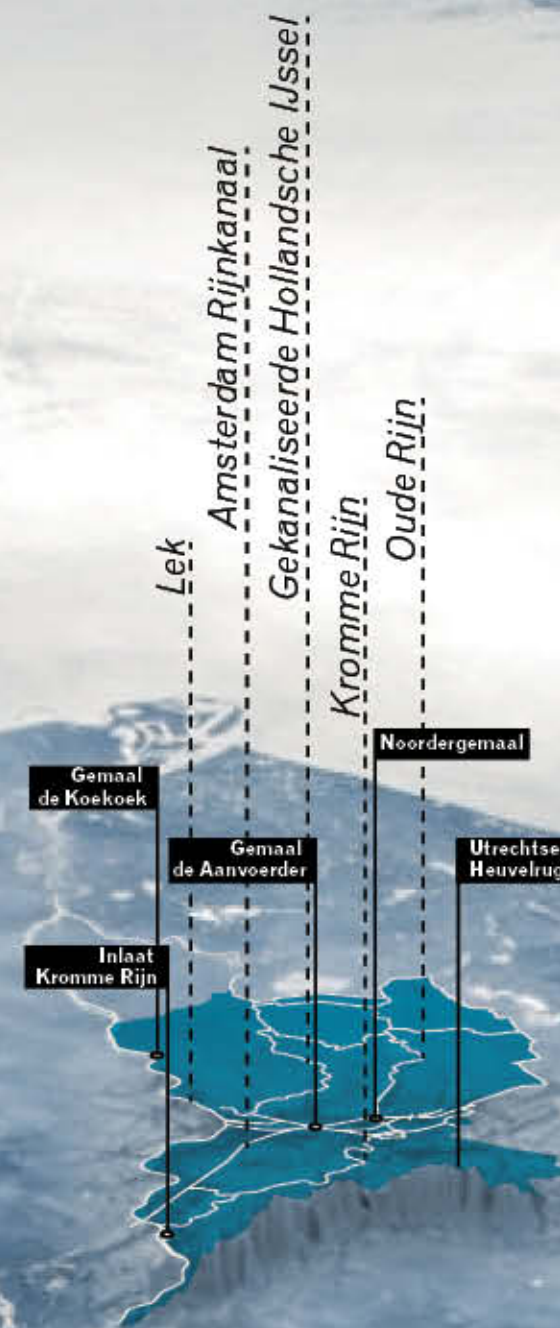
DE OPGAVE

WANNEER WAAR WAAROM

Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden kent een grote diversiteit aan landschapstypen; aan de oostzijde ligt de Utrechtse Heuvelrug welke via het tussen gelegen rivierengebied en stedelijk gebied van Utrecht over gaat in het laaggelegen veenweidegebied. Deze diversiteit zorgt voor grote verschillen tussen het watersysteem.

Het gebied wordt gevoed uit kwel, regenwater en via inlaten uit het Amsterdam-Rijnkanaal en Nederrijn. Daarnaast levert het gebied in extreme droogtesituaties (middels de Klimaatbestendige Wateraanvoer (KWA)) ook water aan lageregelegen gebieden als Rijnland en Delfland. Het waterschap speelt daarmee een sleutelrol in het watersysteem van laag-Nederland. Een rol die door toenemende watervraag en extremen in overlast en tekorten steeds relevanter wordt. Het streven is een watersysteem dat toekomstbestendig is, met als tijdshorizon 2070. Er zijn verschillende strategieën denkbaar om tot een toekomstbestendig watersysteem te komen, variërend van strategieën gericht op optimalisatie van het eigen watersysteem tot draagvlak - en transitiestrategieën.

Wanneer, waar en waarom moet het waterschap welke strategie inzetten om het streefbeeld van 2070 te bereiken?



Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden beschermt de leefomgeving al eeuwen tegen overstromingen, zorgt voor de afvoer van overtollig water en zet zich in voor de beschikbaarheid van voldoende water van de juiste kwaliteit. Anno 2022 is een aantal grote transities gaande (klimaat, energie, verstedelijking, landbouw) die het waterschap er mede toe aanzet haar positie in de samenleving te evalueren. De gevolgen van deze transities raken de rol van het waterschap en noodzaken tot een herbezinning op haar (kern)taken zoals het waterschap in haar visie 'Toekomstbestendig watersysteem' onderkent: 'de toekomstige wateropgaves als gevolg van extreme regen en langdurige droogte in combinatie met ruimtelijke ontwikkelingen kunnen niet meer alleen worden opgelost binnen het watersysteem'. Het waterschap denkt hierbij aan drie mogelijke strategieën (beheerstrategie, draagvlakstrategie en transitiestrategie) en wil via deze verkenning grip krijgen op de vraag wat de strategieën in het licht van de verschillende wateropgaves opleveren, en tot welk moment deze in de toekomst houdbaar lijken.

Deze opgave is nauw verbonden met de missie om op de lange termijn te zorgen voor een gezond, veerkrachtig en efficiënt watersysteem, vanuit het besef dat zowel de fysisch-natuurlijke als economisch-ruimtelijke dynamiek uitdagender is dan ooit.

In het beheergebied van het waterschap bevinden zich vrijwel alle Nederlandse gebiedstypen op relatief korte afstand van elkaar. Het afwisselende karakter van het gebied zorgt voor uiteenlopende problematiek (zoals het beheersbaar houden van het overstromingsrisico; een effectieve omgang met bodemdaling; het op de lange termijn op peil houden van de waterbeschikbaarheid) en vereist derhalve maatwerk. Het op het gehele gebied toepassen van een strategische blauwdruk lijkt daarom onverstandig; immers wat voor het Veenweide

gebied optimaal is, zal substantieel anders zijn voor het fruitteelt gebied van de Kromme Rijn, de flanken van Heuvelrug dan wel het urbane, snel groeiende Utrecht.

Het doel van dit onderzoek is te bepalen wanneer, waar en waarom het waterschap welke strategie moet inzetten om het streefbeeld van 2070 te bereiken. Het waterschap verwacht in de toekomst intensiever met de gebiedspartners aan de slag te gaan met de klimaatbestendige inrichting van stad en land. De precieze strategie, urgentie en termijn variëren per gebied met bijvoorbeeld een relatief hoge urgentie voor het veenweide en stedelijk gebied.

Leeswijzer

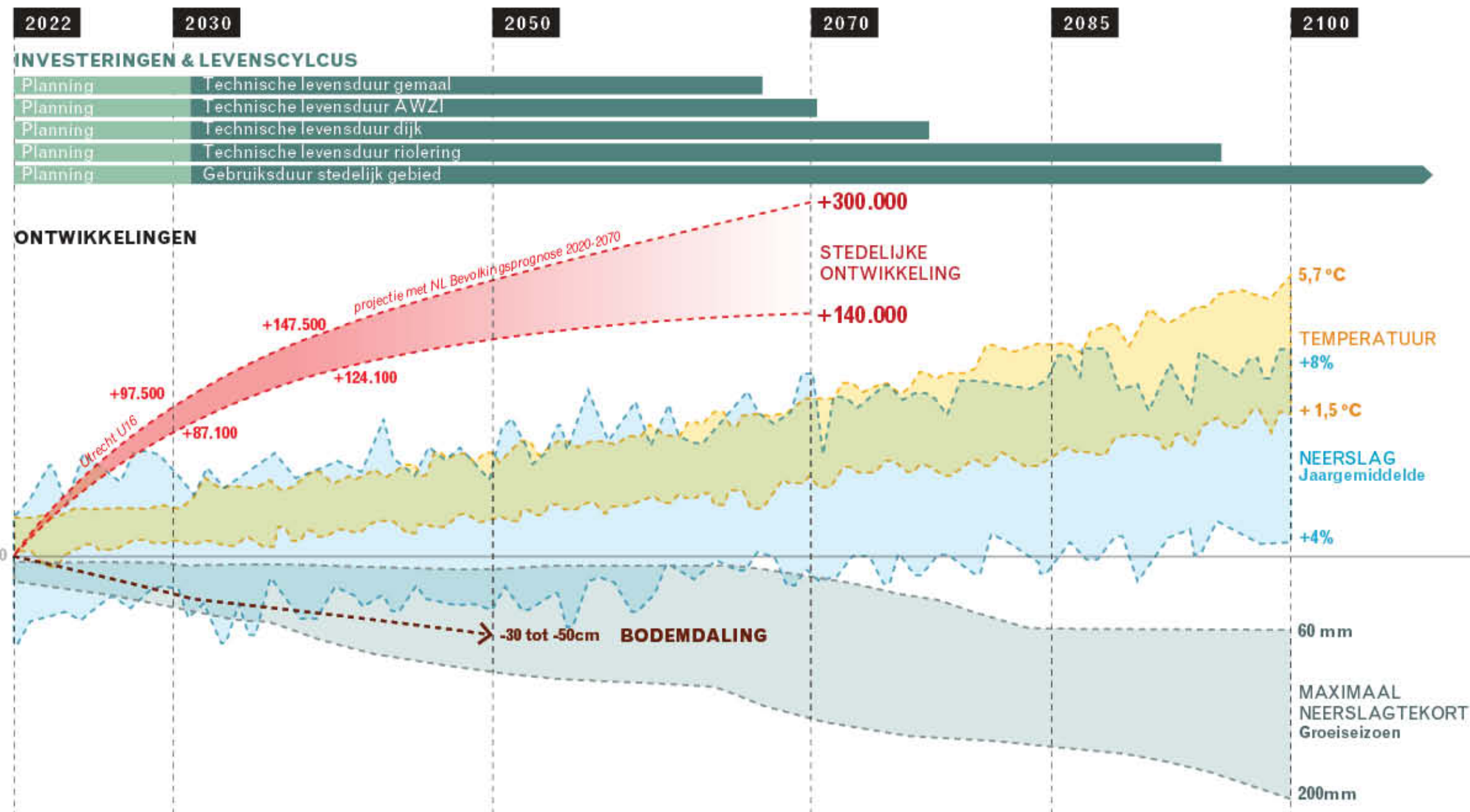
In hoofdstuk 1 zijn de belangrijkste opgaven voor het beheergebied van HDSR beschreven, inclusief de bepalende ontwikkelingen en toenemende onzekerheden. In dit hoofdstuk is tevens de systeembeschrijving gegeven met de belangrijkste karakteristieken van het gebied. Het hoofdstuk sluit af met een beschrijving van de onderzoeksmethode. In hoofdstuk 2 zijn vervolgens de effecten van de belangrijkste (toekomstige) ontwikkelingen beschreven, inclusief de verwachte effecten op het watersysteem op het gebied van wateroverlast, watervraag en waterkwaliteit. In dit hoofdstuk is tevens toegelicht op welke wijze de ontwikkelingen zijn gebundeld in drie samenhangende toekomstscenario's, waarna per scenario de verwachte effecten op het watersysteem in factsheets zijn samengevat. In hoofdstuk 3 zijn op basis van de resultaten globaal de effecten van potentiële maatregelen (bergen en afvoeren) bepaald en zijn voor ieder deelgebied mogelijke handelingsperspectieven uitgewerkt. In hoofdstuk 4 zijn tot slot de belangrijkste conclusies en aanbevelingen samengevat.

TOENEMENDE ONZEKERHEDEN

Bij het grip krijgen op de toekomst hoort ook het begrijpen van de bandbreedte van verschillende trends. Verder in de toekomst lopen deze voorspellingen meer uiteen en hebben we dus te maken met toenemende onzekerheden met betrekking tot klimaat of verstedelijking (figuur 1.1).

De zichtjaren (2030, 2050 en 2070) lijken ver weg, maar investeringen die nu gedaan worden in bijvoorbeeld gemalen, afvalwaterzuiveringsinstallaties, dijken, rioleringen en stedelijke ontwikkelingen hebben een levensduur die hier ver voorbij gaat. Het is dus zaak om goed te weten waar het waterschap zich op voor moet bereiden om in de toekomst extra investeringen en desinvesteringen zoveel mogelijk te voorkomen.

De bandbreedte van onzekerheden is in hoofdstuk 2 gevat in drie scenario's. Zo zijn de grootste verschillen in trends bij elkaar gevat, waardoor de mogelijke druk op het watersysteem - overlast, droogte en kwaliteit - inzichtelijk wordt.



1.1. Investeren, levenscyclus en toenemende onzekerheden.

Gebaseerd op:

U16TRECHT INTEGRAAL RUIMTELIJK PERSPECTIEF - maart 2021

CBS.nl - Bevolkingsprognose 2020-2070 - 16 dec 2020

KNMI'14-klimaatscenario's - Klimaatverandering in de regio Utrecht - November 2018

Wat betekenen de nieuwe klimaatscenario's voor de rivierafvoeren van Rijn en Maas? - Deltares en KNMI - 2015

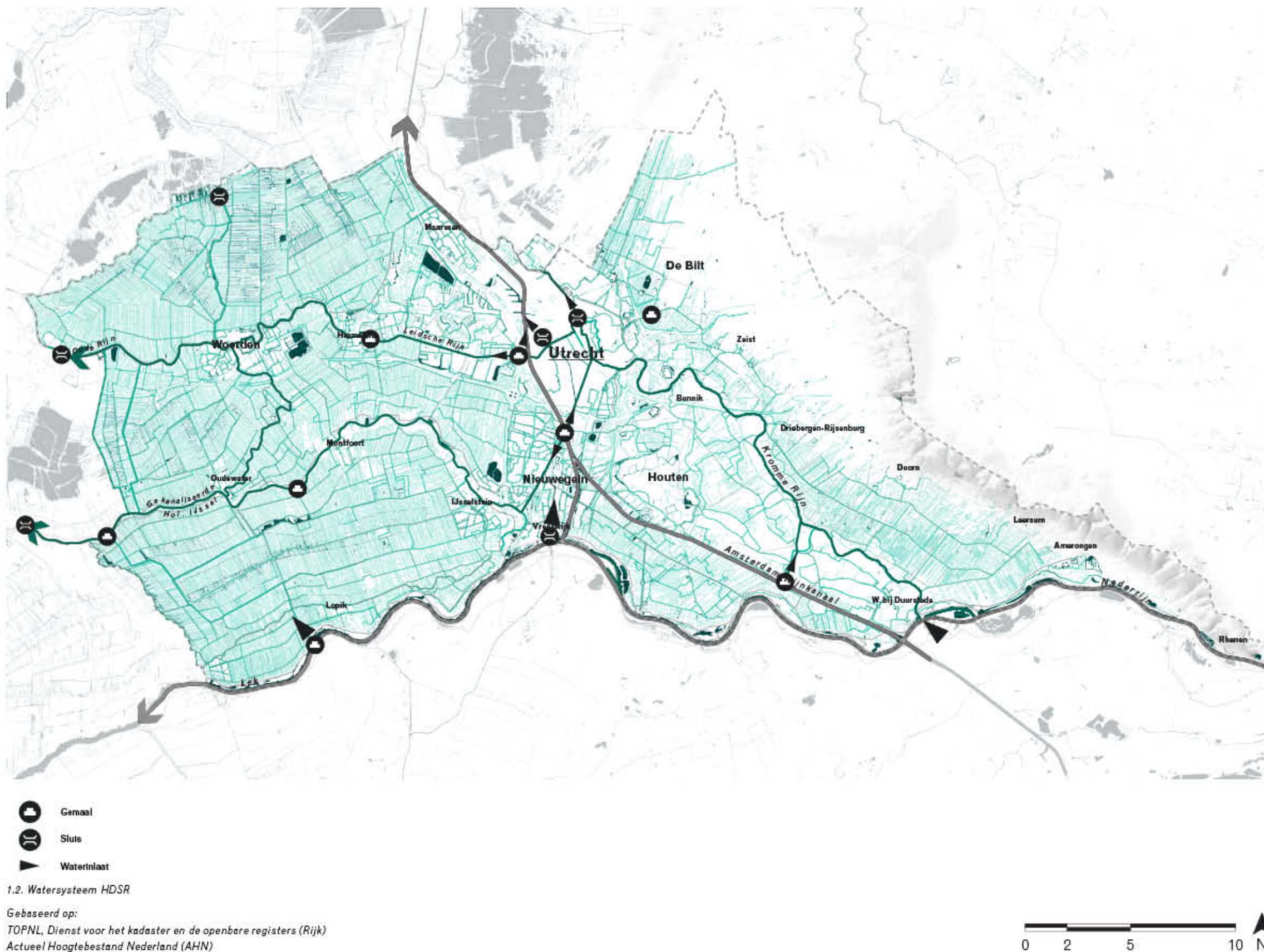
Klimaat-effectatlas.nl/en/soil-subsidence-prediction-map

Programma bodemdaling veenweide aanpak 2017-2019 - HDSR

WATERSYSTEEM HDSR

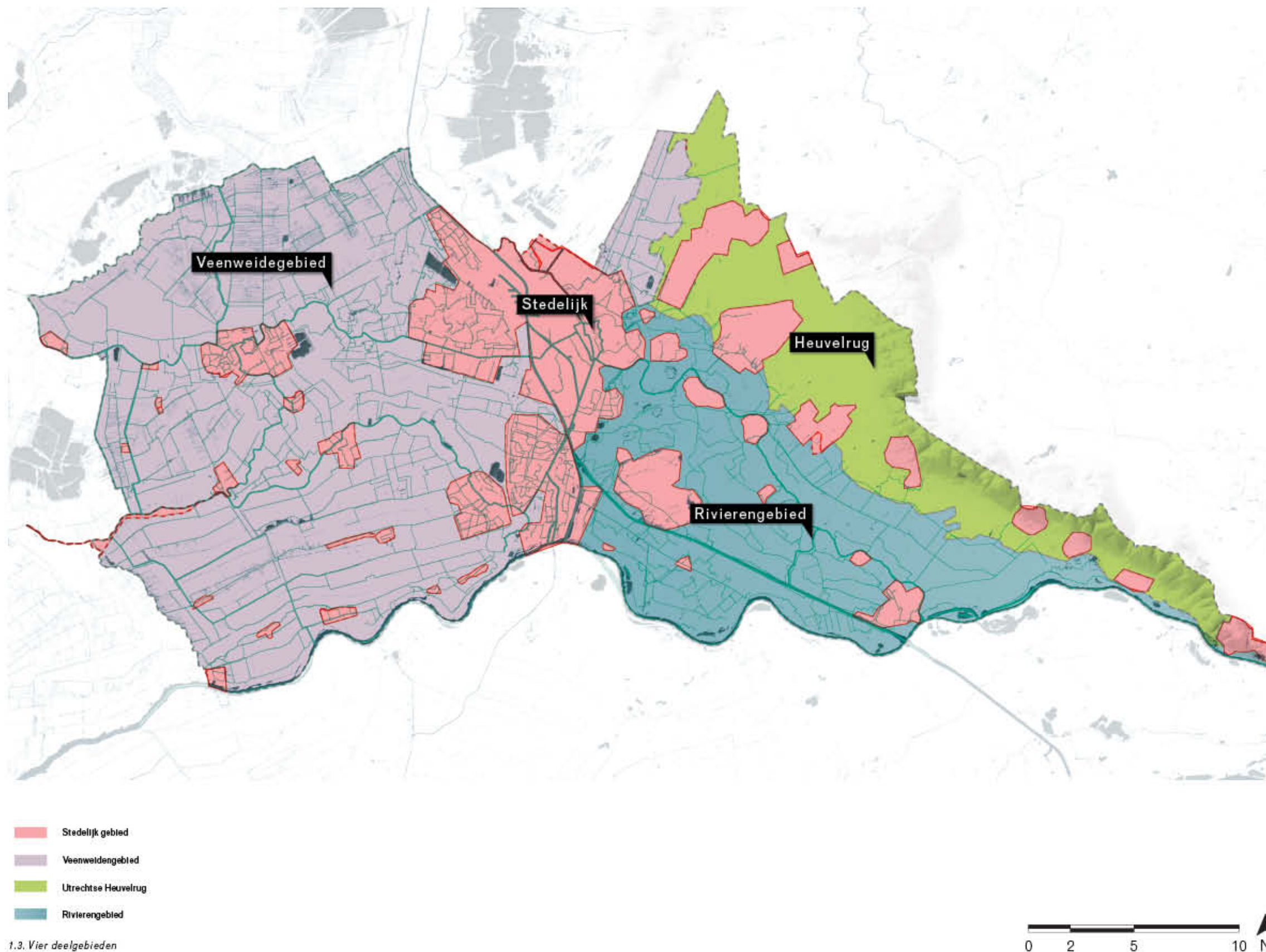
Het watersysteem ligt opgespannen tussen de Utrechtse Heuvelrug en de Lek (figuur 1.2.). In het midden doorsnijdt het Amsterdam-Rijnkanaal het gebied en functioneert samen met de Kromme Rijn aan de oostzijde en de Gekanaliseerde Hollandse IJssel en de Oude Rijn aan de westzijde als blauwe hoofdstructuur. Hier is de samenwerking met Rijkswaterstaat voor de aan- en afvoer van voldoende zoetwater van toenemend belang. Aan het Amsterdam-Rijnkanaal zijn enkele inlaten gelegen van waaruit het systeem van water wordt voorzien.

De Gekanaliseerde Hollandse IJssel, de Kromme-, de Leidsche- en de Oude Rijn functioneren als structurerende waterlopen in het geheel, waaruit het landelijk gebied water af neemt en op afwatert. De grote variëteit aan landschappelijke structuren is zichtbaar in de waterlijnen en verkaveling van het waterschap. Waar de veenweide gebieden zich kenmerken door langgerekte kavelstructuren, wordt het kleigebied rond Houten gekenmerkt door blokverkaveling omsloten door sterk meanderende rivieren.



RUIMTELIJKE DIVERSITEIT

De veelzijdigheid van het waterschap vertaalt zich in vier landschapstypen met ieder eigen karakteristieken (figuur 1.3.). De **Heuvelrug** is een hoger gelegen stuwwal, waar infiltratie bepalend is voor landschap en landgebruik. De voet van de Heuvelrug en delen van het **Rivierengebied** worden gekenmerkt door opkomende kwelstromen. Het Rivierengebied bestaat uit oeverwallen en komgronden rond de Lek en de Oude Kromme Rijn. Het laagst gelegen deel is het **Veenweidegebied**, gekenmerkt door het veenpakket en klei-op-veen langs waterlopen en een patroon van langwerpige, historische cope ontginningen. Het **Stedelijk gebied** - binnen het waterschap voornamelijk gelegen op zand- en kleigronden - wordt gekenmerkt door een heel eigen set aan karakteristieken en uitdagingen door de grote hoeveelheid verharding en het specifieke watergebruik.



METHODE

Voor het onderzoek zijn de volgende stappen doorlopen:

1. Verkenning effecten mogelijke ontwikkelingen

Om grip te krijgen op de komende 50 jaar, zijn factoren in beeld gebracht die van invloed zijn op het watersysteem. Vier ontwikkelingen zijn beschreven die de komende decennia transformatief kunnen zijn: klimaatverandering, ontwikkelingen in het landelijk gebied, stedelijke ontwikkeling en ontwikkelingen in het bovenregionale systeem. Van deze ontwikkelingen zijn de effecten op de watervraag, de wateroverlast (inundatie vanuit watergangen) en de waterkwaliteit (deels modelmatig) in beeld gebracht.

2. Onzekerheden/bandbreedte van ontwikkelingen

Iedere ontwikkeling kent extremen: snelle of langzame klimaatverandering, veel of weinig verstedelijking etc. Zo ontstaat een grote hoeveelheid aan variabelen, op basis waarvan de effecten op wateroverlast, en de watervraag modelmatig zijn bepaald.

3. Scenario-analyse (samenstellen en doorrekenen)

Om grip te krijgen op de grote hoeveelheid aan mogelijke ontwikkelingen, zijn deze in drie scenario's gebundeld. De scenario's zijn gebaseerd op de Deltascenario's en beschrijven de uitersten van de te beschouwen bandbreedtes waarbinnen effecten van scenario's in beeld worden gebracht.

4. Verkenning maatregelen

Tot slot zijn van een aantal maatregelen (bergen en afvoeren) globaal de effecten en aandachtspunten in beeld gebracht.

De effecten van ontwikkelingen, de scenario's en de maatregelen op het watersysteem zijn in deze studie zoveel mogelijk kwantitatief beschreven. Hiervoor is gebruik gemaakt van een modelinstrumentarium, bestaande uit een grondwatermodel (Hydromedah) en een oppervlaktewatermodel (in Sobek) die steeds in samenhang zijn doorgekeerd. De effecten van een ontwikkeling zijn eerst doorgekeerd met het grondwatermodel, waarna de met dit model berekende toestroom naar of onttrekking uit het oppervlaktewater is opgelegd aan het oppervlaktewatermodel. Vervolgens zijn de effecten op inundatie van het maaiveld, de watervraag, de stroomsnelheid en de waterdiepte berekend.

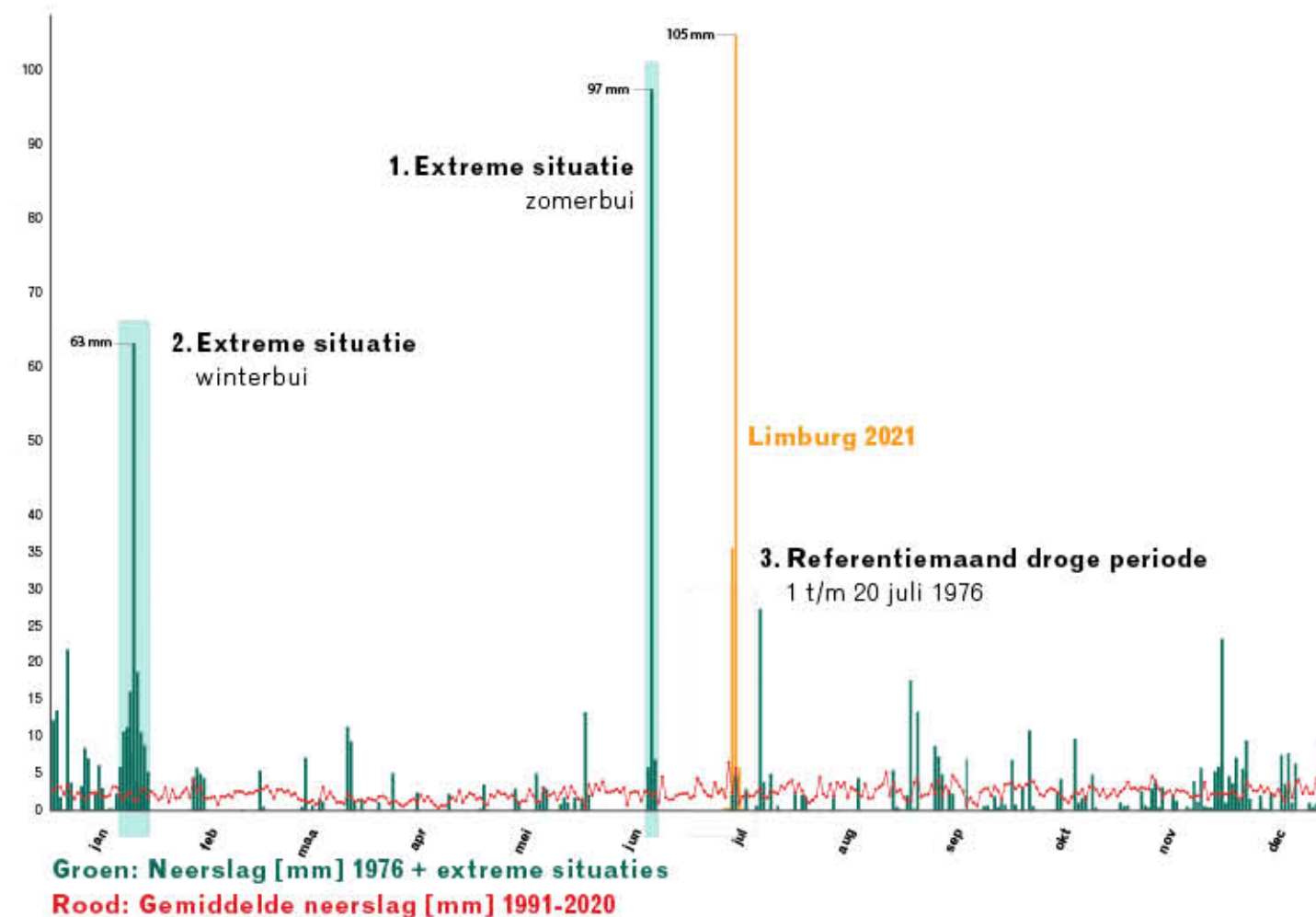
De onderzochte ontwikkelingen zijn voor vier thema's (klimaatverandering, ontwikkelingen landelijk en stedelijk gebied en in het bovenregionale watersysteem) per deelgebied vergeleken met een referentiesituatie.

De referentiesituatie is een simulering van de huidige toestand van het watersysteem en het gebied, bij een extreme situatie.

De extremen doorgekeerde situaties zijn:

- 1. Overlast in de zomer: een neerslag event van 2 dagen met een totaal volume van 110 mm.**
- 2. Overlast in de winter: een neerslag event van 9 dagen, met een totaal volume van 150 mm waarvan 63 mm in de piek valt.**
- 3. Droogte: neerslagcijfers van het extreem droge jaar 1976**

(zie figuur 1.4.)



1.4. Neerslaggrafiek referentiesituatie.

Natte situatie

Op figuur 1.5 is de berekende inundatie weergegeven voor de extreme winterse en zomerse bui. Voor de wintersituatie wordt veel meer inundatie berekend dan voor de zomerse situatie. Dit heeft twee oorzaken: ten eerste is de uitgangssituatie in de winter veel natter dan in de zomer, waardoor er 's winters relatief weinig water kan worden geborgen in de bodem. Daarnaast wordt 's winters door de langdurige neerslag het systeem ook langdurig maximaal belast. De waterstand in de boezem (o.a. de Oude Rijn en de Gekanaliseerde Hollandsche IJssel) loopt zover op, dat de poldergemalen door middel van een maalstop geheel of gedeeltelijk uit moeten om overstroming van de boezemkades te voorkomen. Hierdoor blijft het water in de polders achter. In de zomersituatie treedt deze maalstop niet of gedurende een veel kortere tijd op.

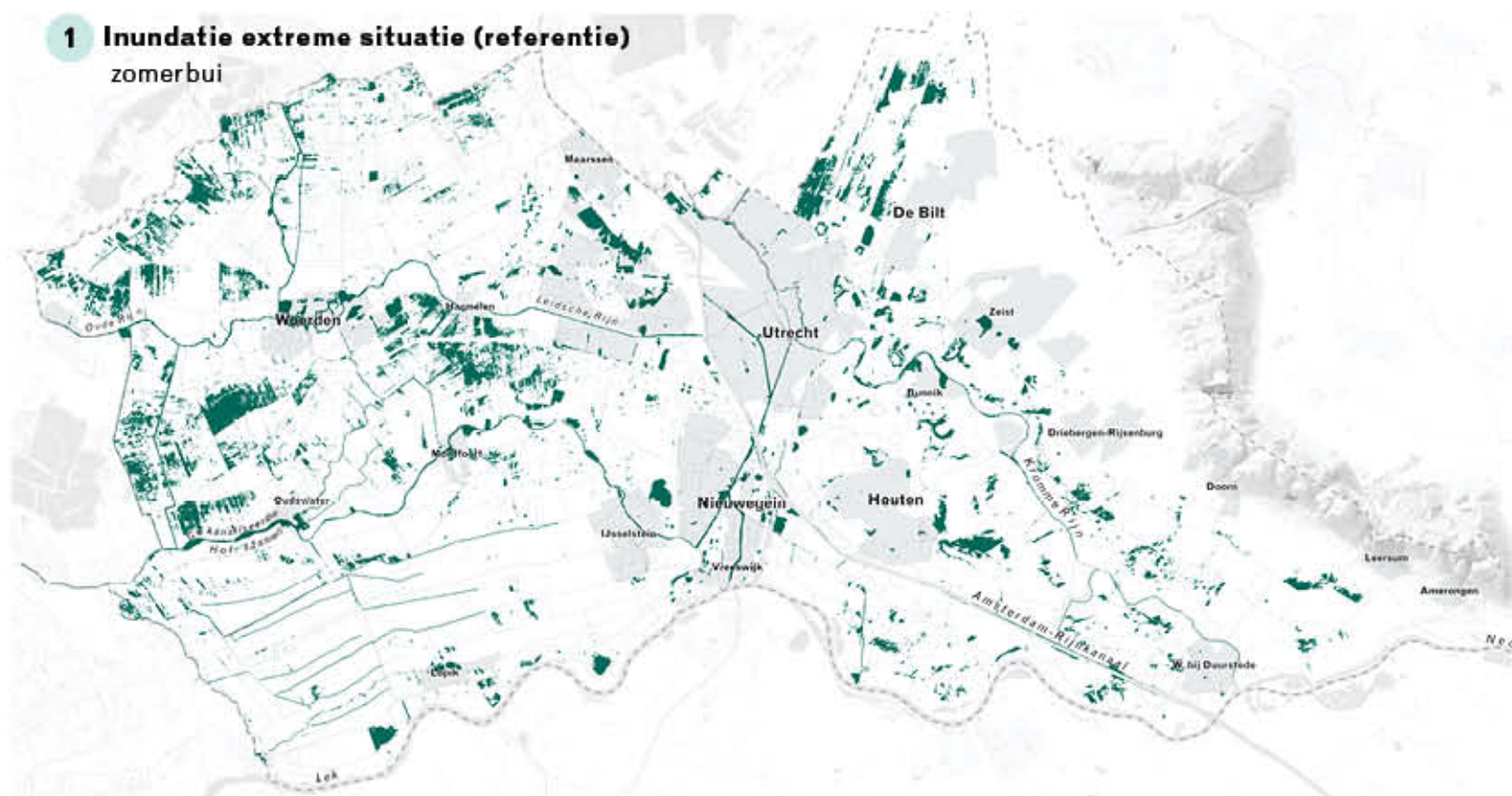
NB: Opgemerkt wordt dat de modellen weinig tot geen inundatie berekenen in stedelijk gebied. Dit komt omdat de gebruikte modellen sterk vereenvoudigd zijn: zij berekenen geen interactie tussen riolering en oppervlaktewater. Daarom zijn de resultaten in het stedelijk gebied waarschijnlijk een te rooskleurige inschatting van de werkelijkheid, die wordt veroorzaakt door de sterk vereenvoudigde modelschematisatie van het stedelijk gebied in de toegepaste modellen. Daarnaast wordt met de modellen geen oppervlakkige afstroming berekend, waardoor stroombanen als gevolg van hevige neerslag niet in beeld zijn gebracht. Meer informatie hierover is te vinden in de modelnotitie (P1288 Uitwerking inhoudelijke aanpak D01).

Droge situatie

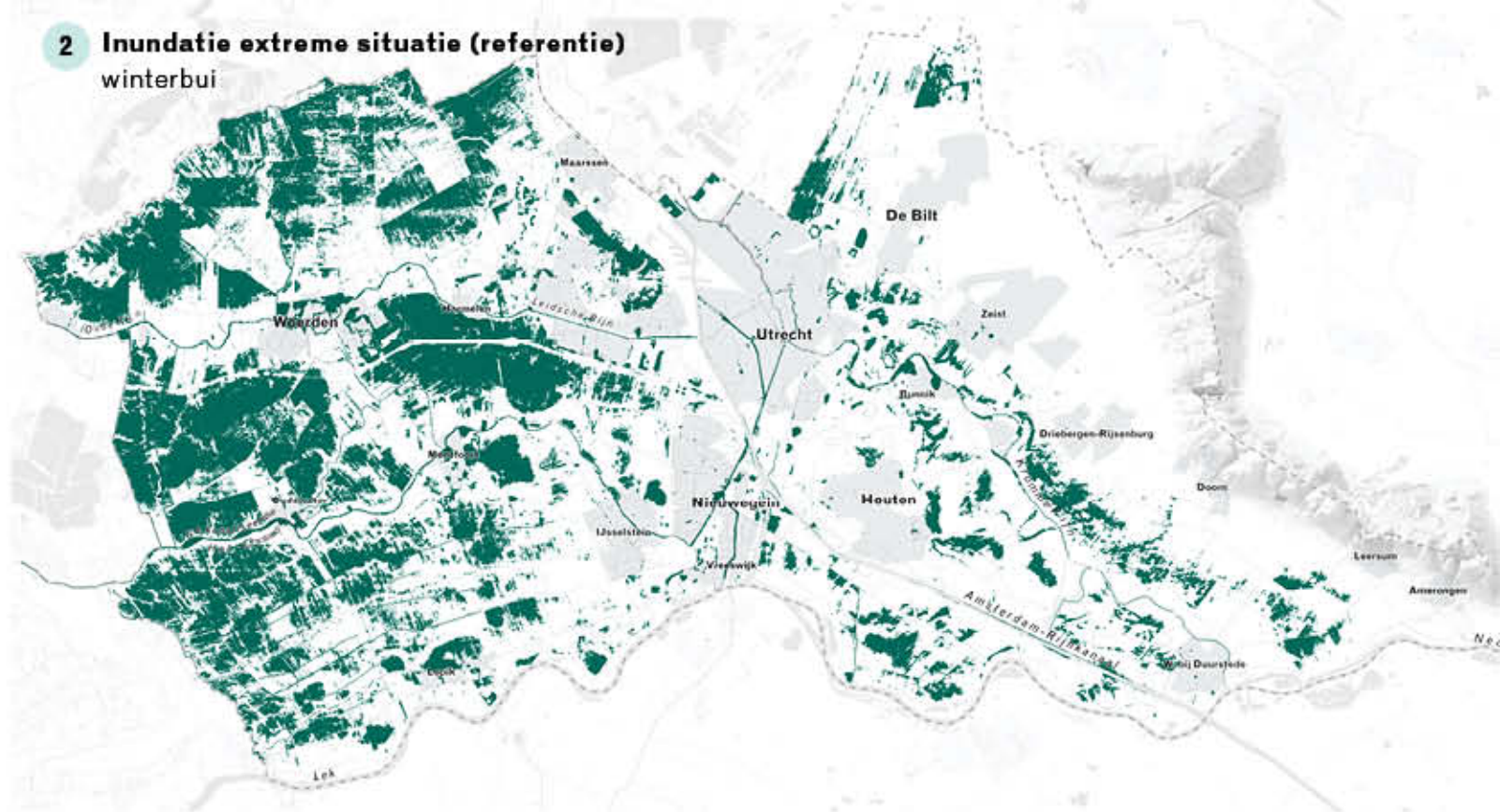
In de zomer wordt er water ingelaten naar de polders vanuit de boezemwateren om de waterstand in de polders op peil te houden. De waterstand zakt uit door verdamping en vanwege beregning van gewassen.

Als referentiejaar voor de droge situatie is het jaar 1976 gekozen. Dit is een extreem droog jaar dat qua neerslagtekort vergelijkbaar is met het recente droogtejaar 2018. De reden om niet voor het recentere jaar 2018 te kiezen is de wens om op zowel de droge als de natte situaties klimaattransformaties toe te kunnen passen. Omdat deze nog niet beschikbaar zijn voor recente droge perioden (zoals 2018), is het droogtejaar 1976 gekozen.

1 Inundatie extreme situatie (referentie) zomerbui

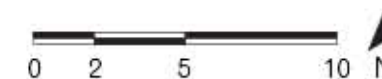


2 Inundatie extreme situatie (referentie) winterbui



Geïndeerd terrein

1.5. Inundaties referentiesituaties



In figuur 1.6 (bovenaan) is de berekende watervraag weergegeven voor de drie droogste weken van juli 1976 - gegeven de huidige toestand van het gebied.

Waterkwaliteit

De waterkwaliteitsanalyse is op hoofdlijnen uitgevoerd: op basis van enkele parameters is met behulp van de Ecologische Sleutelfactoren (ESF's) de richting beschreven waarin het systeem zich naar verwachting zal bewegen. De effecten op de ESF's in de voor deze studie uitgewerkte scenarios zijn in de bijlage beschreven.

Stroomsnelheid

De stroomsnelheid is in de referentiesituatie in bijna het hele gebied erg laag in de zomer. Alleen de Kromme Rijn behoudt, vanwege het vrij verval en de inlaat bij Wijk bij Duurstede, een stromend karakter. Alle andere wateren kunnen als stilstaand worden beschouwd.

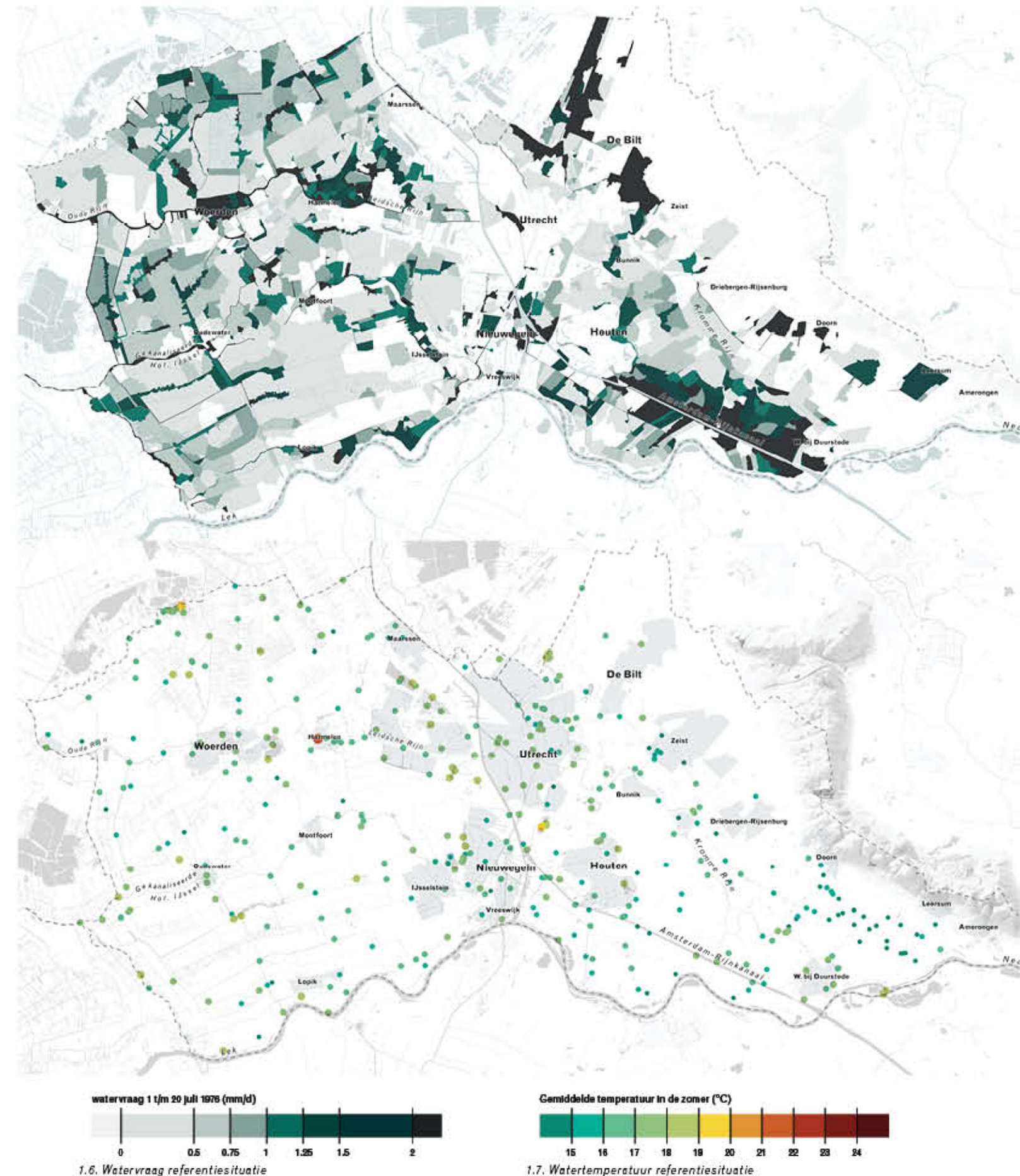
Waterdiepte

De waterdiepte is in de referentiesituatie over het algemeen voldoende, dankzij het inlaten van water in de polders en de grotere watergangen. Het inlaten gebeurt in twee stappen: vanuit het hoofdwatersysteem (de Lek en het Amsterdam-Rijnkanaal) wordt water ingelaten in de boezemwatergangen van het waterschap. Via een fijnmazig stelsel van inlaten en (aanvoer)

watergangen wordt dit water verdeeld over het hele gebied. In het gebied van de Heuvelrug zullen sommige (kleinere) watergangen die gevoed worden door grondwater in de zomer periodiek droogvallen.

Watertemperatuur

Ook de temperatuur van het water heeft veel invloed op de fysisch/chemische waterkwaliteit en de ecologische potentie. Vissen en macrofauna kunnen sterven wanneer de watertemperatuur te hoog wordt. Ook de vegetatie kan beïnvloed worden. In figuur 1.7 is de gemiddelde zomertemperatuur weergegeven (gebaseerd op metingen van het waterschap in de periode 1985-2020).



2.

ONTWIKKELINGEN

EN SCENARIO'S

VIER TYPEN ONTWIKKELINGEN

Om grip te krijgen op de komende 50 jaar zijn factoren in beeld gebracht die van invloed zijn op het watersysteem. Daarom zijn vier ontwikkelingen beschreven die de komende decennia aan transformatie onderhevig zijn: klimaatverandering, ontwikkelingen in het landelijk gebied, stedelijke ontwikkeling en veranderingen in het bovenregionaal watersysteem. Deze thema's omvatten de belangrijkste variabelen voor de toekomstige ontwikkelingen van het watersysteem.

Klimaatverandering

Het klimaat verandert en zal blijven veranderen, zoveel is duidelijk. De mate waarin het klimaat gaat veranderen en welke impact dit gaat hebben voor de leefomgeving is nog een vraagteken. Toenemende en extremere periodes van regenval, droogte en hitte geven het waterschap een extra uitdaging in het bewerkstelligen van een robuust watersysteem.

Ontwikkelingen landelijk gebied

In het waterschap staat een aantal transitie's in het landelijk gebied in de kinderschoenen/op het punt van beginnen. Zo is het duidelijk dat het Veenweidegebied in de huidige vorm niet meer passend is vanwege de negatieve effecten van veenoxidatie op de bodemdaling en de CO₂-uitstoot. Maar ook voor deze transitie is er een breed scala aan mogelijkheden met variërende effecten op het watersysteem. Er zijn ook transitie's op de Utrechtse Heuvelrug en rond de Lek en de Kromme Rijn te verwachten die verder in het document in meer detail worden beschreven.

Stedelijke ontwikkeling

Ook verstedelijking is een belangrijke factor in het regionale waterhuishouden. Denk bijvoorbeeld aan de vraag naar water in de vorm van drinkwatervoorzieningen o.a. uit grondwater of recreatiewater of aan verhardingsconstructies waardoor water de grond niet meer in kan trekken. Dit is een lastige factor om grip op te krijgen, want hoeveel verstedelijking zal er plaatsvinden in de komende 50 jaar, op welke plek en in welke vorm?

Bovenregionaal watersysteem

Het waterschap ligt ingebed in het stroomgebied van de Rijn en staat via de Lek en het Amsterdam Rijnkanaal in verbinding met de Noordzee. Door zijn ligging speelt het waterschap een belangrijke rol in het bovenregionale watersysteem. Neem bijvoorbeeld het probleem van verzilting bij aanhoudende droogte. Door deze trend zullen de waterschappen ten westen van het waterschap meer zijn aangewezen op voldoende toestroom van zoet water vanuit de Nederrijn bij Wijk bij Duurstede via de Kromme Rijn en de Gekanaliseerde Hollandsche IJssel en het Amsterdam - Rijnkanaal via de Leidsche Rijn/Oude Rijn (via de zogeheten klimaatbestendige aanvoer, ofwel KWA). Daarbij is de aanvoer van water van de gewenste waterkwaliteit een aandachtspunt.



2.1. Vier typen ontwikkelingen in het waterschap.

Bronnen:

Linksboven: Martijn Nobel, 2014

Linksonder: OKRA, Merwedekanaalzone

HOUVAST DANKZIJ SCENARIOS

Van ontwikkeling naar scenario

Iedere ontwikkeling kent extremen: snelle of langzame klimaatverandering, veel of weinig verstedelijking, etc. Zo ontstaat een grote hoeveelheid aan variabelen, waarvoor de effecten op inundatie en watervraag modelmatig berekend zijn. In bijlage 1 (kaartenset) is te zien dat dit tot honderden resultaten heeft geleid. Om hier grip op te krijgen zijn de ontwikkelingen middels een gevoeligheidsanalyse gebundeld in drie scenario's.

De in deze studie ontwikkelde scenarios bieden het waterschap houvast om in te zetten op een transitie-, draagvlak-, of beheerstrategie. In feite zijn de ontwikkelde scenario's een combinatie van mogelijke toekomstige ontwikkelingen.

Gebaseerd op de Deltascenarios

De scenario's zijn de uitersten van te beschouwen bandbreedtes waarbinnen effecten van scenario's in beeld worden gebracht. Het is dus onwaarschijnlijk dat de toekomstige ontwikkeling daadwerkelijk één van de drie uitgewerkte ontwikkelingen precies gaat volgen. Op basis van onze eerdere analyse, de werksessie scenario's en onderling overleg wordt met de 3 uitgewerkte scenario's naar verwachting de bandbreedte van mogelijke toekomstige ontwikkelingen beschouwd. Dit betekent dat de daadwerkelijke ontwikkelingen hoogstwaarschijnlijk ergens tussen de 3 scenario's in zullen liggen.

De Deltascenario's van Deltares bieden een goede sturende basis om zo'n bandbreedte op te stellen. Twee variabelen zijn hier tegen elkaar afgezet: klimaatverandering en sociaaleconomische groei. Zo ontstaan vier extremen, in de scenario's van Deltares genaamd Druk, Stoom, Rust en Warm.

Voor dit ontwerpend onderzoek zijn drie scenario's verder uitgewerkt:

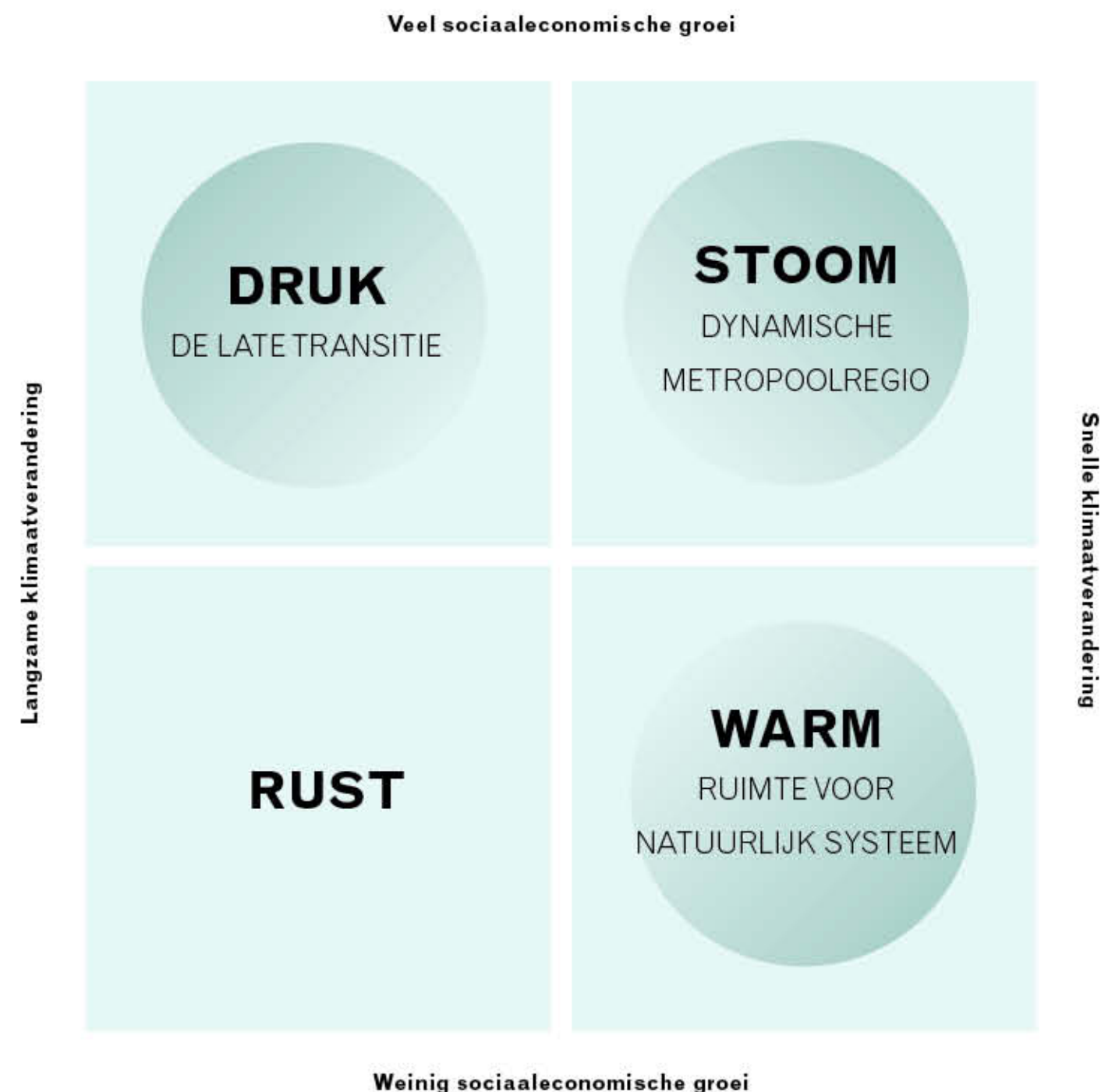
'**De Late Transitie**', gebaseerd op scenario DRUK met langzame klimaatverandering en veel sociaaleconomische groei. Uitgangspunt hierbij is dat de samenleving zo lang mogelijk bestaand landgebruik vast wil houden, maar op termijn alsnog een transitie nodig is.

In '**De Dynamische Metropoolregio**', gebaseerd op scenario STOOM is een hoge sociaaleconomische groei gecombineerd met een snelle klimaatverandering. Dit betekent dat er veel economische activiteiten zijn, ook in het buitengebied, waar dankzij innovaties (natuurinclusieve) productieve landschappen ontstaan. Er is veel investeringsruimte in de samenleving.

Bij '**Ruimte voor natuurlijk systeem**' (WARM) is sprake van snelle klimaatverandering, maar beperkte sociaaleconomische groei. Dit resulteert in beperkte verstedelijkingsdruk maar ook beperkte investerings- en innovatieruimte, waardoor er in het buitengebied moeite ontstaat om productieve landbouw in stand te houden.

Omdat het scenario RUST (langzame klimaatverandering, weinig sociaaleconomische groei) binnen de bandbreedte ligt en in feite geen uiterste beschouwt is dit scenario binnen deze studie niet verder uitgewerkt.

De effecten van de ontwikkelingen die ten grondslag liggen aan de scenario's (klimaatverandering, ontwikkelingen in het landelijke gebied, stedelijke ontwikkelingen en bovenregionale ontwikkelingen) zijn (afzonderlijk) modelmatig beschouwd en in de volgende paragrafen samengevat.



2.2. Deltascenarios.
Gebaseerd op:
Deltares, 2017. Deltascenarios

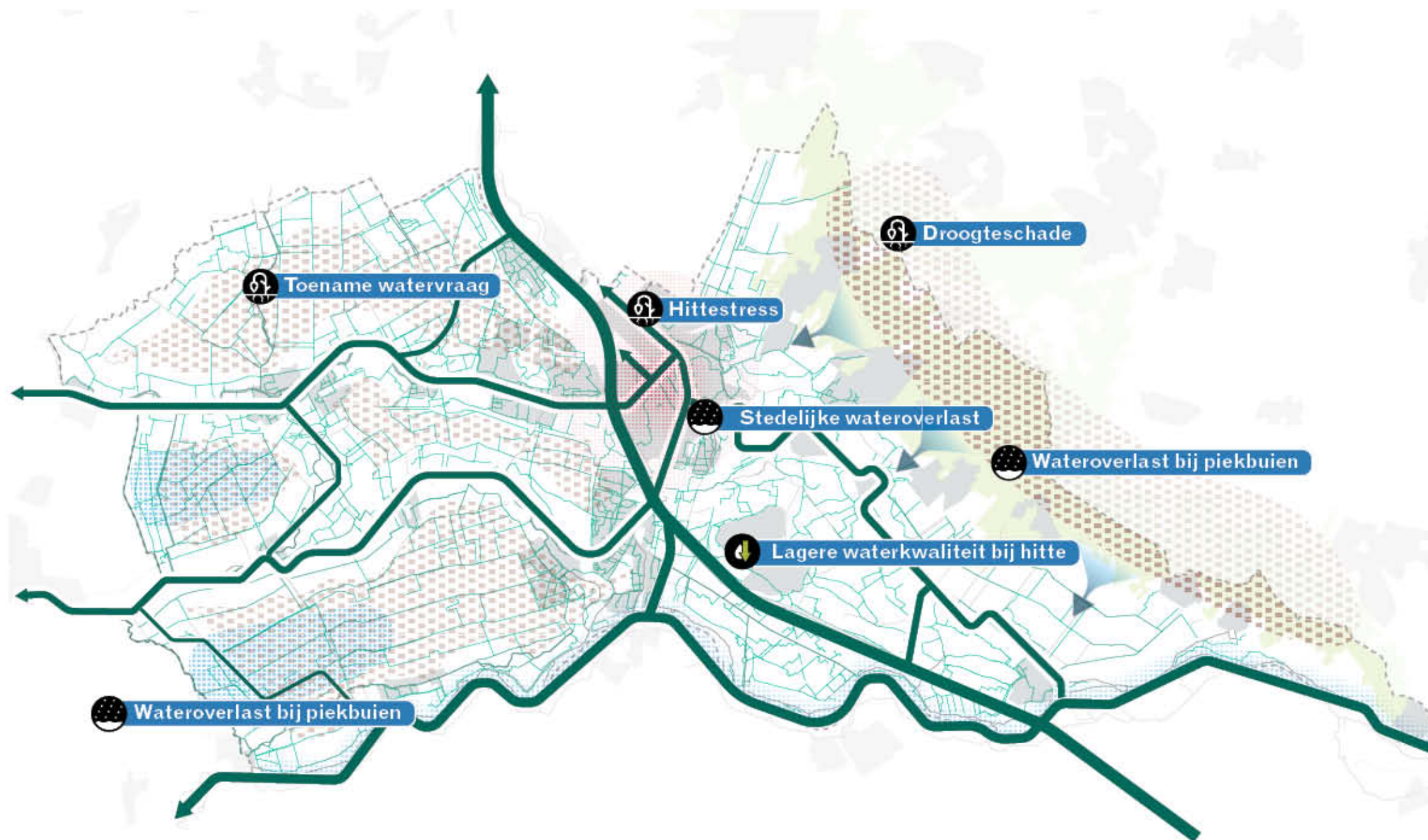
KLIMAATVERANDERING

Effecten van een sterk veranderend klimaat

Het veranderende klimaat heeft verschillende directe en indirecte effecten op het watersysteem. Zo zal wateroverlast en waterschaarste toenemen door extremere periodes van regenval en droogte. Met name de natuur op de Utrechtse Heuvelrug zal de gevolgen van intensere periodes van droogte merken, maar ook verdroging van het veenweidegebied brengt een sterke toename in de watervraag met zich mee. In de stad zal door de stijging van de temperatuur het hitte-eiland effect toenemen, waardoor er meer behoefte zal zijn naar groen en recreatiewater. Bovendien zal er vaker stedelijk wateroverlast plaats vinden met kostbare gevolgen.

Waterkwaliteit

De opwarming van het oppervlaktewater en langdurige(re) droogteperiodes hebben een negatief effect op de ecologische waterkwaliteit van het watersysteem. De effecten hiervan zullen vooral in het rivierengebied, de Heuvelrug en stedelijke watersystemen worden gemerkt. Door opwarming van het oppervlaktewater kan de chemische waterkwaliteit ook verslechteren. Dit komt onder andere door een toename van de kans op zuurstofloosheid en een toename van nutriënten in het oppervlaktewater.



2.3. Samenvatting effecten klimaatverandering op het watersysteem

Variabelen watersysteem

-  Verandering waterkwaliteit
-  Meer wateroverlast
-  Meer watervraag

Overige ontwikkelingen mbt watersysteem

-  Hittestress
-  Wateroverlast
-  Droogte
-  Wateroverlast flanken Heuvelrug

KNMI Klimaatscenario's

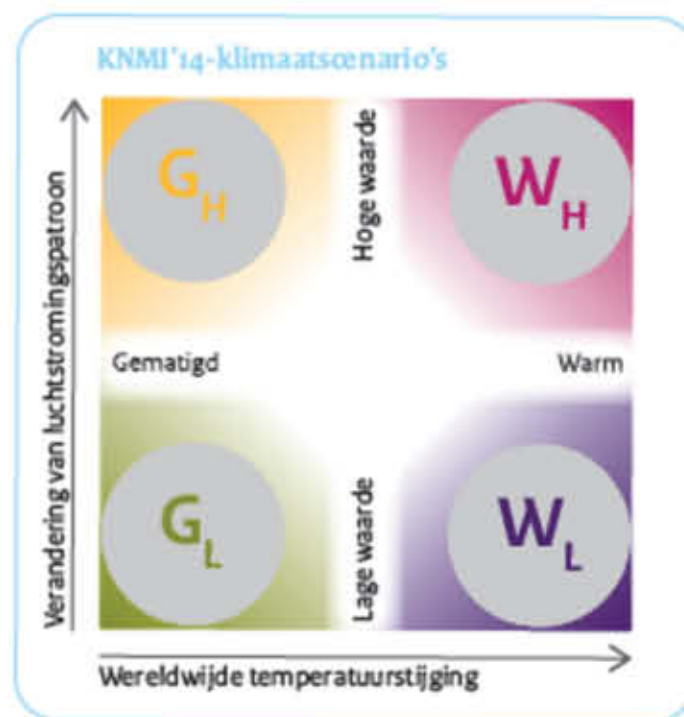
De verschillende aspecten van klimaatverandering zijn in samenhang beschreven in de KNMI klimaatscenario's. De meest recente scenario's voor deze studie zijn de KNMI 2014 scenario's (zie figuur 2.4.). De vier beschikbare scenario's geven gezamenlijk de bandbreedte van mogelijke klimaatverandering weer - naar de inzichten van 2014.

Inmiddels worden ook nieuwe klimaatscenario's voorbereid, die zijn gebaseerd op de meest recente inzichten (AR6) van het IPCC. Deze nieuwe scenario's komen naar verwachting in 2023 beschikbaar. In het 'Klimaatsignaal '21' heeft het KNMI aangegeven dat de nieuwe scenario's de bandbreedte van de huidige scenario's zal omvatten.

De resultaten van de berekeningen zijn verkregen door de neerslag- en verdampingsreeksen van de referentiesituatie aan te passen naar de verschillende scenario's en de zichtjaren 2030, 2050 en 2085 volgens translatieregels die daarvoor door het KNMI zijn opgesteld. Een bui uit de referentiesituatie wordt op deze manier dus vertaald naar hoe die bui eruit zou zien in een bepaald scenario en een bepaald zichtjaar. Ditzelfde geldt voor de verdamping. In alle scenario's en zichtjaren nemen de temperatuur, de intensiteit van de buien en de watervraag (door de extra verdamping) toe.

Bandbreedte per zichtjaar

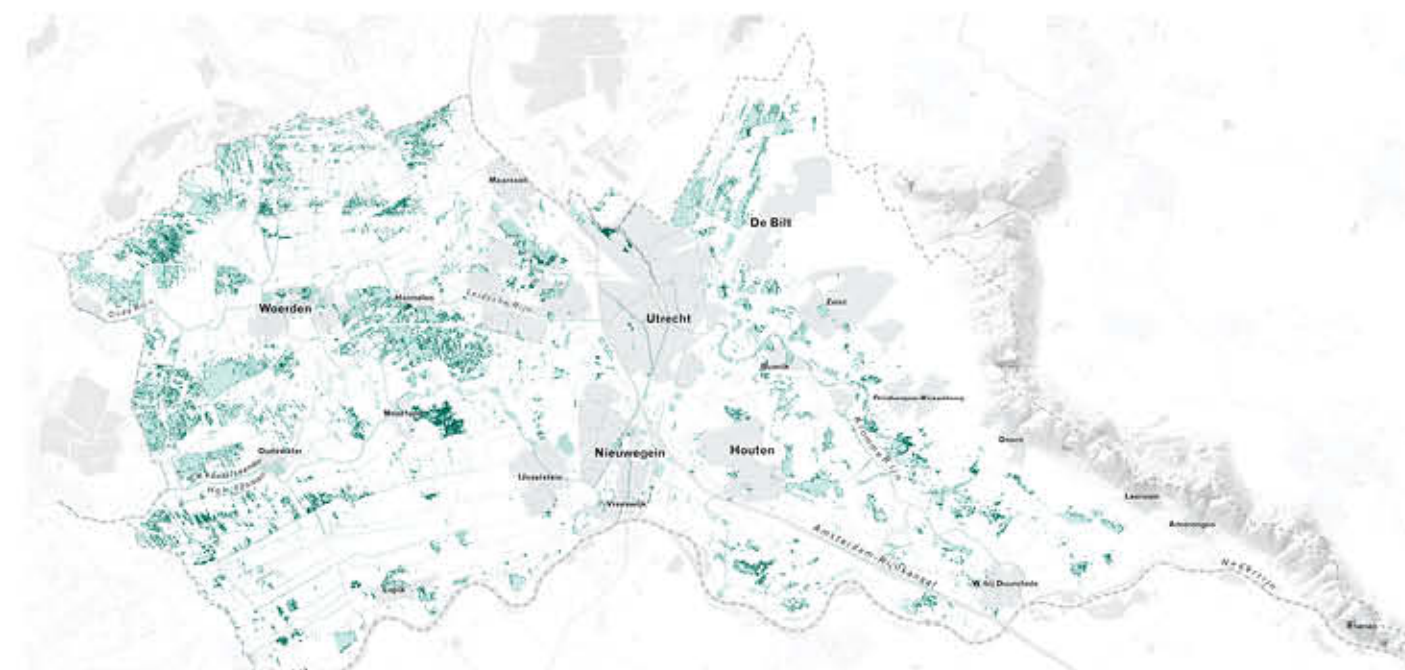
Door klimaatverandering wordt een toename van het geïnundeerd oppervlak verwacht. In de grafieken op de pagina rechts is per scenario de toename ten opzichte van de referentiesituatie weergegeven. Van een afname van het geïnundeerde oppervlak ten opzichte van de referentiesituatie is geen sprake. Op basis van de gebruikte buien lijken er als gevolg van klimaatverandering ten opzichte van de referentiesituatie geen grootschalige geïnundeerde gebieden bij te komen.



2.4. KNMI'14-klimaatscenario's

Bron: KNMI

Voor de doorgerekende winterse situatie neemt het inundatieoppervlak met 20 - 30 procent toe, afhankelijk van het klimaatscenario. Voor de zomerse situatie is de verandering vergelijkbaar, maar is het totale geïnundeerd oppervlak veel kleiner.

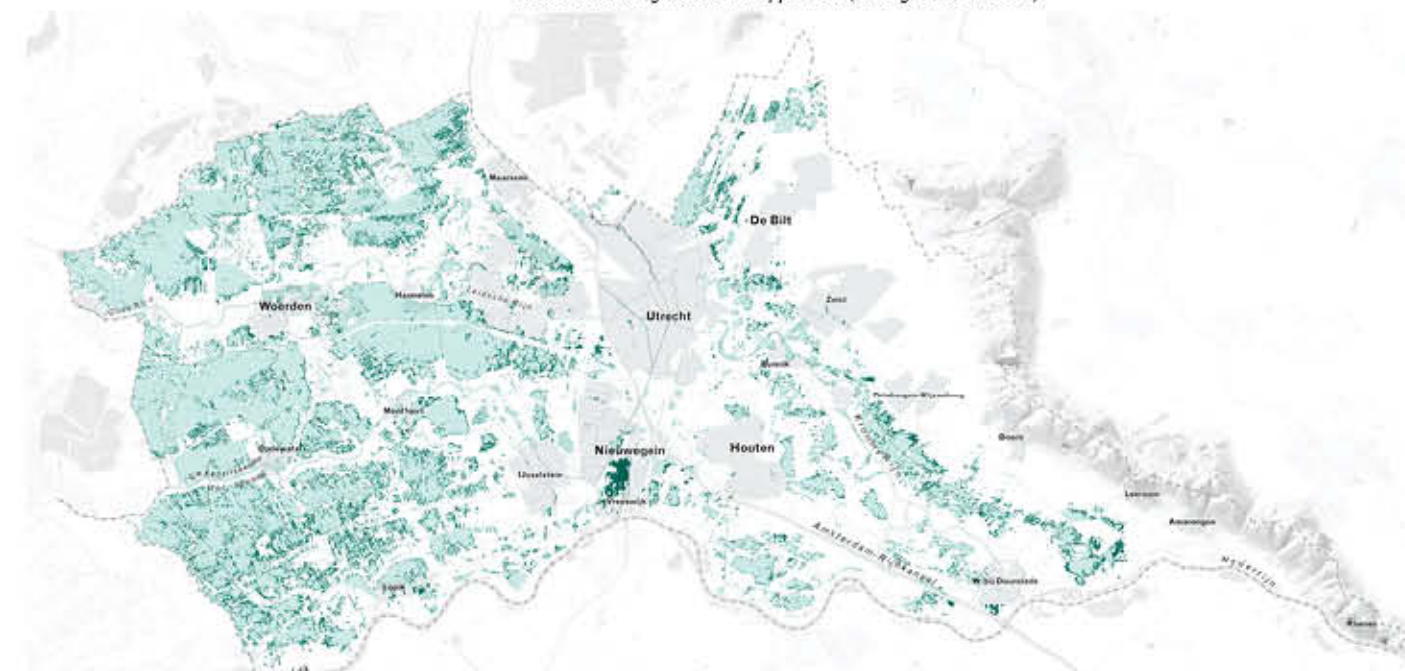


2.5. Geïnundeerd terrein in 2085 (WH2085 + zomer piekbui)

Geïnundeerd terrein
Referentiesituatie



2.6. Verandering inundatie-oppervlak (hele gebied - zomer)



2.7. Geïnundeerd terrein in 2085 (WH2085 + winter piekbui)

Geïnundeerd terrein
Referentiesituatie

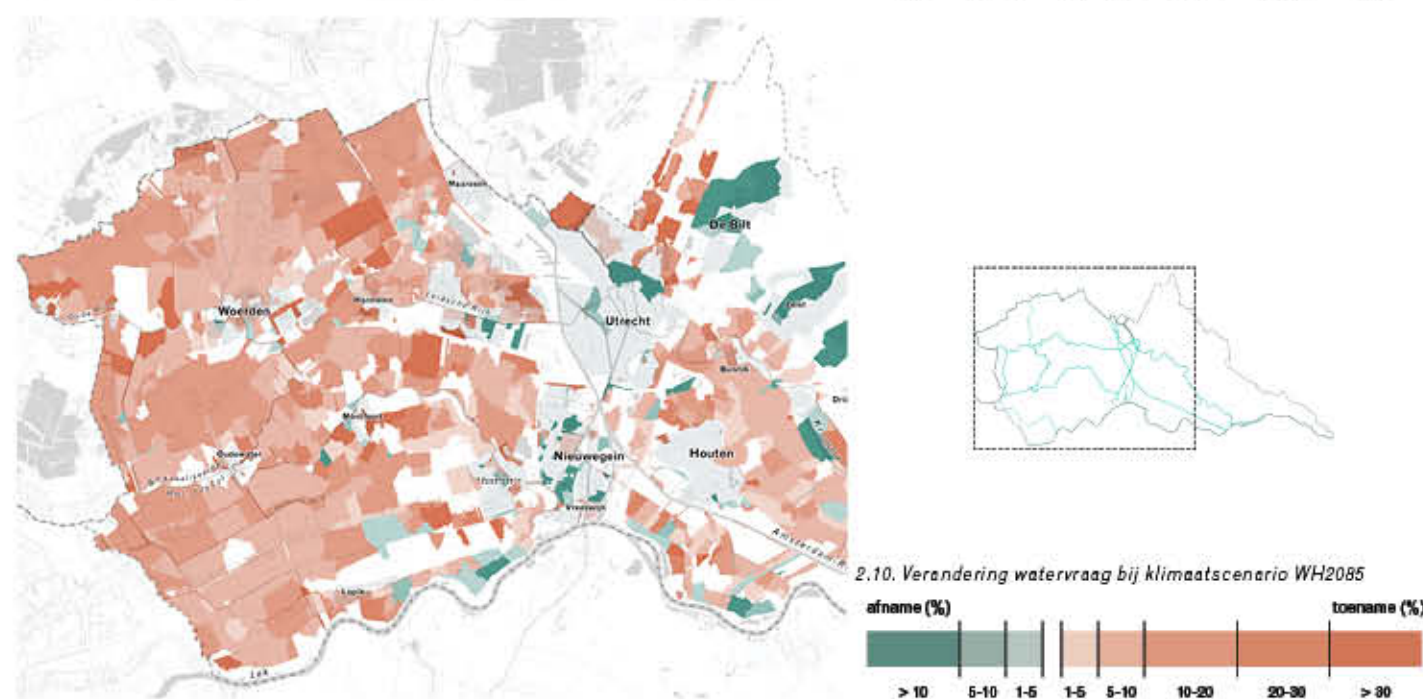
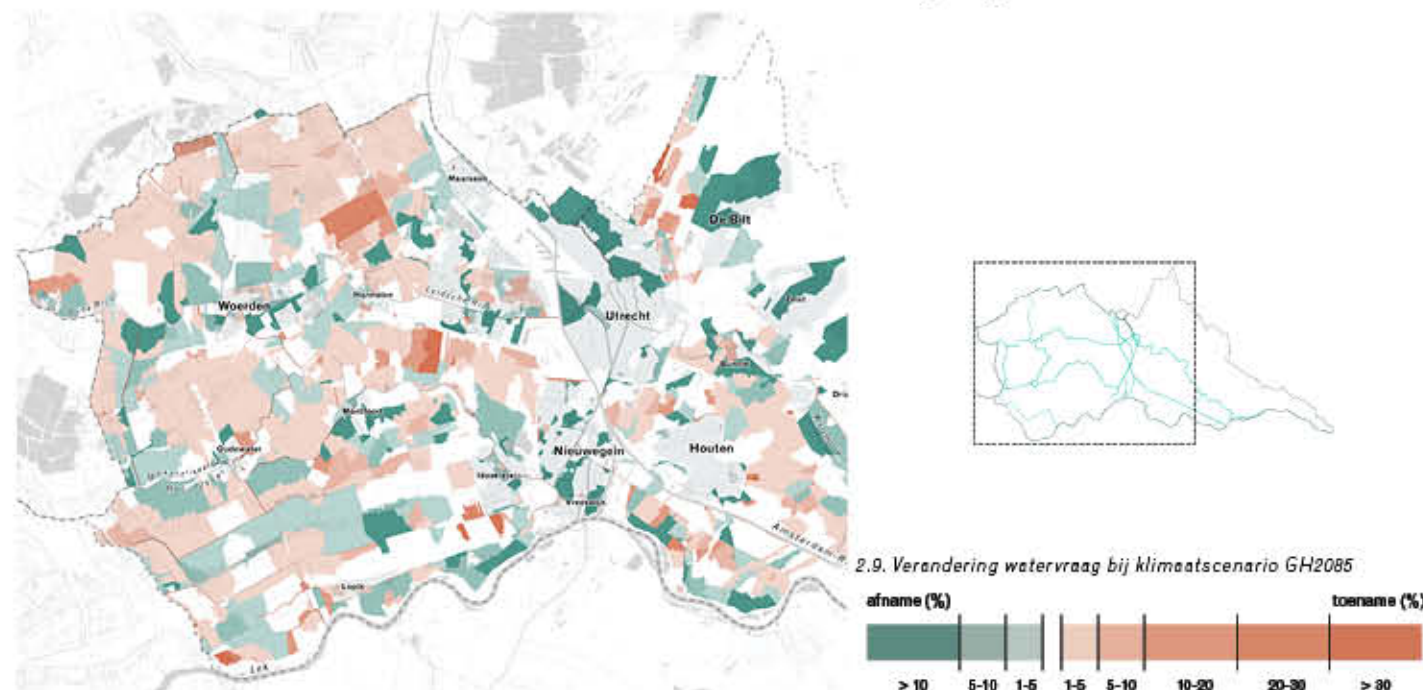


2.8. Verandering inundatie-oppervlak (hele gebied - winter)

Veranderingen watervraag

Klimaatverandering zorgt enerzijds voor langere periodes van droogte, anderzijds voor een toename van de neerslagintensiteit jaarrond. Hoe deze veranderingen uitpakken op de watervraag zal van jaar tot jaar verschillen. Daarbij zijn ook de verschillen tussen de scenario's relatief groot (zie de figuren 2.9 en 2.10). Wel volgt uit de resultaten

dat de watervraag in het peilbeheerste deel van het gebied toeneemt en op de flanken van de Heuvelrug mogelijk (iets) af zal nemen. Let wel dat de watervraag op de (flanken van) de Heuvelrug sterk kan variëren in de tijd. Zo zijn er in het verleden meerdere droge jaren opgetreden met een veel lagere grondwaterstand dan



gemiddeld. Het is de vraag of met het toenemen van extremen ook de kans op droge voorjaren en de opeenvolging van droge jaren toeneemt en wat het effect van (opeenvolgende) droge zomer(s) is op de watervraag (zie: [Bouwstenen Blauwe Agenda Utrechtse Heuvelrug](#), 2021). Hoewel de klimaatscenario's uitwijzen dat jaarrond de gemiddelde grondwateraanvulling toeneemt, geeft het KNMI klimaatsignaal 2021 aan dat de kans op neerslagtekort in de maanden april en mei (begin van het groeiseizoen) en de zomer zal toenemen, waardoor ook de watervraag zal toenemen.

Temperatuur

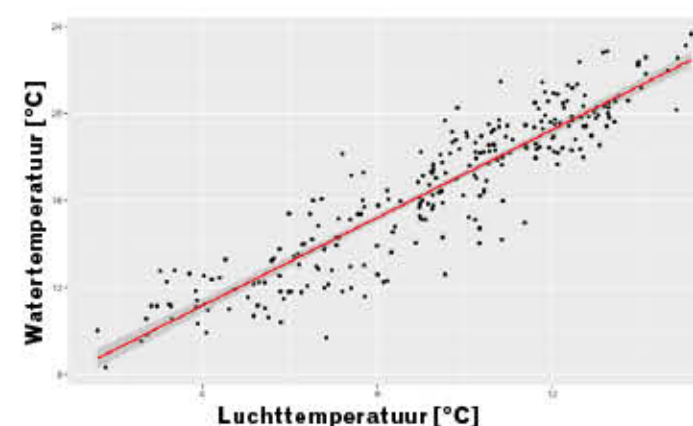
Door de opwarming van de atmosfeer neemt ook de watertemperatuur toe. Een vergelijking van watertemperatuur- en de (lucht) temperatuurmetingen in De Bilt uit de periode 1985-2021 laat een sterk verband zien (zie figuur 2.11). Op basis van deze gevonden relatie en de klimaatprojecties voor de luchttemperatuur uit de KNMI '14 scenario's, is een inschatting gemaakt van de ontwikkeling van de watertemperatuur in de klimaatscenario's.

Met deze projecties van de watertemperatuur is de potentiële impact op de ecologie in beeld

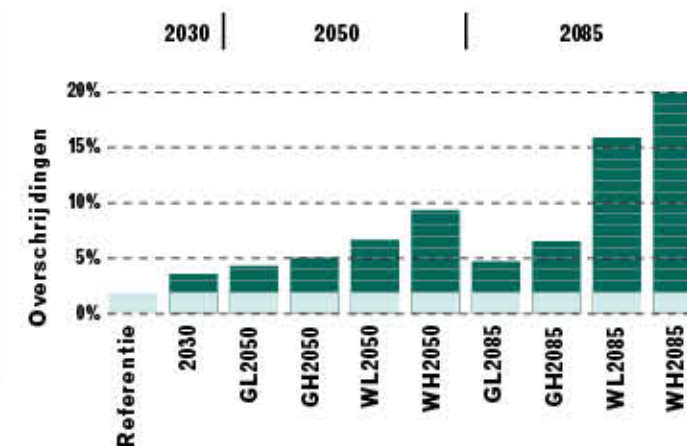
gebracht, door het percentage overschrijdingen van een drempelwaarde te bepalen voor de gemeten reeks en voor de klimaatprojecties. Als referentiesituatie geldt een maandgemiddelde temperatuurreeks voor de periode april-oktober voor alle locaties met een minimale lengte van 10 jaar. Voor de drempelwaarde is 24 °C aangehouden, omdat deze watertemperatuur als lethaal geldt voor macrofauna.

In de huidige situatie ligt nog geen 2 procent van de gemiddelde waarnemingen boven 24 °C. Volgens de klimaatscenario's zal dit aantal in elk geval verdubbeld zijn rond 2050 en kan het aantal waarnemingen boven 24 °C -afhankelijk van het klimaatscenario- oplopen tot 20% (zie figuur 2.12).

De bovengrens voor de meeste vissoorten ligt rond 30 °C. Bij deze temperatuur zullen de meeste vissen sterven. Ook onder die temperatuur zal er een negatief effect zijn op de waterkwaliteit, waarbij met name de voortplanting van koudwatersoorten in het geding komt. Een watertemperatuur van 30 °C is in de huidige reeks nooit gemeten en blijft ook in alle klimaatprojecties afwezig of beperkt tot enkele waarnemingen.

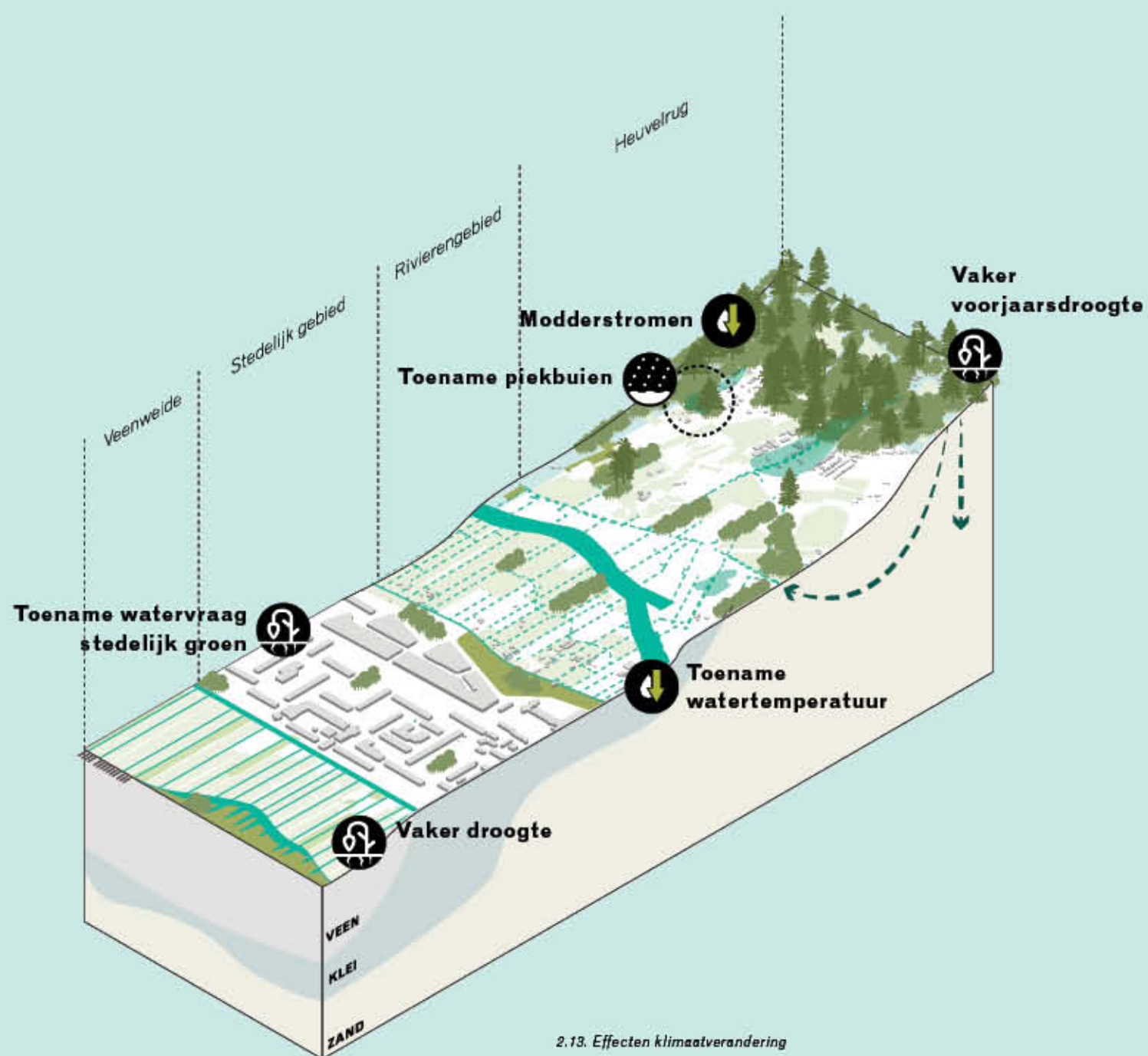


2.11. Relatie lucht- en watertemperatuur maandgemiddelde temperatuur zomerhalfjaar



2.12. Overschrijding van de watertemperatuur van 24 graden gedurende het zomerhalfjaar

RESULTATEN KLIMAATVERANDERING



EFFECTEN OP HET WATERSYSTEEM:

- 🔥 Toename watertemperatuur
- 🔥 Modderstromen
- ☁️ Toename piekbuien
- 🌵 Vaker droogte
- 🌧️ Toename watervraag
- 🌧️ Toename inundaties

INPUT VOOR SCENARIO'S:

Langzamere klimaatverandering:

GH2050/2085

neerslagsom: +5%

T10-bui zomer: +15%

natte zomerdagen: -6%

Snellere klimaatverandering:

WH2050/2085

neerslagsom: +7%

T10-bui zomer: +40%

natte zomerdagen: -16%

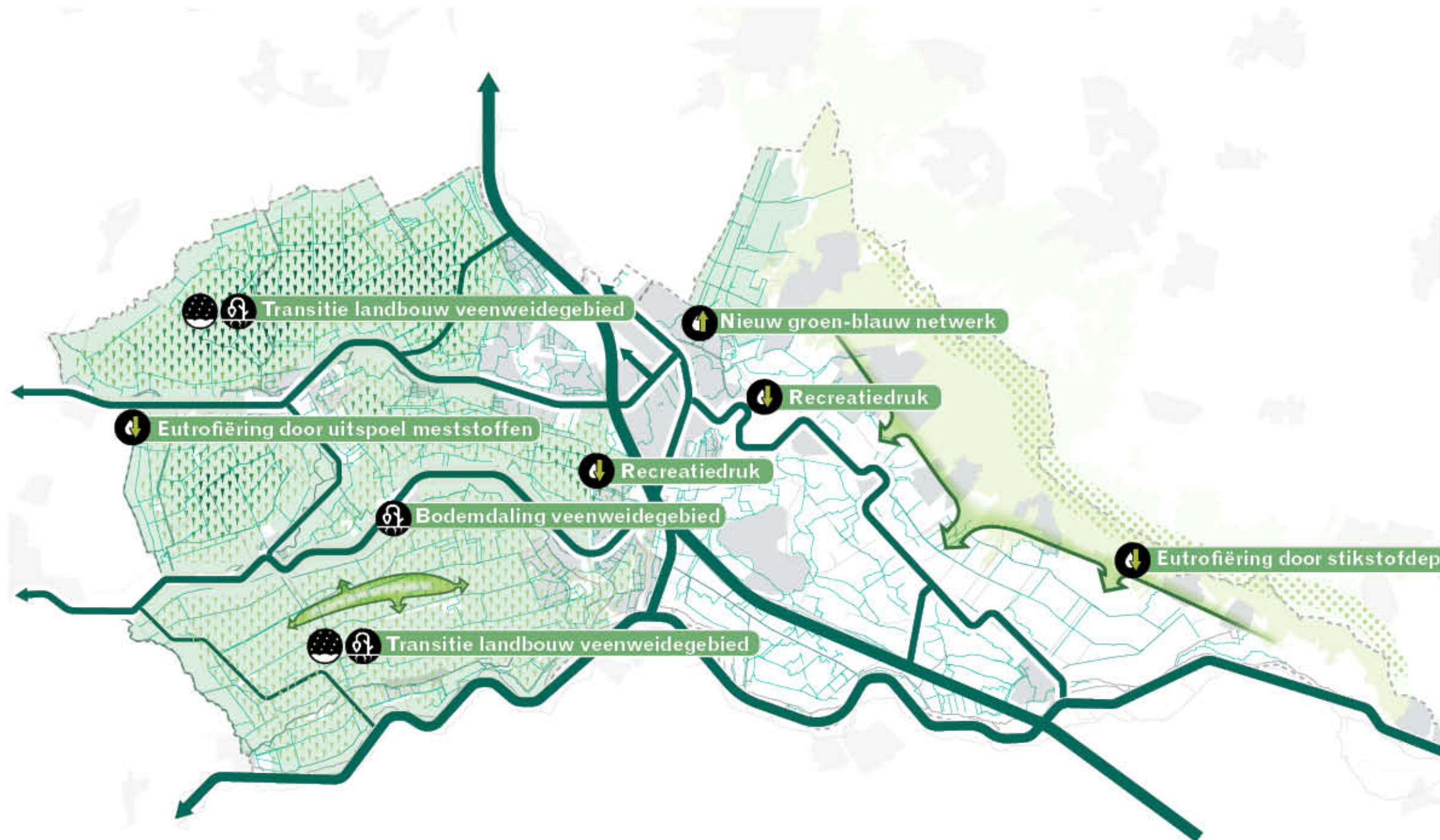
- 🔥 Verandering waterkwaliteit
- ☁️ Meer wateroverlast
- 🌵 Meer watervraag

ONTWIKKELINGEN LANDELIJK GEBIED

In het landelijk gebied speelt een aantal transitie, die grote impact hebben op het gebied en het watersysteem. De belangrijkste die in deze studie onderzocht zijn, zijn grote transitie in het veenweidegebied, zoals de vernattingsmaatregelen om bodemdaling te remmen. Deze maatregelen zorgen voor transitie in de landbouw.

Grote transitie in het veenweidegebied

Het westelijk deel van HDSR bestaat voor het grootste deel uit veengronden. Ontwatering van deze gebieden zorgt reeds eeuwenlang voor bodemdaling en de uitstoot van broeikasgassen. Bodemdaling zorgt voor een toename van de complexiteit en een toename van de onderhoudskosten van het watersysteem. Vernattingsmaatregelen - en daarbij transitie in het landelijk gebied - zijn hier noodzakelijk om het watersysteem beheerbaar te houden. Daarnaast is er een landelijke opgave om de uitstoot van CO₂ uit veenweide gebieden te reduceren. In deze studie is het effect onderzocht op het watersysteem van het grootschalig toepassen van een aantal vernattingsmaatregelen en oplossingsrichtingen (zie tabel 2.15).



2.14. Effecten ontwikkelingen landelijk gebied

Variabelen watersysteem

-  Verandering waterkwaliteit
-  Meer wateroverlast
-  Meer watervraag

Overige ontwikkelingen

-  Bodemdaling
-  Groei natuur
-  Verloofing
-  Transitie veenweidegebied

Mogelijke transitie in het veenweidegebied betreffen het veranderen van het type landbouw, bijvoorbeeld naar boeren op hoogwater (onderzoek naar een geschikt businessmodel voor landbouw op een hogere grondwaterspiegel en hier op inzetten) of de transitie naar natte teelten (inzetten op gewassen die goed op een hogere grondwaterspiegel gedijen). Figuur 2.16 geeft het berekende inundatiebeeld weer voor de ontwikkeling 'Boeren op hoogwater'. Deze ontwikkeling houdt in: een drooglegging van ca. 20 cm en de toepassing van een passief waterinfiltratiesysteem (WIS). Door de verminderde drooglegging en de verminderde bodemberging door hogere grondwaterstanden door het WIS neemt de inundatie toe.

Het vernatten van het veenweidegebied leidt ook tot een toename in de watervraag. De hogere peilen zorgen voor meer vocht in de bodem, minder droogtestress, maar ook meer verdamping. Om de hoge peilen te handhaven moet er meer water van buiten het gebied worden aangevoerd.

Verder kan het waterschap inzetten op peilfixatie, oftewel het niet mee laten zakken van het oppervlaktewaterpeil ten opzichte van de bodem als gevolg van bodemdaling. Hierdoor worden boeren geforceerd om op den duur hun businessmodel aan te passen.

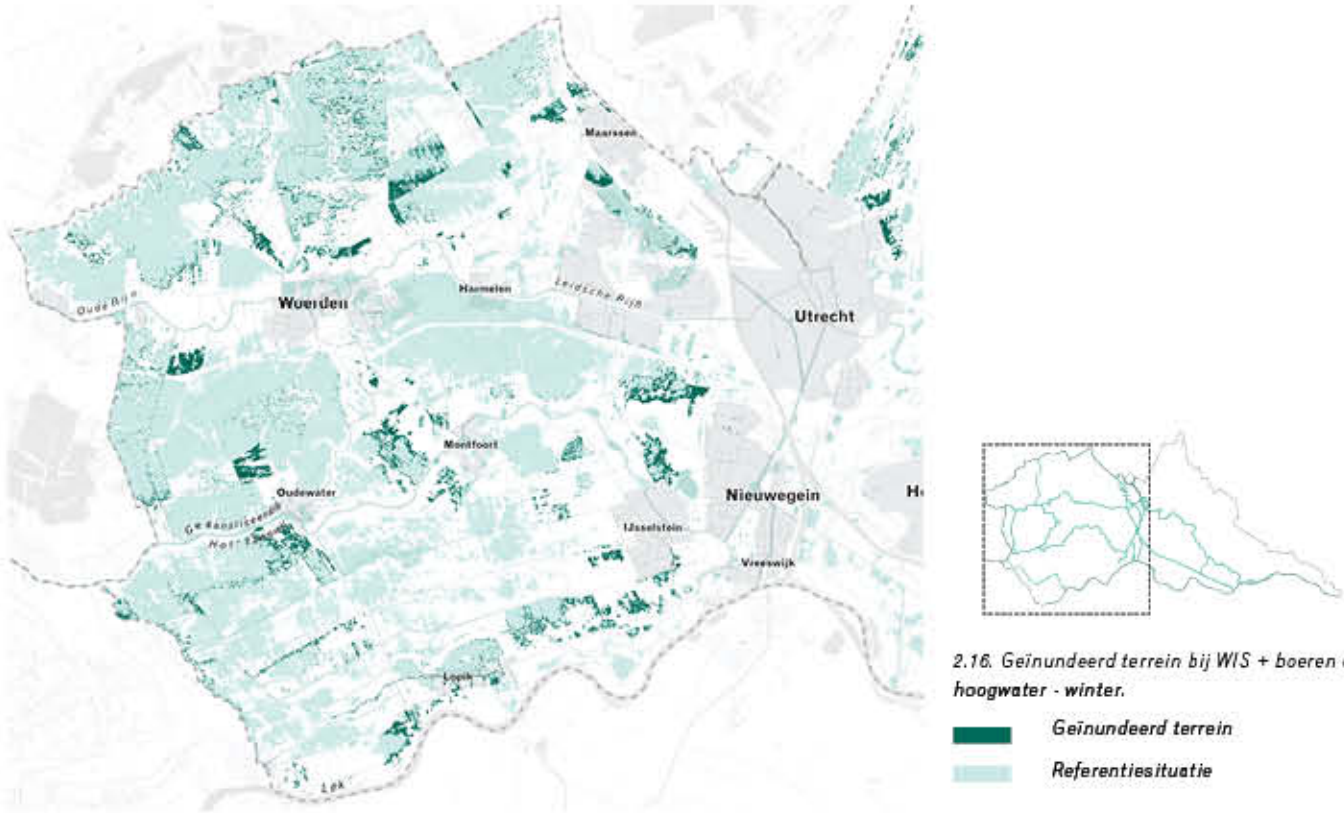
In de tabel hieronder (2.15) is voor de onderzochte ontwikkelingen in het gehele veenweidegebied, het berekende effect weergegeven op het areaal inundatie en op de watervraag.

Ontwikkeling	Omschrijving	Verandering t.o.v. referentiesituatie		
		Inundatie (zomer)	Inundatie (winter)	Watervraag
Peilfixatie	drooglegging 35 cm	+15%	+2%	+25%
Boeren op hoogwater (excl. WIS)	drooglegging 20 cm geen WIS	+50%	+10%	+75%
Natte teelten	drooglegging 10 cm	+105%	+15%	+165%
Passieve WIS	passief	+10%	-	+20%
Actieve WIS	actief	+70%	-	+110%
Boeren op hoogwater (incl. WIS)	drooglegging 20 cm passief WIS	+50%	+10%	+90%

2.15. Inundatie en watervraag onderzochte ontwikkelingen.



2.16. Geïndeerd terrein bij WIS + boeren op hoogwater - winter.



2.16. Geïndeerd terrein bij WIS + boeren op hoogwater - winter.

Figuur 2.17 geeft de verandering van de watervraag voor dezelfde ontwikkeling als de eerdere kaart (Boeren op hoogwater, incl WIS). In het gehele veenweidegebied, dat wil zeggen overal waar deze maatregel is toegepast, neemt de watervraag flink toe.

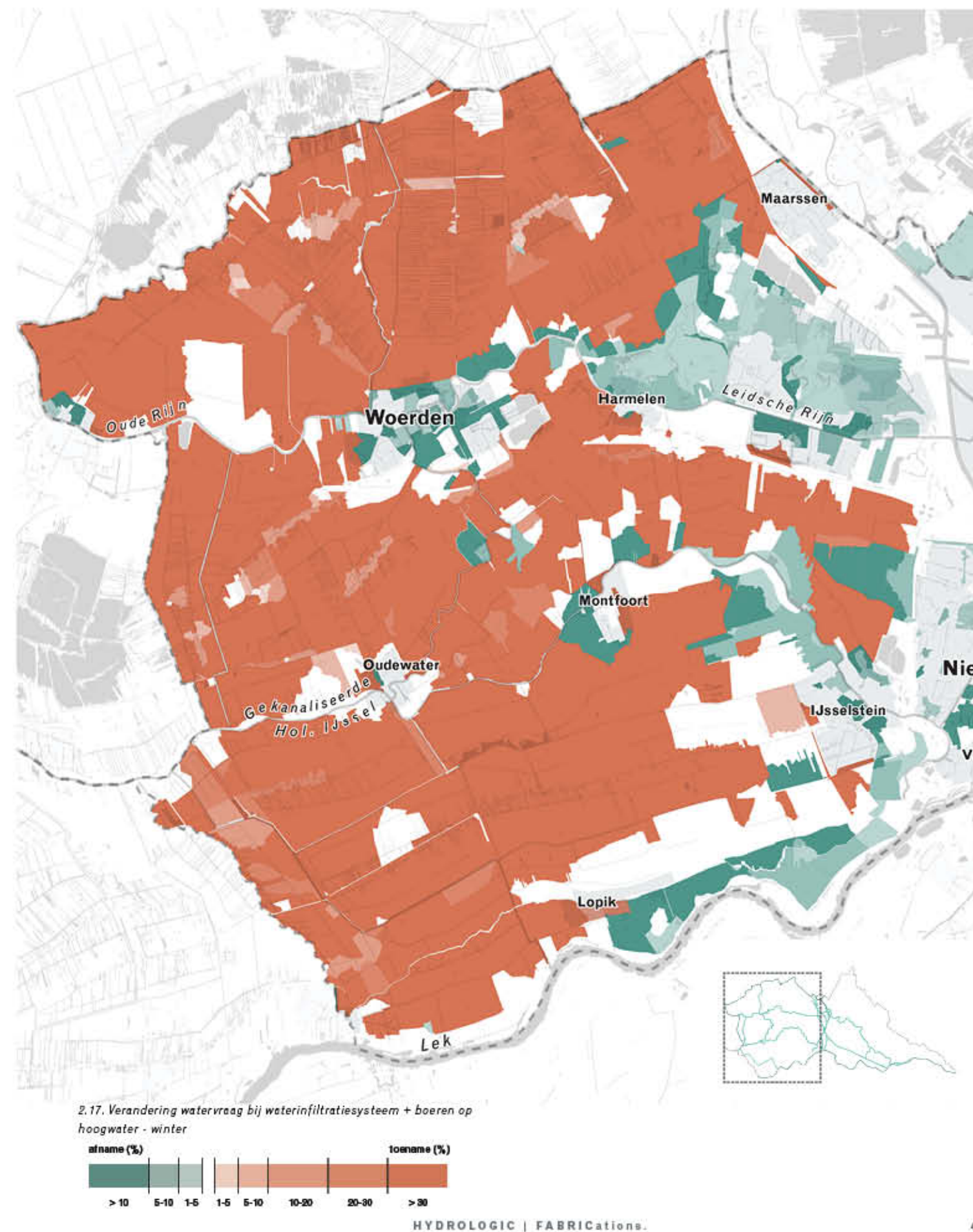
Uit de berekening volgen voor het hoofdwatersysteem geen directe hydraulische knelpunten. Of het water ook daadwerkelijk in de haarvaten van het watersysteem terecht kan komen is in deze studie niet doorgerekend. Uiteraard geldt dit zolang het water in het gebied beschikbaar is, want uiteindelijk moet er extra water van buiten het waterschap aangevoerd worden om in deze extra watervraag te voorzien. Let wel dat het inlaten van gebiedsvreemd water een negatief effect kan hebben op de waterkwaliteit, met name als gevolg van het hoge sulfaatgehalte in het inlaatwater (dit verhoogt de veenafbraak).

Landbouwtransitie

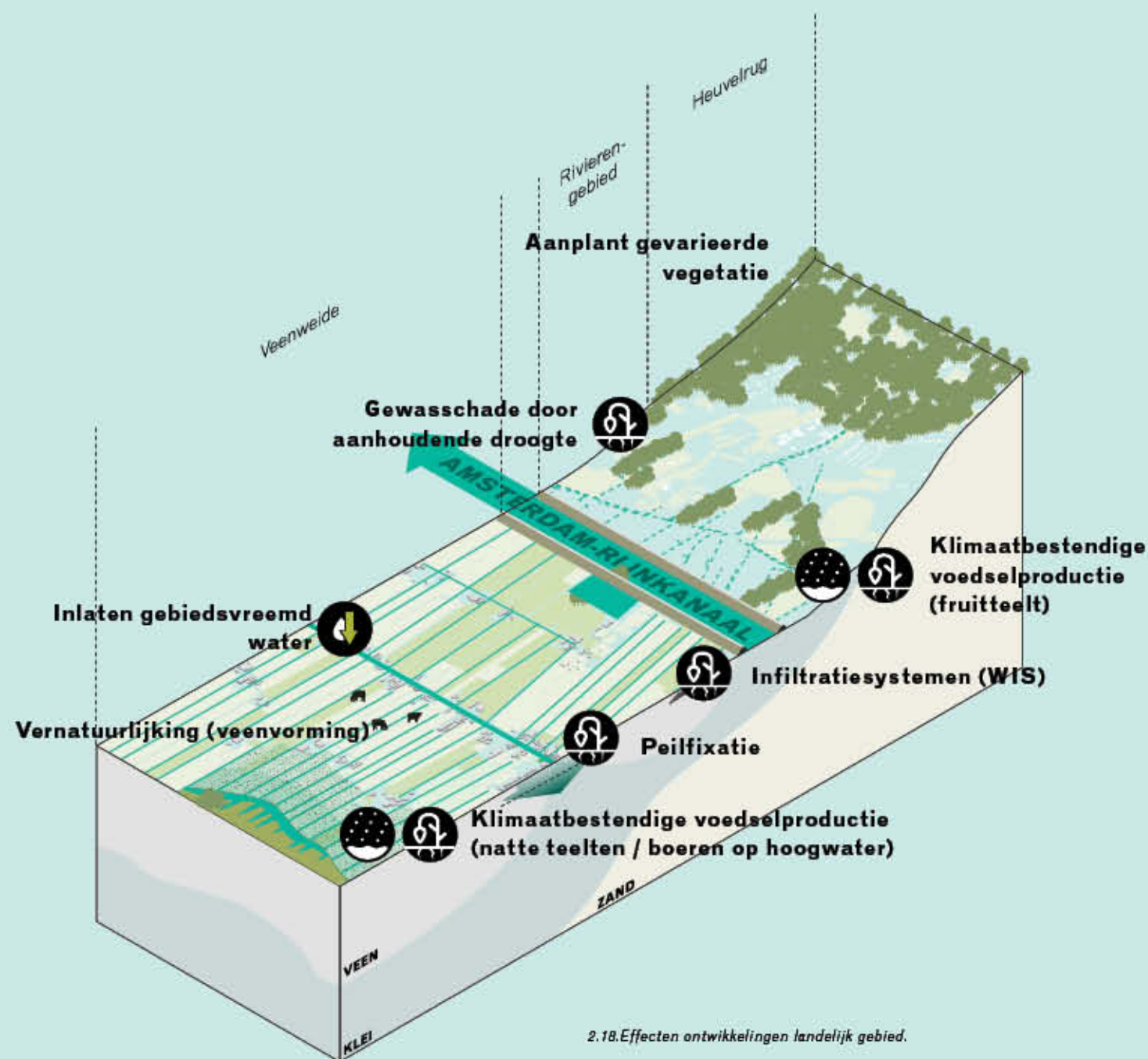
Naast bodemdaling in de veenweidegebieden krijgt de landbouw te maken met allerlei ontwikkelingen waardoor transitie noodzakelijk zijn. Bijvoorbeeld door de toenemende verstedelijkingsdruk, recreatievraag en de stikstofopgave. In deze studie is het effect onderzocht van enkele extensiveringsmaatregelen.

Utrechtse Heuvelrug

Als gevolg van de meeste klimaatscenario's neemt de neerslag jaarrond toe en stijgt de de grondwaterstand op de Utrechtse Heuvelrug. Echter, de toenemende kans op langdurige droogte en opeenvolgende periodes van droogte (zeker in het groeiseizoen) zijn een groeiend probleem voor de waterbeschikbaarheid (zie: [Bouwstenen Blauwe Agenda Utrechtse Heuvelrug](#), 2021). Wanneer in dat geval de grondwaterstand daalt, kan dit worden tegengaan door water langer vast te houden of meer water te infiltreren. Bijvoorbeeld door actief in te zetten op aanplant van aangepaste en meer gevarieerde vegetatie op de Heuvelrug, waardoor het grondwater hier beter zal worden vastgehouden en bij wordt gedragen aan specifieke natuurwaarden. Door toenemende verstedelijking zullen er ook nieuwe bronnen van drinkwater gevonden moeten worden. Drinkwateronttrekking op de Heuvelrug is een mogelijkheid, maar dit zal zonder verder ingrijpen tot een verlaging van de grondwaterstand leiden (zie: [Bouwstenen Blauwe Agenda Utrechtse Heuvelrug](#), 2021).



RESULTATEN ONTW. LANDELIJK GEBIED



2.18. Effecten ontwikkelingen landelijk gebied.

ONTWIKKELINGEN:

- Transitie veenweidegebied, mogelijke ontwikkelrichtingen: klimaatbestendige voedselproductie (natte teelten / boeren op hoogwater), peilfixatie, infiltratiesystemen (WIS), vernatuurlijking (veenvorming).
- Ontwikkelingen als gevolg van klimaatverandering op het landelijk gebied.

(MAATREGELEN MET) EFFECTEN OP HET WATER-SYSTEEM:

- Klimaatbestendige voedselproductie
- Infiltratiesystemen (WIS)
- Peilfixatie
- Gewasschade door aanhoudende droogte
- Inlaten gebiedsvreemd water
- Vernatuurlijking

INPUT VOOR SCENARIO'S:

Weinig sociaaleconomische groei:

Tot 2050, zoveel mogelijk handhaven huidig landgebruik.
2050-2085 vernatuurlijking veenlandschap.

Veel sociaaleconomische groei:

Tot 2050, focus op klimaatadaptief boeren (50% boeren op hoogwater).
2050-2085 focus op klimaatadaptief boeren (100% boeren op hoogwater).

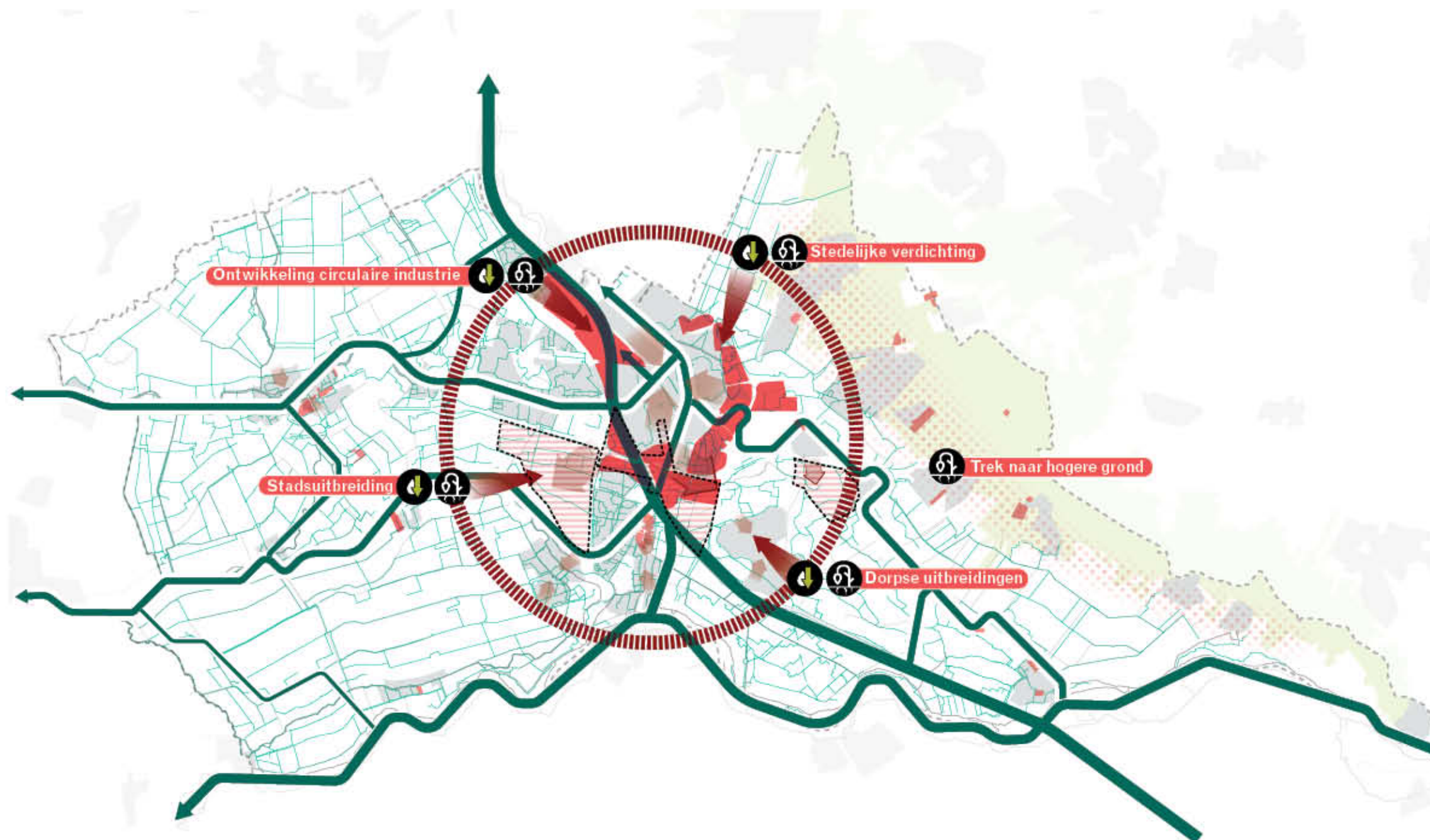
STEDELIJKE ONTWIKKELING

Omvangrijk verstedelijkingsperspectief

Het ligt in de lijn der verwachting dat de verstedelijking flink gaat toenemen in de provincie Utrecht, al hangt de uiteindelijke verstedelijking af van een groot aantal factoren. Een goede voorspelling over het aantal woningen dat tot 2070 gebouwd gaat worden, is daardoor niet eenvoudig te maken. Op basis van verschillende regionale visies en prognoses (waaronder U16 tot 2040, Utrecht Nabij en bevolkingsprognoses van het CBS) is de verwachting dat er maximaal 330.000 extra woningen in het waterschap worden bijgebouwd tot 2070. Afhankelijk van onder andere de sociaaleconomische groei tot die tijd zal het echte aantal waarschijnlijk tussen de 120.000 en 330.000 extra woningen liggen.

Stedelijke uitrol en verdichting

Net als het aantal woningen zijn ook de plaats en vorm van die woningen belangrijk. Zo beïnvloedt een flat met evenveel woningen als een straat met grondgebonden woningen het watersysteem op een andere manier. Het ligt in de lijn der verwachting dat de komende tijd bestaande stedelijke gebieden zullen gaan inbreiden en verdichten, hier zal de stad Utrecht verreweg het grootste aandeel in hebben. Vervolgens zullen ook de kernen rondom Utrecht intensiever worden verdicht en zullen uitbreidingslocaties (Rijnenburg, A12-zone en Bunnik-Zuid) ontwikkeld worden.



2.19. Effecten stedelijke ontwikkelingen.
Variabelen watersysteem

-  Verandering waterkwaliteit
-  Meer wateroverlast
-  Meer watervraag

Stedelijke ontwikkelingen

-  Stedelijk Ontwikkelplan Utrecht Nabij
-  Verdichting
-  Uitbreidingslocaties
-  Clustering stedelijke ontwikkelingen
-  Trek naar hogere gronden

Verstedelijkingsperspectief

Ontwikkelingen in stedelijk gebied, zowel in bestaand als in nieuw stedelijk gebied, kunnen op verschillende manieren impact hebben op het watersysteem. Van oudsher is deze impact overwegend negatief: een toename van de verharding betekende een toename van de afvoer(pieken) en een extra belasting op het omliggende watersysteem. Ook de inrichting van de stedelijke waterpartijen hield in het verleden veel te wensen over, waardoor de ecologische potentie beperkt was. Tenslotte zorgden riooloverstorten voor een biologische en chemische belasting van het water.

In de loop der tijd is hierin veel veranderd. Sinds de jaren '70 worden er geen gemengde rioleringsstelsels meer aangelegd. De grootschalige stedelijke uitbreidingen zoals de Vinex locaties, kenmerken zich door grote waterpartijen, waarmee veel bergingsruimte is gecreëerd en de belasting op het omliggende watersysteem is verminderd. Ook is er meer aandacht voor 'zachte' oevers en ecologisch onderhoud, waarmee de ecologische potentie is verbeterd.

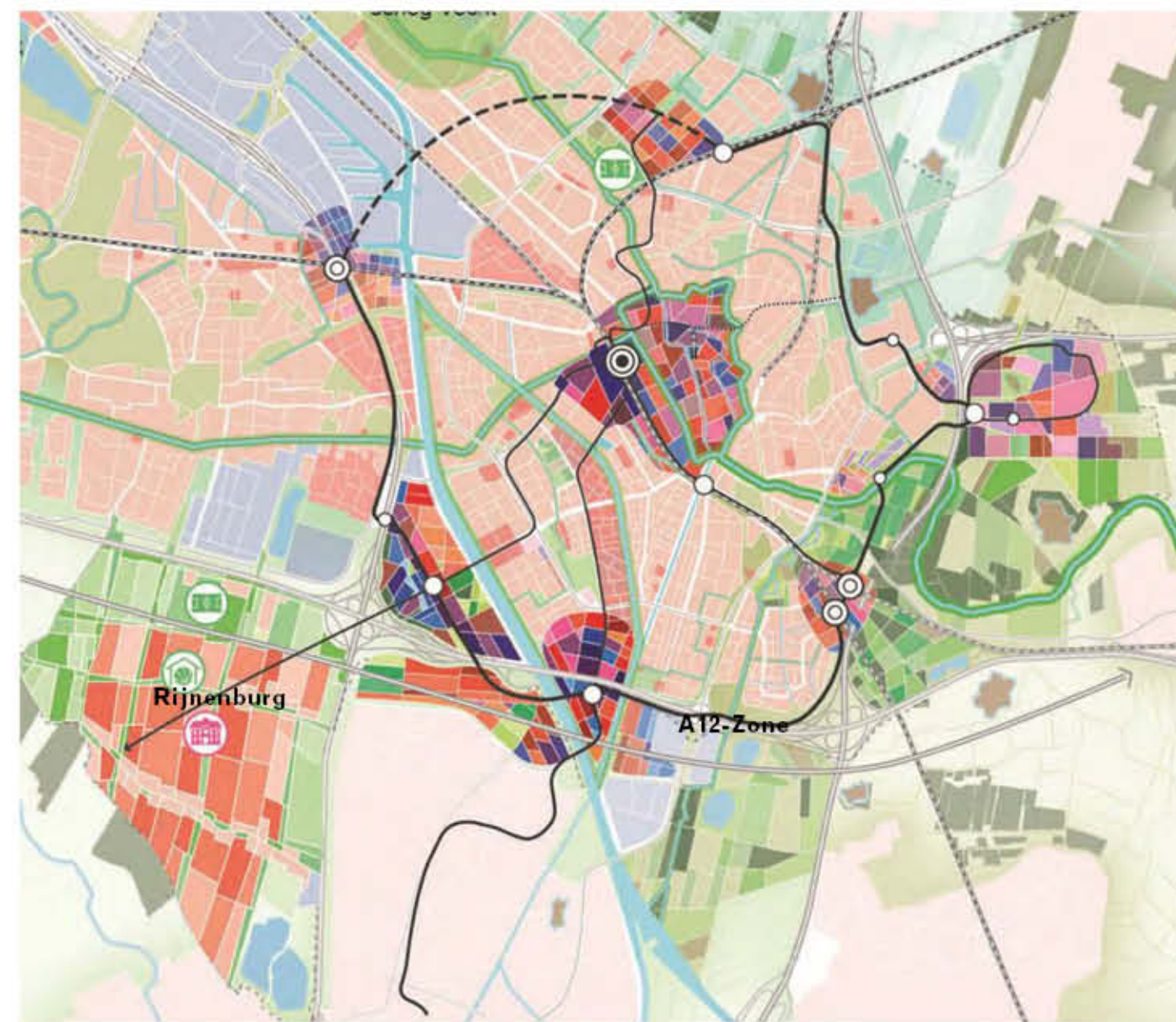
De interactie tussen bebouwd gebied en het watersysteem is door de grote verscheidenheid moeilijk eenduidig vast te stellen. Het is ook afhankelijk van diverse kleinschalige factoren en vraagt gedetailleerde gegevens zoals type verharding, de aanwezigheid van drainage en details over het rioleringsstelsel. De voor deze studie gebruikte modellen bevatten deze informatie niet. De precieze effecten van bijvoorbeeld klimaatverandering (temperatuur, heftige buien) in het stedelijk gebied zijn in deze studie dan ook niet modelmatig in beeld gebracht. De impact van stedelijk gebied op de omgeving kan wel op hoofdlijnen in beeld worden gebracht. De hoofdlijnen betreffen hier: effecten van uitbreidingslocaties en grootschalige aanpassing van de verhardingspercentages of bergingsmogelijkheden.

De huidige prognoses voor de toename van het aantal woningen kijken op nationale schaal vooruit tot ca. 2050. Voor de regio Utrecht bestaat een getalsmatige prognose tot en met 2040. In deze prognose wordt het overgrote

deel van de te realiseren woningen binnen bestaand stedelijk gebied gerealiseerd, via de concepten van Brownfieldontwikkelingen (voormalig industrieterrein, omzetting kantoor naar woonlocaties), binnenstedelijk verdichten (randen, voormalige sportvelden) en vitale kernen (beperkte uitbreiding bestaande kernen t.b.v. eigen bevolkingsgroei). Verder zijn er in de Regio Utrecht twee uitleglocaties (nieuw stedelijk gebied) voorzien: de A12 zone nabij Bunnik en Rijnenburg, tussen Nieuwegein en De Meern.



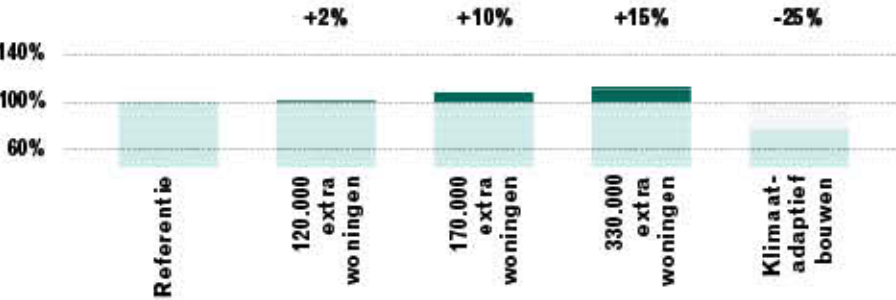
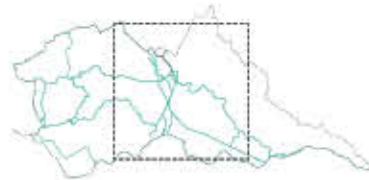
2.20. Binnenstedelijke verdichting Merwedekanaalzone, Utrecht. OKRA.



2.21. Verstedelijkingsperspectief Utrecht 2040. Gemeente Utrecht.

2.22. Vermindering inundatie-oppervlak als gevolg van klimaatadaptief bouwen (stedelijk - zomer).

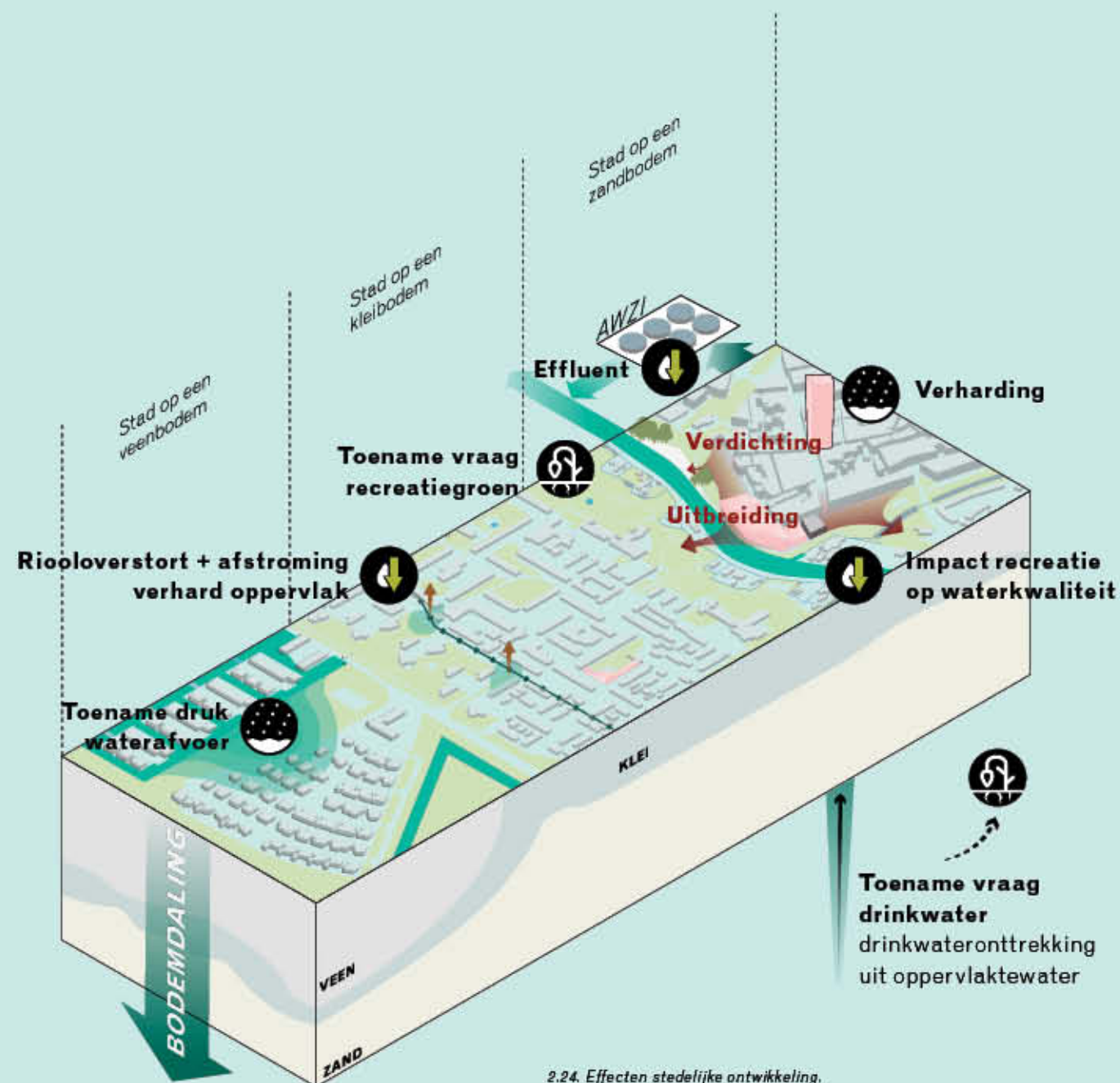
Geinundeerd terrein
Referentiesituatie



NB: let wel dat er voor klimaatadaptief bouwen rekening is gehouden met een berging van 70 mm, of deze berging in de praktijk gerealiseerd kan worden is een punt voor nader onderzoek.

2.23. Verandering inundatie-oppervlak (stedelijk - zomer).

RESULTATEN STEDELIJKE ONTWIKKELING



2.24. Effecten stedelijke ontwikkeling.

ONTWIKKELINGEN:

- Vooral stedelijke verdichting.
- Stedelijke uitbreiding na 2050: realisatie Rijnenburg (max. 40.000 woningen), A12-zone (max. 24.000 woningen) en Bunnik Zuid (5.000 woningen).
- Stedelijke uitbreiding na 2070.

EFFECTEN OP HET WATERSYSTEEM:

- Toename druk waterafvoer
- Verharding
- Impact recreatie op waterkwaliteit
- Toename vraag recreatiegroen.
- Toename vraag drinkwater
- Riooloverstort (in bestaande stad) + afstroming verhard oppervlak.
- Klimaatadaptief bouwen.

INPUT VOOR SCENARIO'S:

Weinig sociaaleconomische groei:

- Tot 2050, 120.000 extra woningen (vooral verdichting),
- 2050-2085 geen extra woningen.

Veel sociaaleconomische groei:

- Tot 2050, 170.000 extra woningen (vooral verdichting),
- 2050-2085 160.000 extra woningen (uitbreidingslocaties).

BOVENREGIONAAL WATERSYSTEEM

Solide samenwerking als basis voor een weerbaar watersysteem

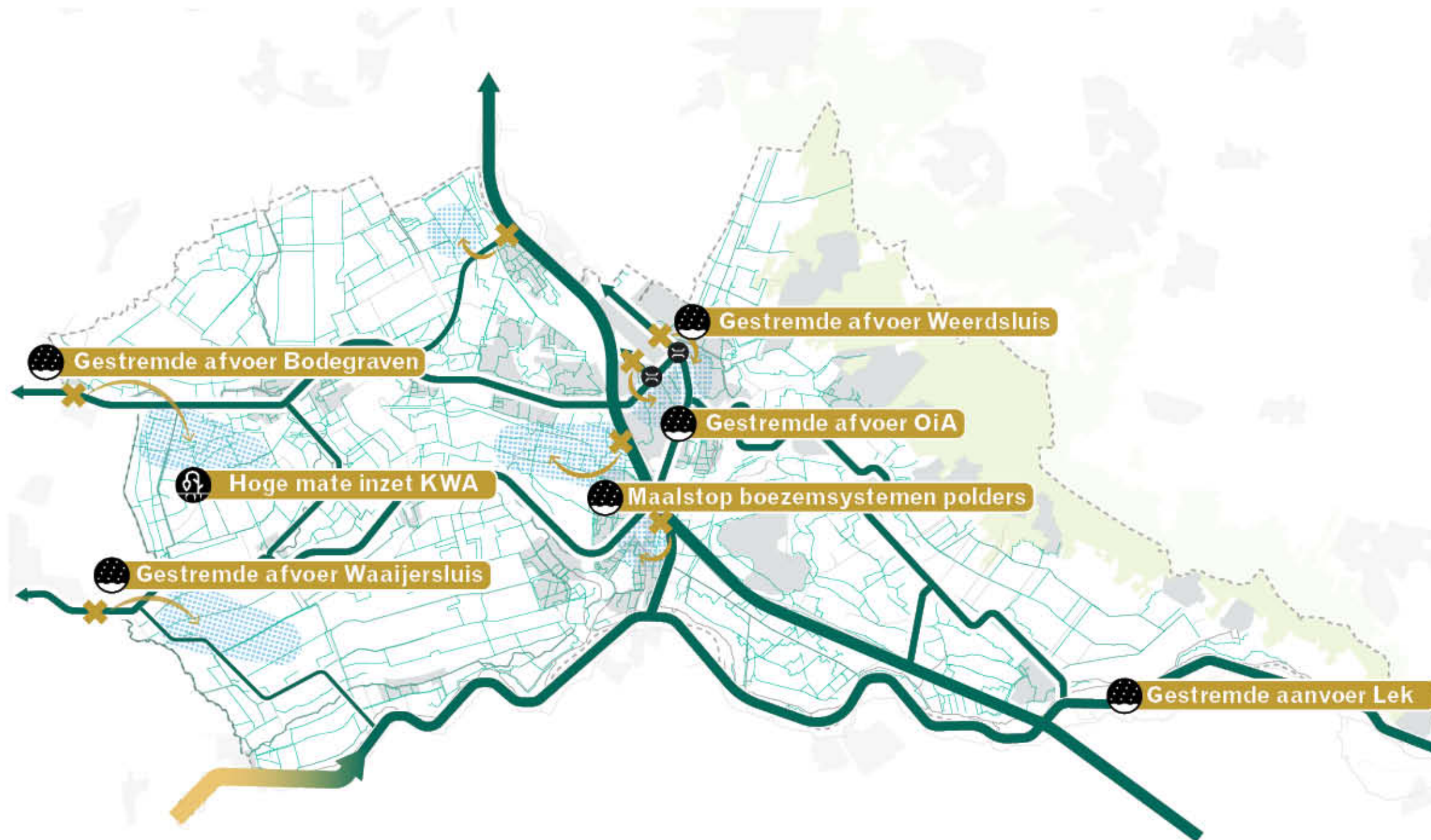
Zoals eerder is genoemd, ligt het watersysteem van HDSR niet autonoom in de regio. Een gedegen samenwerking met omliggende waterschappen en Rijkswaterstaat bieden het waterschap houvast tijdens toekomstige extremere periodes van droogte en overlast. Door langere periodes van regen zullen de maalstops op het Amsterdam-Rijnkanaal, de Gekanaliseerde Hollandse IJssel en de Oude Rijn vaker in werking treden, met als resultaat inundaties.

Stremming waterafvoer door maalstops

Bij te hoog water treden de maalstops op het Amsterdam-Rijnkanaal op. In het model wordt als eerste de afvoer van de polders naar het Amsterdam-Rijnkanaal gestremd. Daarna wordt de afvoer óf bij Oog in Al óf bij de Vecht gestremd. Als laatste is de stremming van de afvoer van zowel de polders als Oog in Al én de Vecht gemodelleerd. Ook de afvoer richting West-Nederland bij Bodegraven en Gouda kan gestremd worden. Hierdoor treden maalstops op het boezemsysteem van HDSR op en krijgt het omliggende veenweidegebied te maken met inundatie.

Klimaatbestendige wateraanvoer

Het waterschap speelt een belangrijke rol in het tegengaan van verzilting in West-Nederland. Bij periodes van extreme droogte kan door verzilting van inlaatpunten onvoldoende zoet water aangevoerd worden door de waterschappen Rijnland, Delfland en Schieland & Krimpenerwaard vanuit de reguliere inlaatpunten. Dit maakt de waterschappen afhankelijk van de aanvoer van zoetwater vanuit het waterschap. Ter bevordering van deze zogenaamde Klimaatbestendige Wateraanvoer (KWA) zijn er al grote investeringen gedaan in het watersysteem om pompcapaciteit te vergroten, watergangen te verbreden en de doorstroming te bevorderen.



2.25. Effecten bovenregionaal watersysteem.

Variabelen watersysteem

- Verandering waterkwaliteit
- Meer wateroverlast
- Meer watervraag

Ontwikkelingen bovenregionaal watersysteem

- Stremming afvoer
- Wateroverlast

Mogelijke maalstops

Een maalstop op het Amsterdam-Rijnkanaal (ARK) leidt tot flinke inundaties direct ten westen van het kanaal (fig. 2.26). Een aantal grote gemalen, die lozen op het ARK, de Leidse Rijn of de boezem van AGV moeten in dat geval uit. Ook op het Eiland van Schalkwijk ontstaan inundaties. In deze berekeningen is er vanuit gegaan dat het vrij afwaterende Kromme Rijngebied kan blijven lozen

via de Weerdsluis en de spuisluis Oog in AI. In dit gebied worden dan ook geen inundaties berekend.

Wanneer zelfs de afvoer via de Weerdsluis en de spuisluis Oog in AI gestremd is, ontstaan ook in de stad Utrecht op grote schaal inundaties (fig. 2.27). Hierbij wordt opgemerkt dat het water in de praktijk over het maaiveld alsnog zijn weg zal

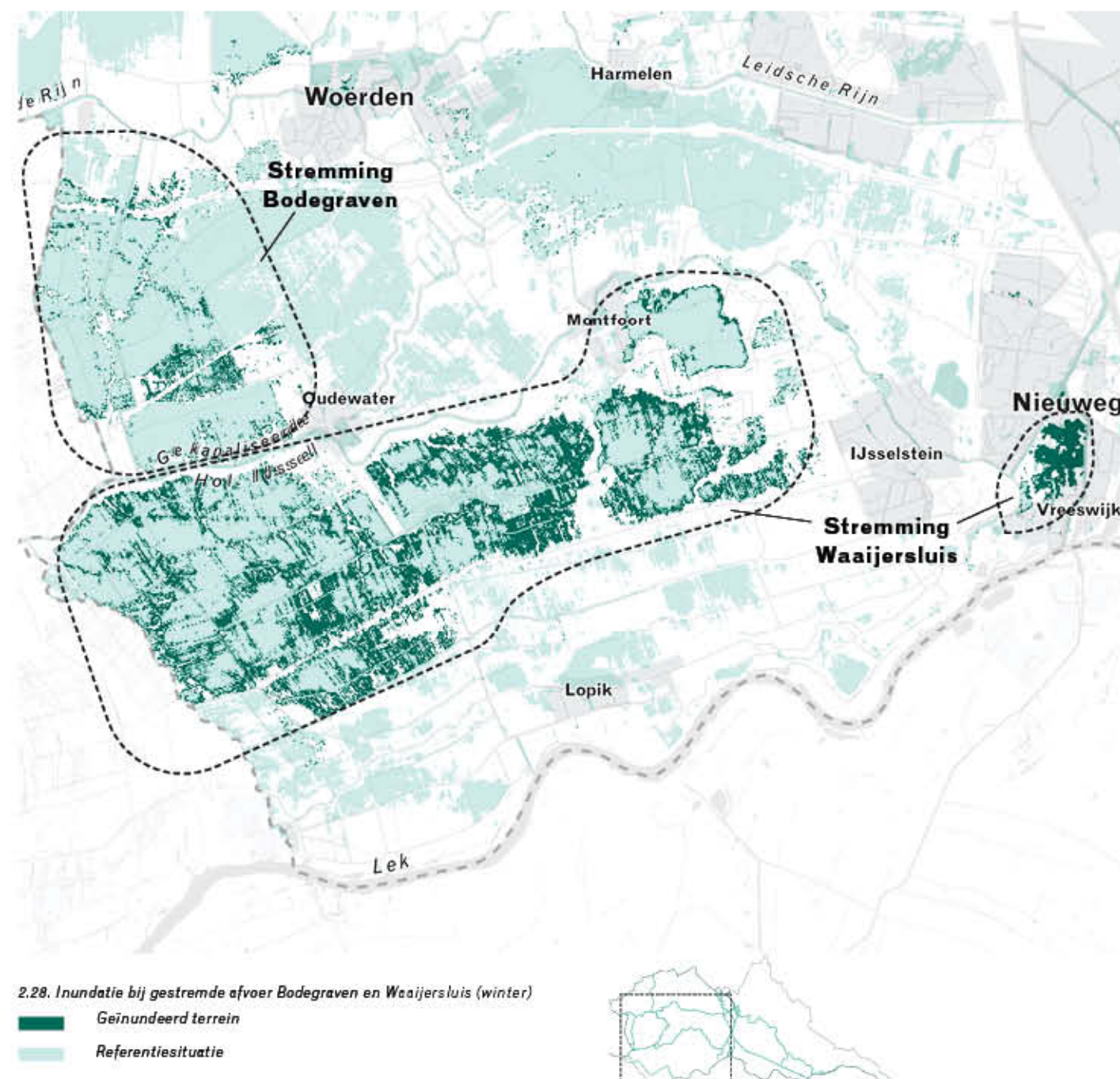
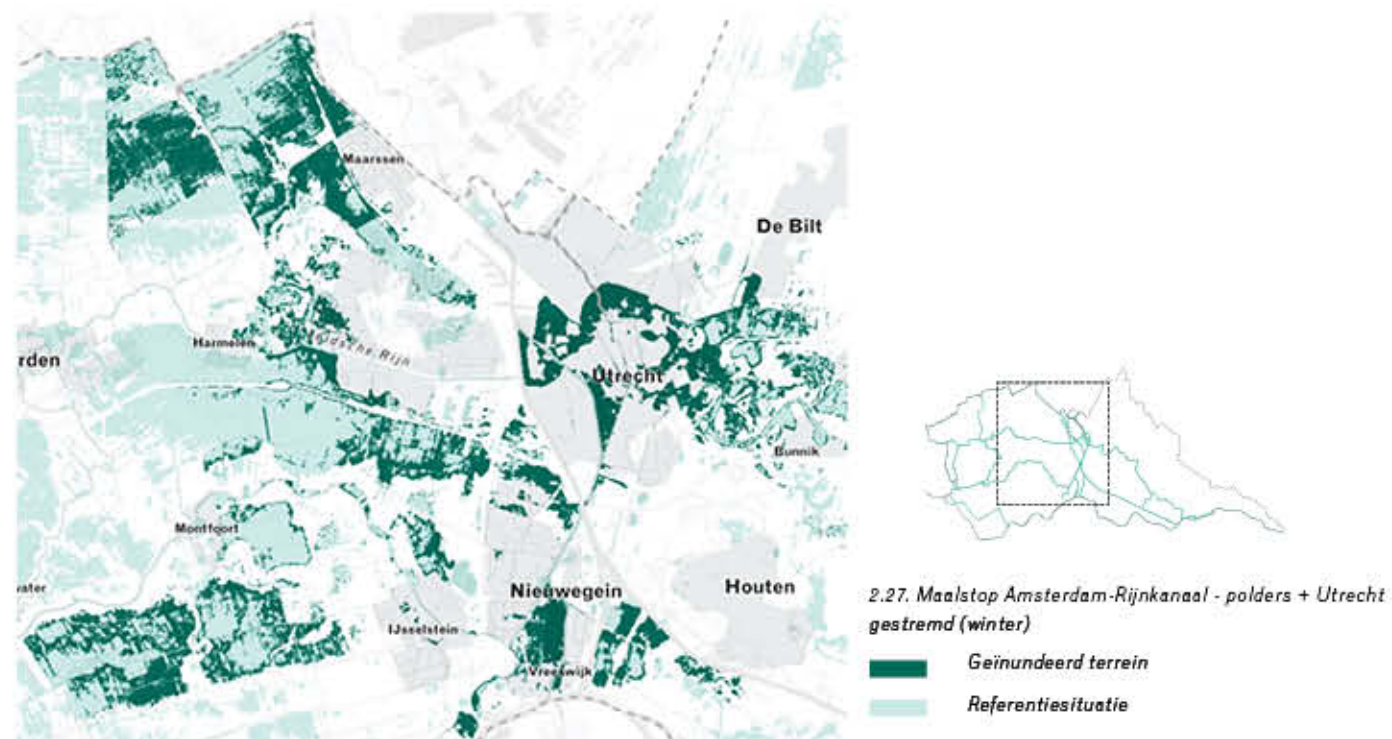
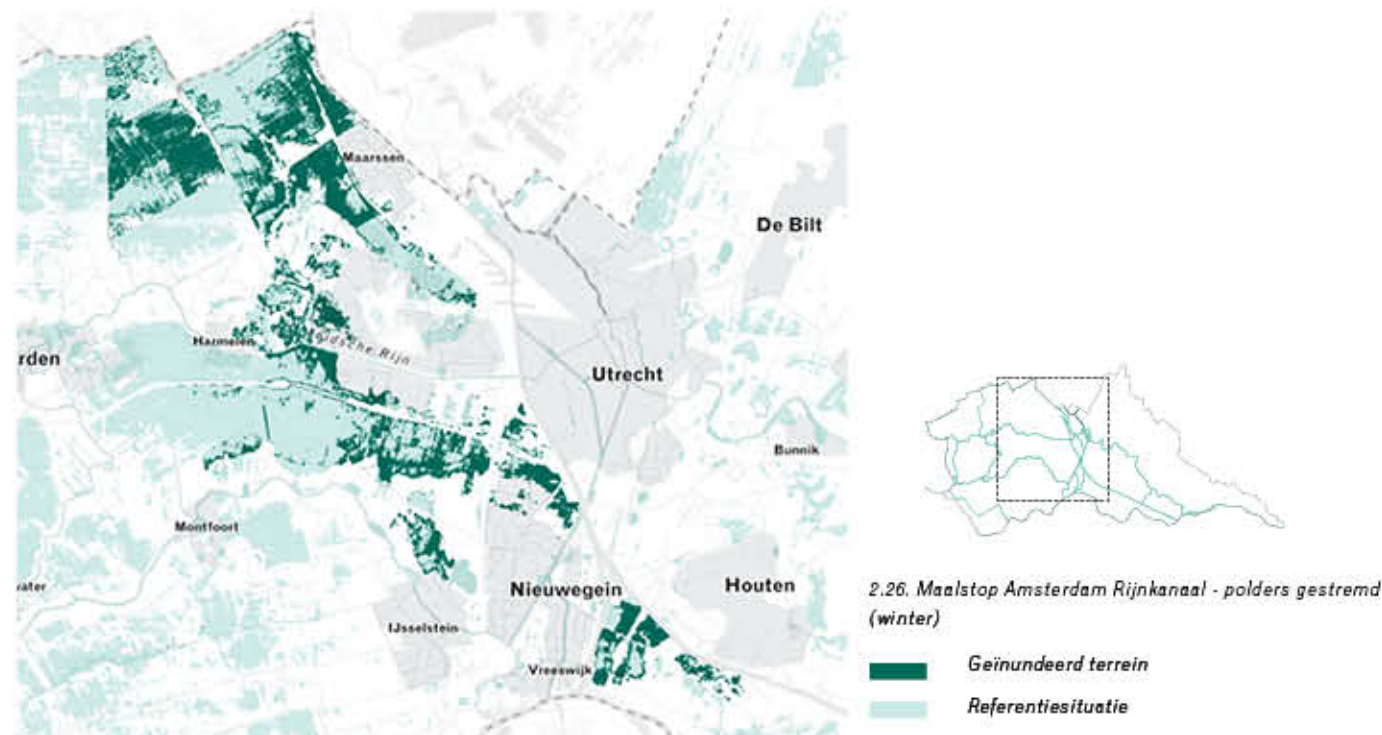
zoeken naar het laagste punt en uiteindelijk in het ARK terecht komt. Dit proces wordt echter niet door het model gesimuleerd.

Gestremde afvoer Bodegraven (winter)

Als gevolg van de maalstop bij Bodegraven neemt de waterstand op de Oude Rijn toe waardoor de afwatering naar de Oude Rijn wordt bemoeilijkt. Hierdoor ontstaan inundaties in het gebied tussen Woerden en Oudewater.

Gestremde afvoer Waaiersluis (winter)

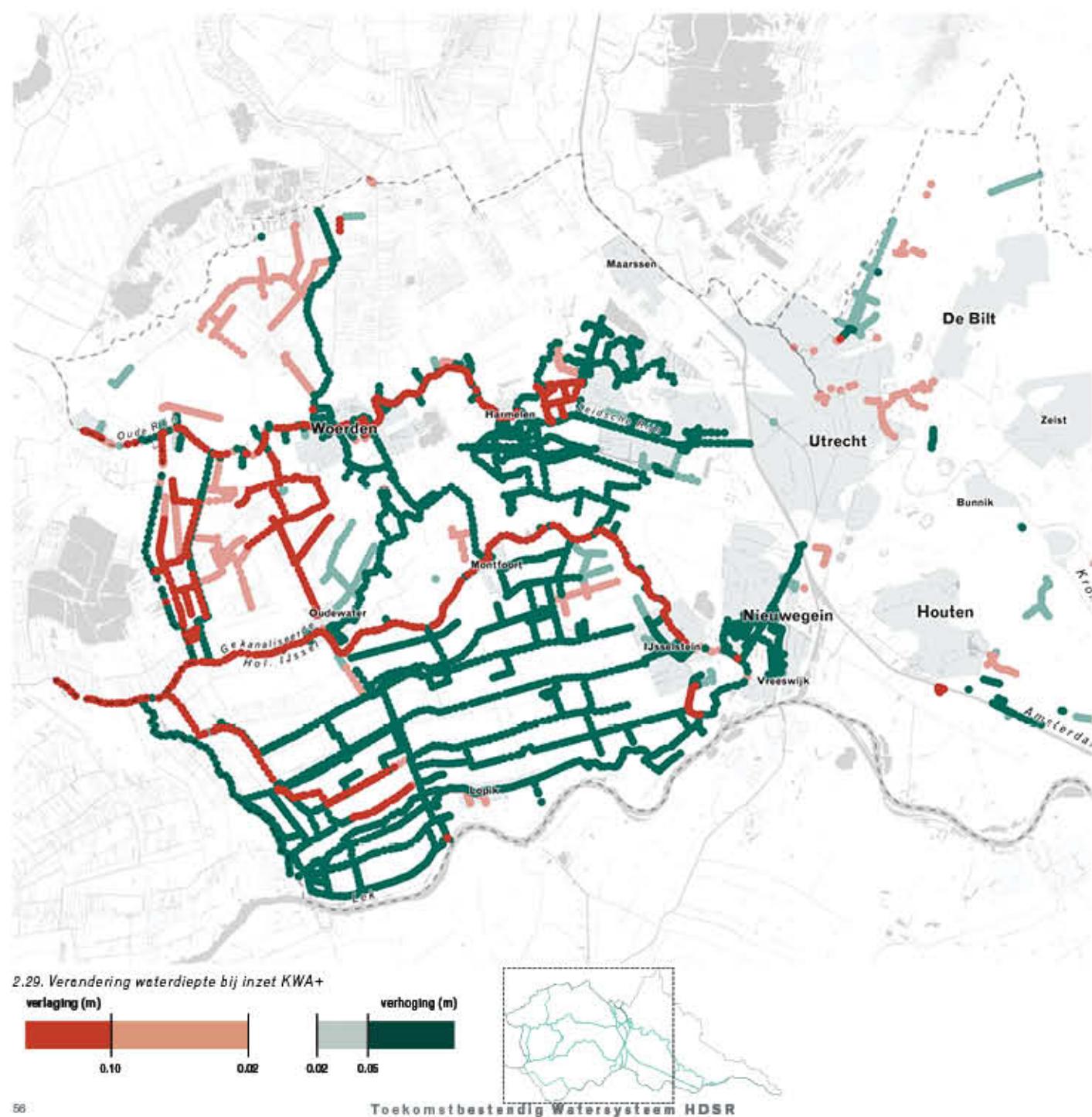
Een gestremde afvoer bij de Waaiersluis leidt tot hogere waterstanden op de Gekanaliseerde Hollandse IJssel. Hierdoor treedt een maalstop op, waarvan met name de Lopikerwaard last heeft: het water dat niet afgevoerd wordt naar de GHIJ zorgt voor grootschalige inundaties in het noorden van de Lopikerwaard.



Inzet KWA+

De Klimaatbestendige Wateraanvoer (KWA) is een afspraak tussen vier waterschappen (de Stichtse Rijnlanden, Rijnland, Delfland en Schieland en de Krimpenerwaard) en Rijkswaterstaat waarbij bij aanhoudende droogte water wordt doorgevoerd van het ARK en de Lek naar Rijnland en de Hollandsche IJssel. In figuur 2.29 is te zien dat de

inzet van de KWA (en de KWA+, dit is met vergrote capaciteit) gevolgen heeft voor een groot deel van het watersysteem van het waterschap ten westen van het ARK. Om voldoende water door te voeren, moet verhang worden gecreëerd. Dit leidt tot een verandering van peilen in de boezemwatergangen en de Lopikerwaard.



Beperkte inlaat

Ook in droge periodes kunnen ontwikkelingen in het bovenregionaal systeem impact hebben op het watersysteem. De inlaat vanuit het ARK of de Lek zou in bepaalde situaties beperkt of gestremd kunnen worden door lage rivierstanden. De berekeningen aan deze situaties laten geen grote knelpunten zien. Dit is deels verklaarbaar doordat de verschillende inlaten (Wijk bij Duurstede, ARK, Koekoek) elkaar kunnen compenseren. Het wegvallen van één inlaat is dan niet direct problematisch. Alleen in een situatie van extreme droogte en lage rivierstanden is het in de huidige situatie mogelijk dat alle inlaten tegelijkertijd gestremd zijn.

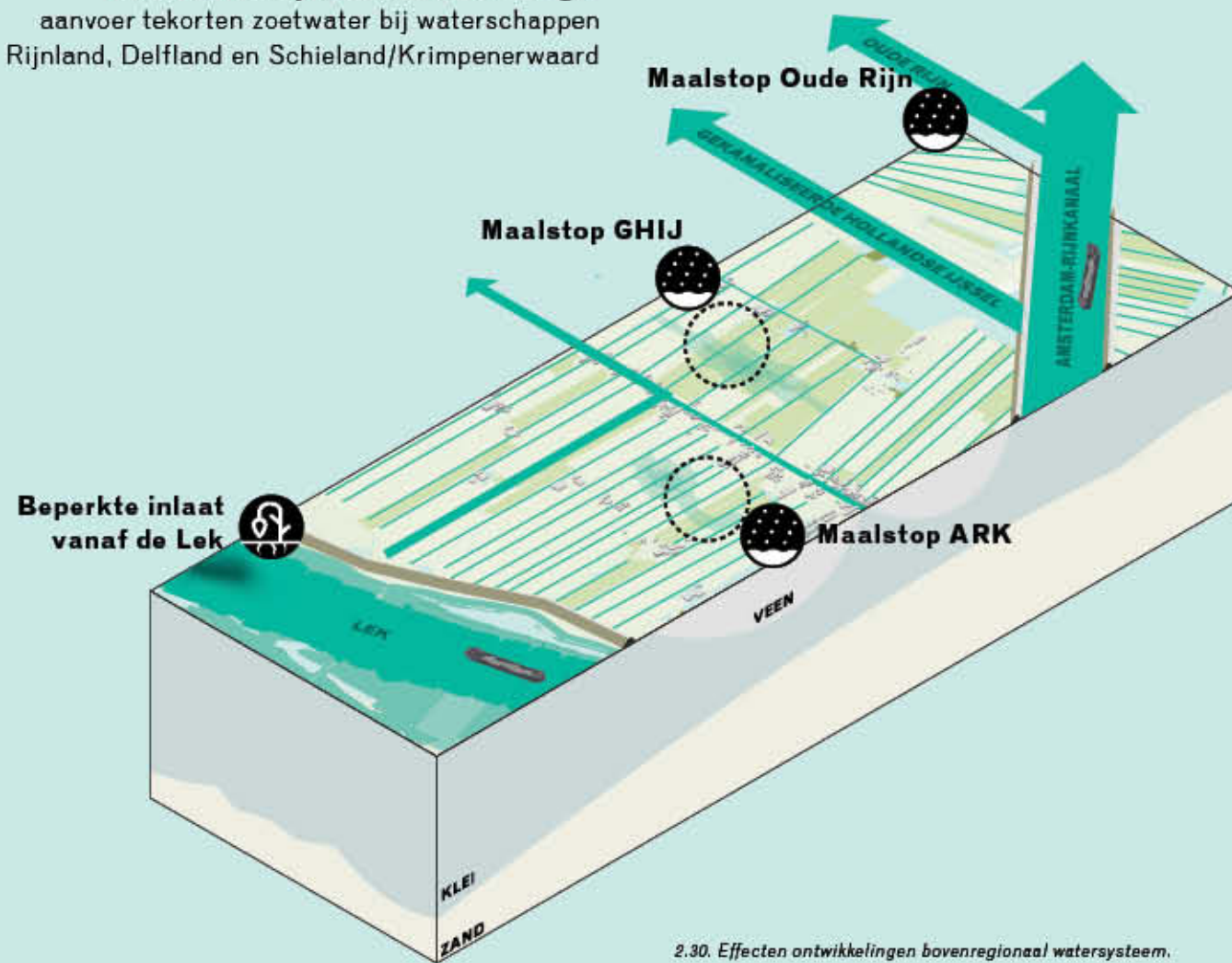
Effecten waterkwaliteit

Het inlaten van gebiedsvreemd water is vanuit waterkwaliteitsoogpunt in principe ongewenst. Ook als de nutriëntenconcentraties in het inlaatwater lager zijn dan de concentraties in het gebiedseigen water, de aanwezigheid van sulfaat in het rivierwater heeft een ongunstig effect in het gebied: het verdringt het aan de bodem gebonden sulfaat, waardoor dit beschikbaar komt in de waterkolom. Ook versnelt sulfaat de afbraak van veen, waarbij ook weer nutriënten vrijkomen.

Inlaatwater kan wel voorkomen dat er droogval optreedt. Droogval heeft een groter negatief effect op de ecologie dan een toename van nutriënten.

RESULTATEN BOVENREGIONAAL WATERSYSTEEM

Inzet KWA+ bij aanhoudende droogte
aanvoer tekorten zoetwater bij waterschappen
Rijnland, Delfland en Schieland/Krimpenerwaard



2.30. Effecten ontwikkelingen bovenregionaal watersysteem.

ONTWIKKELINGEN:

- Toename overstroomingsrisico waterschap AGV door te hoog waterpeil Amsterdam-Rijnkanaal.
- Stremmingen afvoer door te hoog waterpeil Amsterdam-Rijnkanaal.
- Inzet KWA+ bij aanhoudende droogte (aanvoer tekorten zoetwater bij waterschappen Rijnland, Delfland en Schieland/Krimpenerwaard).
- Stremmingen inlaat vanaf het Amsterdam-Rijnkanaal of de Lek.

EFFECTEN OP HET WATERSYSTEEM:

- **Toename geïnundeerd areaal**
- **Verminderde wateraanvoer**
- **Inzet KWA**

INPUT VOOR SCENARIO'S:

Langzamere klimaatverandering:

- Geen onverwachte ontwikkelingen.

Snellere klimaatverandering:

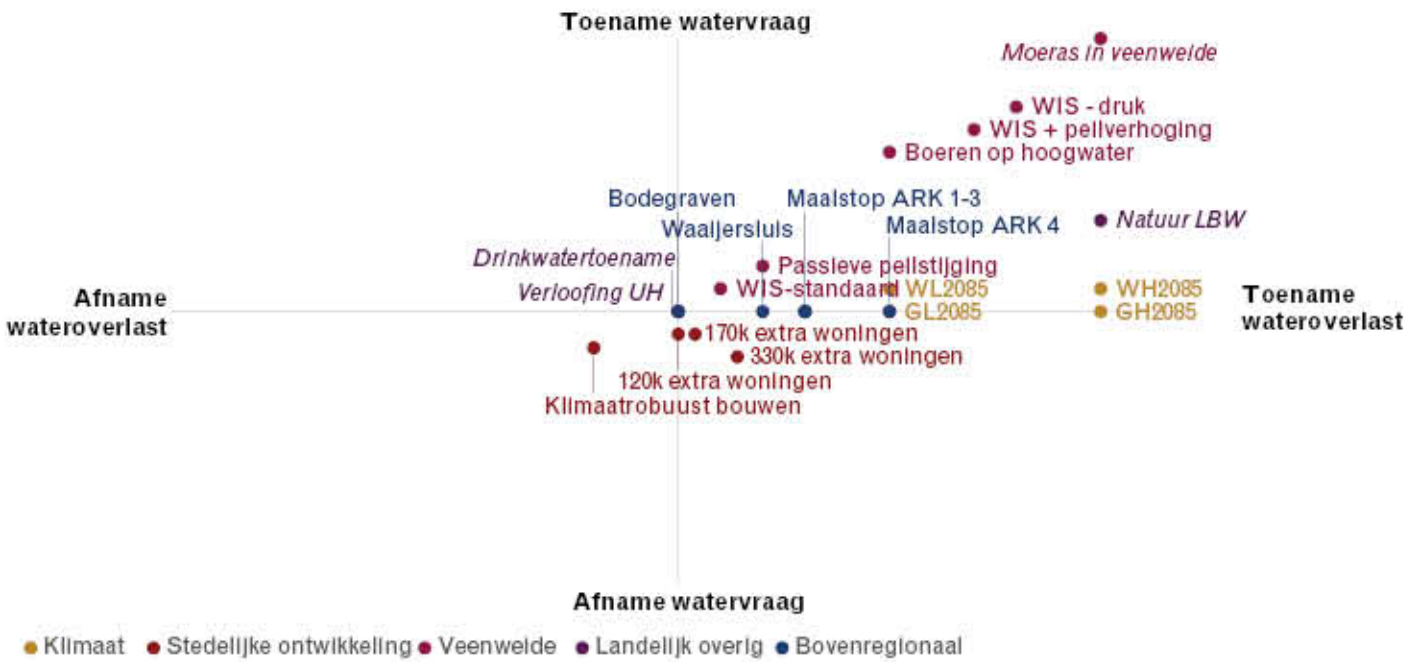
- Tot 2050: gestremde afvoer ARK, beperkte inlaat gemaal de Koekoek
- 2050-2085: gestremde afvoer ARK, Oog in Al en Weerdslois. Beperkte inlaat ARK en Koekoek.

- Verandering waterkwaliteit
- Meer wateroverlast
- Meer watervraag

INDICATOREN VOOR DE DRIE SCENARIO'S

Effecten van de onderzochte ontwikkelingen zijn door middel van een gevoeligheidsanalyse samengevat in een figuur (2.31.) die laat zien in welke mate ontwikkelingen impact hebben op de watervraag en wateroverlast. Hieruit blijkt welke ontwikkelingen dominant zijn en welke ontwikkelingen niet of nauwelijks effect hebben op de watervraag en/of wateroverlast. De ontwikkelingen zijn vervolgens gebundeld in drie scenario's.

De scenario's zijn geen keuzemodellen of realistische toekomstbeelden; de scenario's hebben als doel gezamenlijk de bandbreedte van mogelijke ontwikkelingen te vatten. Per scenario zijn voor iedere ontwikkeling de indicatoren bepaald. Zo kunnen de effecten op het watersysteem van verschillende typen ontwikkelingen samen berekend worden. Bij ieder scenario kijken we naar 2050 en 2070 (waarbij zichtjaar 2085 uit de klimaatscenario's is genomen).



2.31. Gevoeligheidsanalyse watervraag en wateroverlast

Voor **klimaatverandering** zijn de klimaatscenario's GH en WH tegen elkaar uitgezet om de bandbreedte van matige tot snelle klimaatverandering door te kunnen rekenen.

Voor de **ontwikkelingen in het landelijk gebied** is bij minder sociaal economische groei uitgegaan van extensivering, terwijl bij meer sociaal economische groei wordt verondersteld dat de transitie plaatsvindt met een productief landschap. Natte teelt op veengebied leidt tot de uitstoot van methaangassen en wordt daardoor niet meegenomen. Op de lange termijn is het handhaven van het huidige landgebruik (bijvoorbeeld door middel van waterinfiltratiesysteem) in het Veenweidegebied onhoudbaar, waardoor dit gebied vroeg of laat verandert in een natuurlijk veenlandschap. Bij weinig sociaaleconomische groei wordt door middel van passieve peilstijging - een relatief goedkoop middel - boeren verzocht hun businesscase te wijzigen.

De **stedelijke druk** uit zich in de indicator 'aantal nieuwe woningen', dit resulteert in verschillende effecten die van belang zijn voor het watersysteem. Voor verstedelijking is op basis van bestaande projecten en visies uitgezocht welke ontwikkelingen logisch zijn. Voor de periode na 2040 zijn de verwachtingen gebaseerd op uiteenlopende woningbouwprognoses. Bij een stedelijke druk van 330.000 extra woningen ligt het in de lijn der verwachting dat ook drinkwater uit het oppervlaktewater wordt onttrokken. De gevolgen van het aantal woningen uit zich voornamelijk als extra druk op het grondwater en stedelijke uitrol en dus verharding van de toplaag.

Bovenregionale ontwikkelingen zijn vooral gerelateerd aan de scenario's met snellere klimaatverandering. Als bijvoorbeeld de zeespiegelstijging sneller gaat, zal ook de verziltingsproblematiek toenemen. Afgesproken is om de gestremde afvoer naar het bovenregionale systeem en aanvoer vanuit het bovenregionale systeem in de scenario's met snelle klimaatverandering mee te nemen.



DE LATE TRANSITIE

Dit scenario wordt gekenmerkt door hoge sociaaleconomische groei en relatief beperkte effecten van klimaatverandering. Dit betekent dat de welvarende **regio Utrecht aantrekkelijk blijft om te wonen en dat de stedelijke druk hoog is**. Dit heeft grote stedelijke ontwikkelingen als gevolg: uitbreidingslocaties worden ontwikkeld en ook wordt het stedelijk gebied verder verdicht. Dankzij de beperkte effecten van klimaatverandering veranderen gebieden waar stedelijke ontwikkeling mogelijk is slechts in beperkte mate.

De maatschappelijke investeringsruimte is groot. Ook is er veel (recreatieve) druk op het landelijk gebied. Toch wordt in dit scenario het bestaand landgebruik zo lang mogelijk vastgehouden: het komende decennium extensivering van de bestaande bedrijven, op termijn in combinatie met een natuurlijk en dynamisch veenlandschap in de natste gebieden. Ook in stedelijk gebied wordt geïnvesteerd in leefkwaliteit en vergroening. Door hoge ruimtelijke druk worden veelal technische toepassingen (zoals drukdrainage, dakparken, etc) ingezet.

Effecten tot 2050:

- Zo lang mogelijk business as usual
- De inundaties nemen in alle gebieden toe
- De watervraag neemt met name in het veenweidegebied toe om ook bij veranderend klimaat het bestaande landgebruik te kunnen faciliteren
- Op korte termijn is er weinig ecologische potentie, terwijl de recreatieve druk toeneemt

Daarna vindt een grote transitie plaats.

Effecten na 2050:

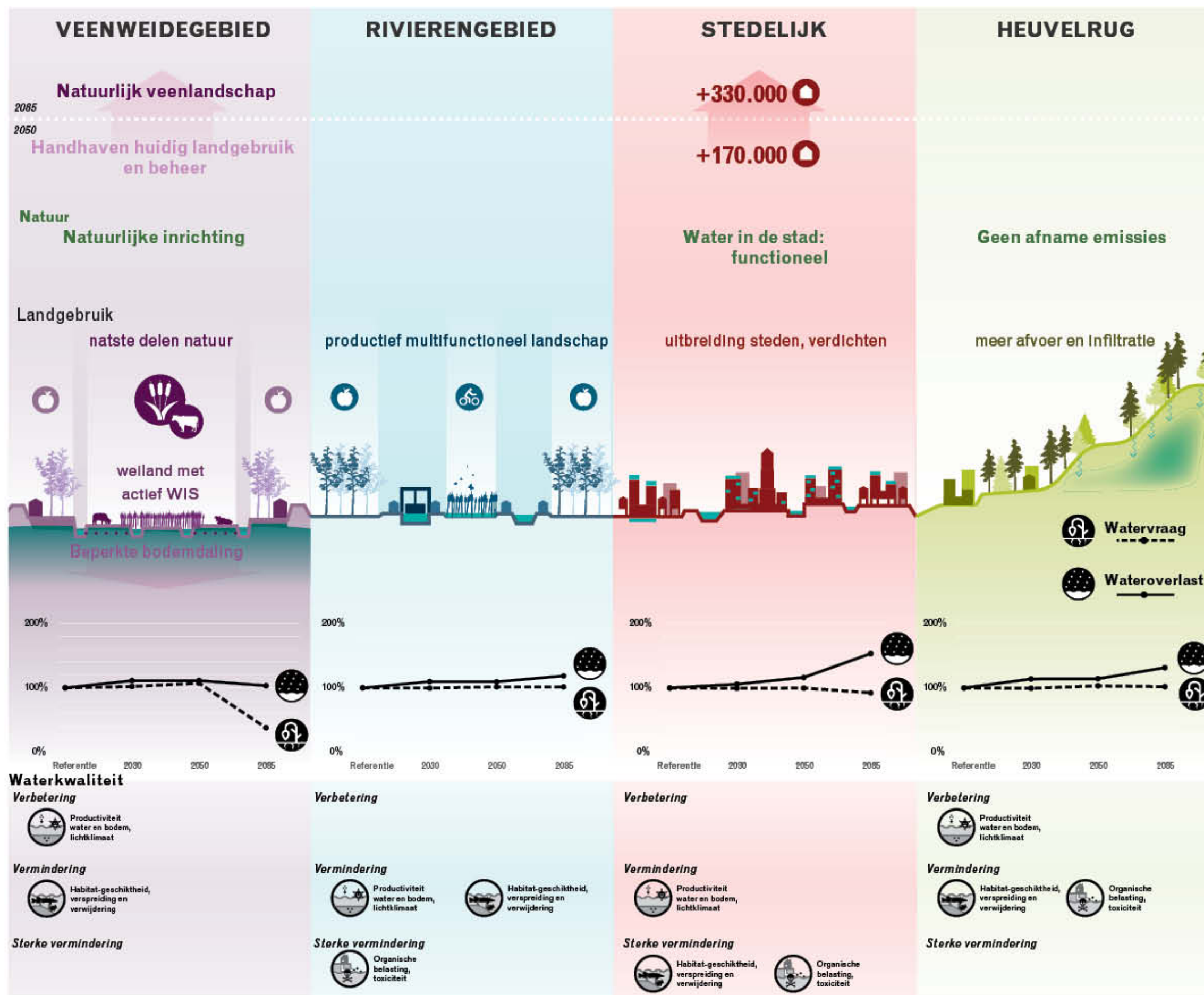
- De inundaties nemen in vrijwel alle gebieden verder toe
- De watervraag in het veenweidegebied neemt weer af na transitie naar natuurlijk veenlandschap in de natste gebieden
- De effecten zijn het grootst op de watervraag in het veenweidegebied, waarbij de impact afhankelijk is van het landgebruik. In de overige gebieden neemt deze in beperkte mate toe
- De ecologische potentie neemt na 2050 - na de transitie in het veenweidegebied - toe. In de overige gebieden neemt dit af

GH 2050/2085

Neerslagsom: +5%

T10-bui zomer: +15%

Natte zomerdagen: -6%



DYNAMISCHE METROPOOLREGIO

Onder druk wordt alles vloeibaar. Dat geldt voor het scenario 'dynamische metropoolregio', waar klimaatverandering toeslaat en er tegelijkertijd een hoge ruimtelijke druk is als gevolg van grote sociaaleconomische ontwikkeling. Door deze combinatie komen de **hoger gelegen gebieden, zoals de flanken van de heuvelrug, sterker onder druk te staan van verstedelijking**. Bestaande stedelijke gebieden verdichten verder, waardoor hier veel extra maatregelen genomen moeten worden om om te kunnen gaan met klimaatverandering. Ook in het veenweidegebied vindt een grote transformatie plaats, **traditionele veehouderij is onder een sterk veranderend klimaat niet meer te handhaven. Het landschap blijft echter productief**: nieuwe vormen van landbouw, CO₂ vastlegging en recreatie vormen nieuwe economische dragers in het buitengebied. De regio is zo in meerdere opzichten dynamisch: een bruisende metropool met de noodzaak van een flexibel watersysteem.

Effecten tot 2050:

- De inundaties nemen in alle gebieden toe
- Het in de benen houden van landbouw in veenweide kost veel water in het veenweidegebied, de watervraag neemt fors toe
- In stedelijk gebied verbeteren de (ecologische) situatie en waterkwaliteit dankzij hoogwaardige stedelijke ontwikkeling

Effecten na 2050:

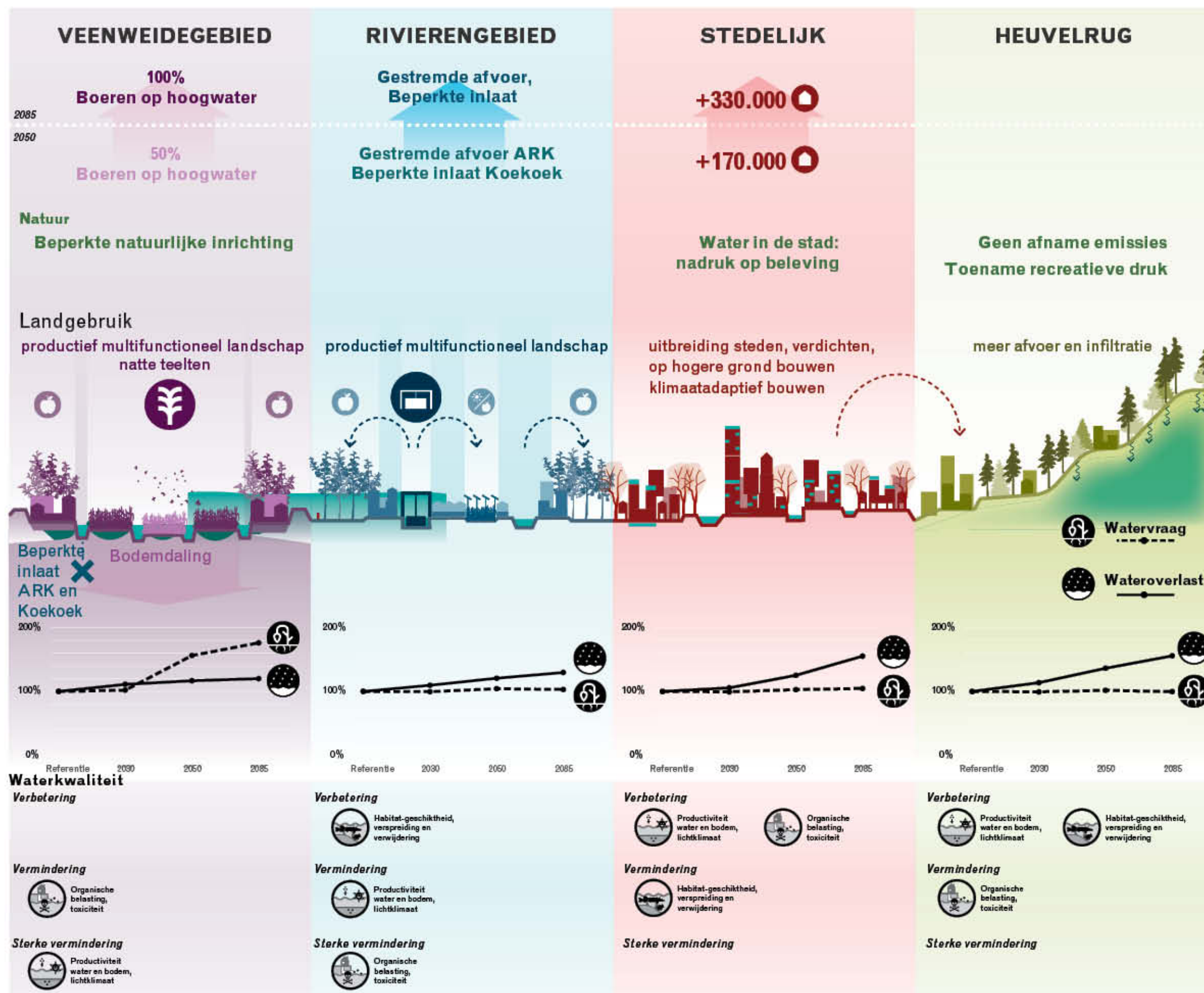
- De inundaties nemen in alle gebieden verder toe
- Omdat 'boeren op hoogwater' op een groter areaal plaatsvindt, neemt de watervraag in het veenweidegebied verder toe
- Door extra drainagemiddelen en/of een kleinere drooglegging is er een snellere uitwisseling tussen grond- en oppervlaktewater. Hierdoor nemen af- en uitspoeling toe wat een negatief effect heeft op de waterkwaliteit. De uitbreiding van stedelijk gebied heeft in potentie een positief effect op ecologie en waterkwaliteit, omdat het areaal landbouw verder afneemt en de (ecologische) situatie en waterkwaliteit toenemen dankzij hoogwaardige stedelijke ontwikkeling

WH2050/2085

Neerslagsom: +7%

T10-bui zomer: +40%

Natte zomerdagen: -16%



RUIMTE VOOR NATUURLIJK SYSTEEM

Veel klimaatverandering en weinig sociaaleconomische ontwikkeling typeren dit scenario. Dat heeft tot gevolg dat verstedelijking beperkt blijft, en dat tegelijkertijd de landbouw het zwaar krijgt in het buitengebied. Er ontstaat een zichzelf versterkend effect: door klimaatverandering is het lastig de dynamiek in het buitengebied in toom te houden. Omdat er geen kapitaal is voor boeren om mee te transformeren **trekt de landbouw zich terug op de kleigronden en ontstaat in het veenweidegebied ruimte voor een meer natuurlijk systeem.** Ook in de stad, waar de verdichtingsdruk beperkt blijft tot de nu geprojecteerde groei tot 2040, is door **klimaatverandering ruimte nodig voor natuurlijke dynamiek.**

Effecten tot 2050:

- De inundaties nemen toe
- De watervraag neemt in het veenweidegebied fors toe
- De stedelijke ontwikkeling is beperkt, maar de klimaatverandering zet door, waarbij hogere temperaturen kunnen optreden die ongunstig zijn voor de waterkwaliteit. Het stedelijk water wordt functioneel ingericht en beheerd, met weinig ruimte voor ecologische ontwikkeling.

Effecten na 2050:

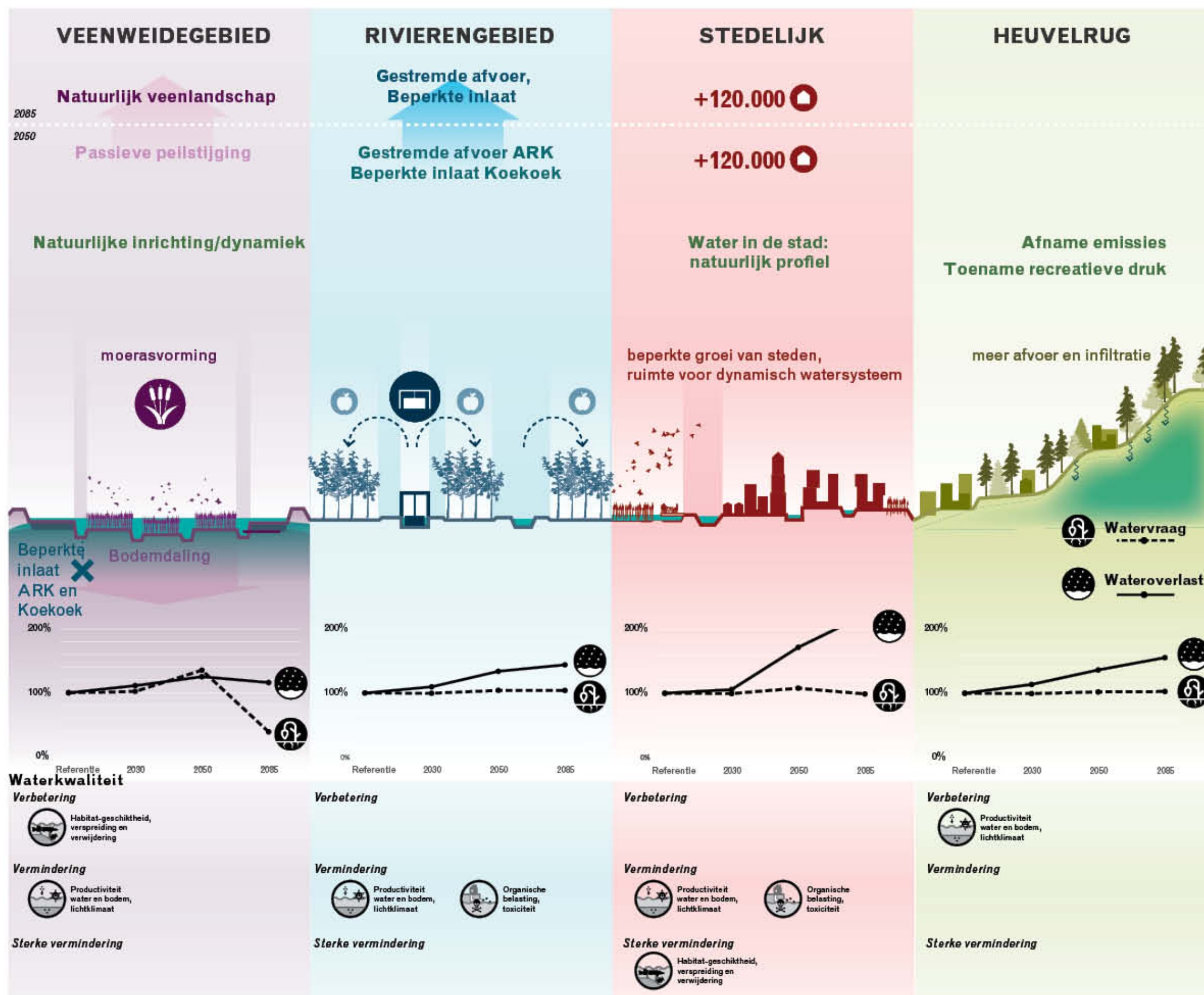
- De watervraag in het veenweidegebied neemt op de lange termijn weer fors af ten opzichte van de referentiesituatie als gevolg van het natuurlijk veenlandschap waar het water in droge perioden mag uitzakken
- Inundaties nemen in vrijwel alle gebieden verder toe
- Door beperkte ruimtelijke druk liggen er kansen voor opvang ongewenste klimaateffecten
- Er wordt ingezet op een landbouwtransitie, met als einddoel een natuurlijk veenlandschap. Dit schept de mogelijkheden voor ecologische ontwikkeling en een verbetering van de waterkwaliteit.

WH2050/2085

Neerslagsom: +7%

T10-bui zomer: +40%

Natte zomerdagen: -16%



BEVINDINGEN

Veenweidegebied

De effecten zijn in het veenweidegebied met name van grote invloed op de watervraag en kennen een grote onzekerheid. Afhankelijk van het landgebruik ontstaan grote verschillen in de watervraag. Deze kan fors toenemen, wanneer het huidige landgebruik of het 'boeren op hoog water' wordt gefaciliteerd, of juist afnemen als het landschap transformeert naar natuurlijk veenlandschap met flexibele peilen die mogen uitzakken. Effecten op de inundaties zijn in de onderzochte scenario's qua orde-grootte vergelijkbaar, in alle gevallen is een groot deel van het gebied geïnundeerd. In vrijwel alle scenario's nemen de inundaties toe, waarbij wordt opgemerkt dat het geïnundeerd oppervlak reeds in de referentiesituatie zeer fors is, waardoor de procentuele toename in vergelijking met andere deelgebieden beperkt is.

Effecten op de waterkwaliteit hangen sterk samen met een eventuele transitie naar een meer natuurlijk veenlandschap. In dat geval worden mogelijkheden geschept voor ecologische ontwikkeling en verbetering van de waterkwaliteit. Wanneer er sprake blijft van een productief landschap zal er sprake zijn van extra drainagemiddelen en/of een kleinere drooglegging waardoor een snellere uitwisseling tussen grond- en oppervlaktewater plaatsvindt. Hierdoor nemen af- en uitspoeling toe wat een negatief effect heeft op de waterkwaliteit.

Heuvelrug

De effecten van de scenario's in het gebied van de Heuvelrug zijn met name zichtbaar in het geïnundeerd oppervlak; het geïnundeerd areaal neemt in alle scenario's toe als gevolg van klimaatverandering. Ook de watervraag neemt in de onderzochte scenario's bij gelijkblijvend landgebruik toe. Eerder onderzoek wijst uit dat deze sterk kan variëren in de tijd. Het KNMI klimaatsignaal 2021 geeft aan dat de kans op neerslagtekort in de maanden april en mei (begin van het groeiseizoen) en de zomer zal toenemen. Het is de vraag wat het

effect van opeenvolgende) droge zomer(s) is op de watervraag en kans op droogteschade.

Als gevolg van klimaatverandering zal de kweldruk jaarrond naar verwachting iets toenemen, wat een positief effect heeft op de waterkwaliteit. Let wel dat aanvullende ingrepen nodig zijn om het toegenomen kwelwater vast te houden.

Stedelijk

De effecten van de scenario's zijn in het stedelijk gebied met name zichtbaar in de toename van het geïnundeerd oppervlak. Let wel dat het geïnundeerd oppervlak in de referentiesituatie beperkt is, waardoor een toename van het geïnundeerd areaal in vergelijking met de overige deelgebieden tot een grote procentuele toename kan leiden. Opgemerkt wordt dat het geïnundeerd oppervlak naar verwachting wordt onderschat doordat het stedelijke gebied op sterk vereenvoudigde wijze in de modelschematisaties is opgenomen (zie: P1288 Uitwerking inhoudelijke aanpak D01). Het effect op de watervraag lijkt minimaal, maar de watervraag voor groenvoorziening in de stad is in deze analyse niet meegenomen. Dit dient nader te worden onderzocht, waarbij het de verwachting is dat de watervraag in stedelijk gebied een belangrijk toekomstig aandachtspunt zal zijn en mogelijk niet toereikend is.

De waterkwaliteit in stedelijk gebied hangt sterk samen met de mogelijkheden voor hoogwaardige stedelijke ontwikkeling. In geval van veel sociaal economische groei zal de (recreatieve) druk toenemen, maar zijn er tevens volop mogelijkheden voor het verbeteren van de (ecologische) situatie en waterkwaliteit. Indien de mogelijkheden voor hoogwaardige stedelijke ontwikkeling op (lange) termijn beperkt blijken, zal het stedelijk water functioneel worden ingericht en beheerd, met naar verwachting weinig ruimte voor ecologische ontwikkeling.

Rivierengebied

De effecten van de scenario's in het rivierengebied zijn met name zichtbaar in het geïnundeerd oppervlak, waarbij het geïnundeerd areaal toeneemt in de extremere klimaatscenario's en als gevolg van bovenregionale ingrepen (verminderde afvoer naar het ARK, waarbij het eiland van Schalkwijk met inundaties te maken krijgt). De watervraag neemt bij gelijkblijvend landgebruik beperkt toe, waarbij in de modelmatige analyse is uitgegaan van een gelijkblijvend areaal aan fruitteilers en tuinders.

In alle varianten blijven de land- en tuinbouw naar verwachting belangrijk en aanwezig in het gebied en dus ook de negatieve effecten op de waterkwaliteit als gevolg van bestrijdingsmiddelen. De verstedelijking en daarmee ook de recreatiedruk zetten naar verwachting (al dan niet gematigd) door wat negatieve effecten kan hebben op de ecologische potentie en waterkwaliteit in het rivierengebied.

Samenvattend

Hoewel ieder gebied specifieke uitdagingen kent, worden de grootste uitdagingen en mogelijke knelpunten in het veenweidegebied voorzien. Het (toekomstige) landgebruik heeft grote impact op met name de watervraag. Bij het instandhouden van het productielandschap kan deze fors toenemen, terwijl de watervraag in geval van een natuurlijk veenlandschap juist halveert (ten opzichte van de referentiesituatie). Het gebied kent daarnaast een kleine drooglegging, waardoor een groot deel van het oppervlak inundeert bij extreme neerslag. Het geïnundeerd oppervlak bij extreme neerslag neemt in alle scenario's verder toe (door klimaatverandering/hogere peilen).

De scenario's laten voor de overige deelgebieden een vergelijkbaar effect zien: een toename van inundaties als gevolg van extremere neerslag en een toename van de watervraag als gevolg

van drogere periodes. Deze toename verloopt gestaag, in deze studie zijn in de overige gebieden geen knikpunten berekend. De orde-grootte van effecten zijn vergelijkbaar, waarbij ontwikkelingen in bijvoorbeeld het bovenregionale gebied (zoals maalstops) tot specifieke effecten in de deelgebieden leiden. Hierbij wordt opgemerkt dat effecten op het stedelijk gebied globaal zijn bepaald en detaileffecten op zowel de inundaties als de watervraag niet in beeld zijn gebracht.

De toenemende dynamiek als gevolg van klimaatverandering (opwarming, langere perioden van droogte) zet in alle deelgebieden druk op de ecologische potentie en waterkwaliteit. De ontwikkelingen binnen de scenario's bieden zowel kansen als bedreigingen voor de ecologie en waterkwaliteit. Enerzijds bieden ontwikkelingen mogelijkheden voor het verbeteren van de ecologie en waterkwaliteit, bijv. het omzetten van productiegebied naar natuurlijke veenlandschap en hoogwaardige stedelijke ontwikkeling. Anderzijds zal in geval van beperkte sociaal economische groei het (stedelijk) watersysteem veelal functioneel worden ingericht en beheerd, met naar verwachting weinig ruimte voor ecologische ontwikkeling.

3.

HANDELINGS-

PERSPECTIEF

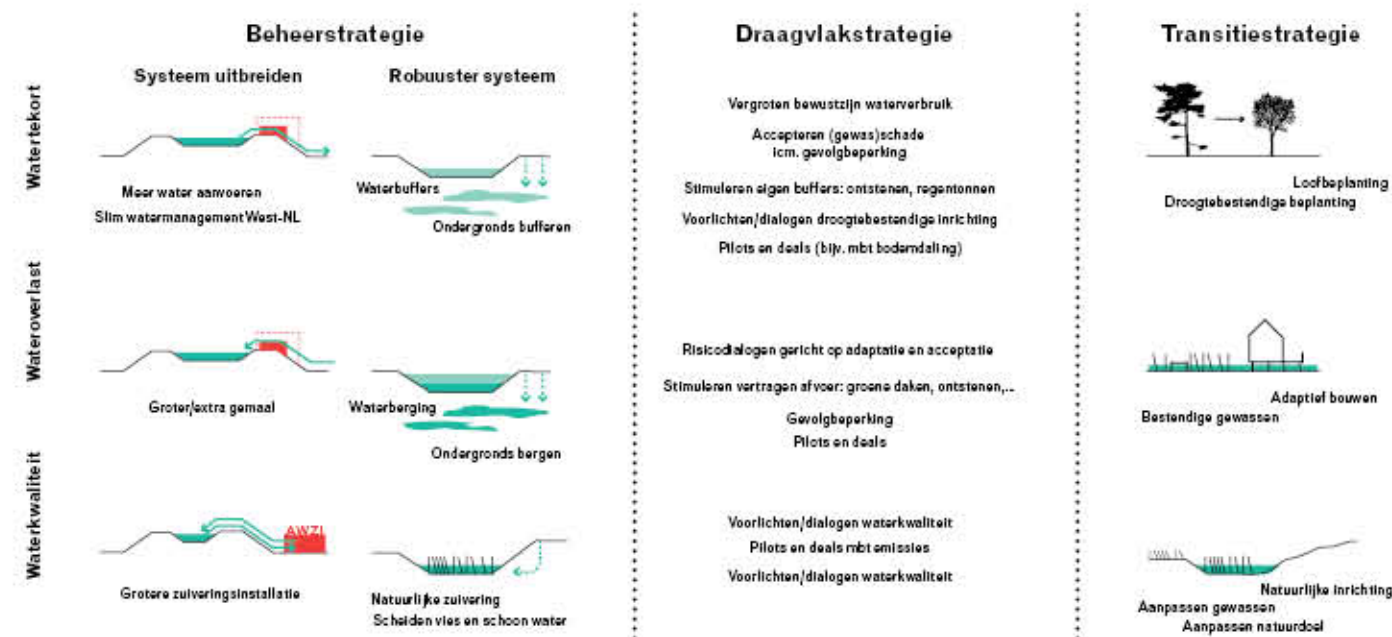
STRATEGIEËN EN MAATREGELEN

Van scenario naar handelingsperspectief

Welk pakket maatregelen beantwoordt de uitdagingen die de ontwikkelingen en scenario's beschrijven? Het waterschap heeft drie strategieën beschreven: de beheerstrategie, de draagvlakstrategie en de transitiestrategie (zie inzet voor toelichting). Deze strategieën zijn in feite pakketten van maatregelen – niet alleen fysiek (een groter gemaal bijvoorbeeld) maar ook het voeren van risicodialogen of sturen op specifieke ruimtelijke transformaties zijn maatregelen. De hoofdvraag van deze verkenning is 'wanneer moet waar welke strategie toegepast worden?' Uit de scenario's blijken veel onzekerheden, met name in het veenweidegebied en het stedelijk gebied zitten. Ook lijkt er geen 'silver bullet' te zijn: iedere strategie heeft voor en nadelen. Om deze reden beschrijven we een aantal handelingsperspectieven die door het waterschap afgewogen kunnen worden op zaken als technische haalbaarheid, bestuurlijke kansen en risico's, maatschappelijke meerwaarde en kosten en baten.

Maatregelen per strategie

Iedere strategie bestaat uit een set maatregelen die bijdragen aan het voorkomen van wateroverlast of watertekort of zorgen voor een goede waterkwaliteit. Maatregelen in de beheerstrategie liggen het meest in lijn met de traditionele werkzaamheden van een waterschap, denk bijvoorbeeld aan het uitbreiden van het watersysteem of het vergroten van pompcapaciteit. Maatregelen in de draagvlakstrategie hebben vooral als doel samen met ketenpartners en stakeholders te werken aan een toekomstbestendige omgeving. Dit betekent soms dat het waterschap informeert en soms bijvoorbeeld een stakeholder helpt met het aanpassen van de bedrijfsvoering. Transformatie is niet het primaire uitgangspunt in een draagvlakstrategie. De transitiestrategie gaat uit van kansen om gebieden klimaatadaptief/waterrobuust in te richten, zodat het watersysteem minder belast en het ruimtegebruik toekomstbestendiger wordt. Onderstaand schema geeft schematisch weer welk type maatregelen bij welke strategie hoort. In bijlage 1 is een overzicht van mogelijke maatregelen per deelgebied terug te vinden.



3.1. Typering strategieën

Gebaseerd op: Defecto, 2021. Resilience by design MRA

Drie Strategieën voor een toekomstbestendig watersysteem

In de rapportage 'Visie en Handelingsperspectief Toekomstbestendig Watersysteem', die voorafgaand aan deze verkenning is vastgesteld, worden drie strategieën beschreven die het waterschap kan toepassen. De strategieën zijn als volgt samengevat:

- **'Beheerstrategie'**: is primair gericht op het aanpassen van het watersysteem;
- **'Draagvlakstrategie'**: is gericht op een gezamenlijke verantwoordelijkheid met het omgaan met te veel of te weinig water onder extreme omstandigheden. Het gaat hierbij om het verleggen van de focus op het beheersen van de waterpeilen naar het zoveel mogelijk beperken van schade en accepteren van te veel of te weinig water;
- **'Ruimtelijke transitiestrategie'**: is gericht op het sturen van grootschalige, ruimtelijke ontwikkelingen zoals het verplaatsen van functies, zodat deze anticiperen op en aansluiten bij de veranderende omstandigheden.

Deze strategieën kunnen in combinatie, achtereenvolgens of afzonderlijk worden ingezet voor de volgende zes belangrijkste onderwerpen voor de middellange en lange termijn.

EFFECTEN VAN DE MAATREGELLEN

Doorrekening maatregelen

Er is een breed pakket aan maatregelen mogelijk om tot een toekomstbestendig watersysteem te komen dat om kan gaan met extreme weersomstandigheden. In het onderzoek zijn van een aantal grootschalige maatregelen als onderdeel van een ontwikkeling of scenario de effecten bepaald:

- toepassing WIS (waterinfiltratiesystemen)
- omzetting naar natuurlijk veenlandschap
- overgang naar andere teelten
- klimaatadaptief bouwen

De werksessie voor de maatregelen heeft aanvullend veel opgeleverd voor mogelijke maatregelen in strategie 2 en 3, waar echter niet in alle gevallen aan kan worden gerekend. Denk bijvoorbeeld aan:

- samenwerken
- accepteren
- beïnvloeden

Een eerdere inventarisatie van HDSR heeft een overzicht van meer specifieke maatregelen in de beheerstrategie opgeleverd, gericht op het bergen/afvoeren van water en het optimaliseren van het interne watersysteem (herverdelen waterbezwaar). In het kader van voorliggende studie zijn met het oog op het minimaliseren van de gevolgen van extreme neerslag globaal de effecten van bergen en afvoeren beschouwd. Hiertoe zijn de volgende analyses uitgevoerd (voor het GL2050 klimaatscenario):

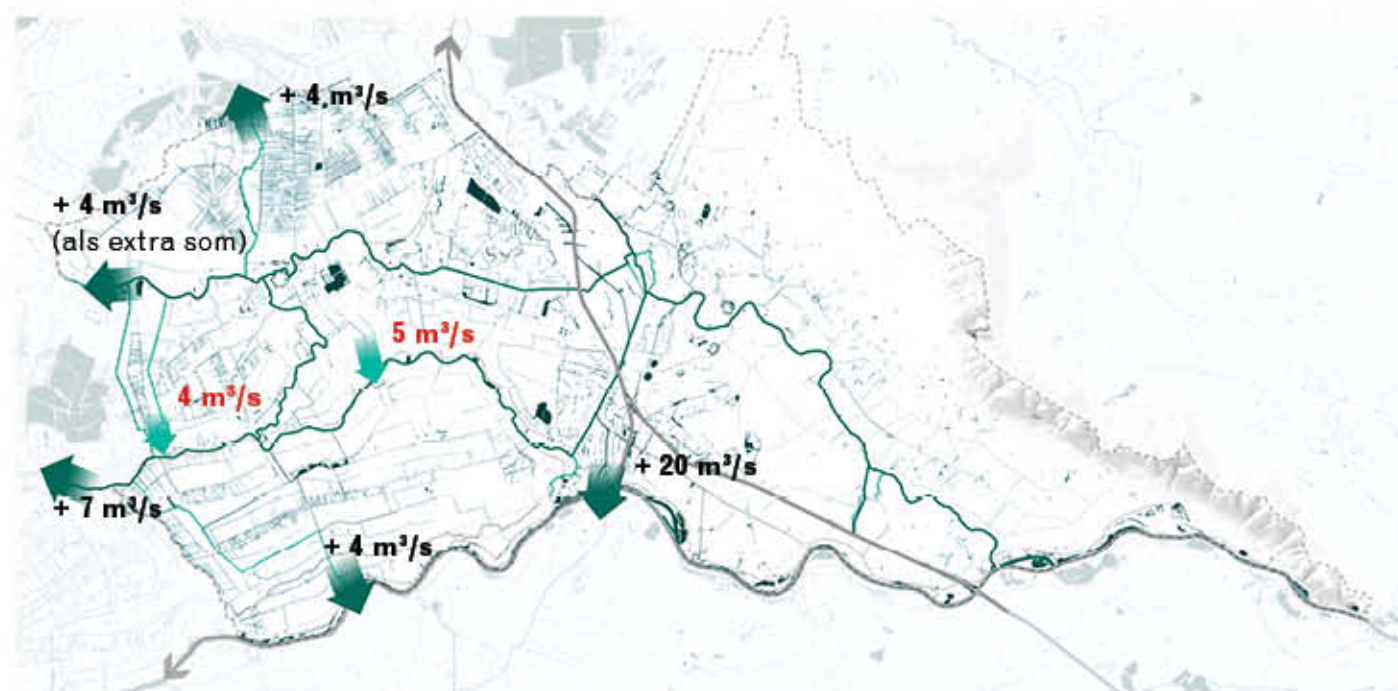
- uitzetten maalstops, zodat inundaties worden verminderd, maar de boezem en het ARK zwaarder worden belast. In onderstaand figuur is het effect gegeven van het uitzetten van de maalstops.



- Bepalen effecten van bergingsgebieden op de waterstanden. In onderstaande figuur is de locatie van de onderzochte bergingsgebieden gegeven.



- Bepalen effecten van een toename van de afvoercapaciteit. In onderstaande figuur is aangegeven op welke locaties de afvoercapaciteit is vergroot.



In de tabel zijn de resultaten gegeven op de waterstand op een aantal representatieve locaties:

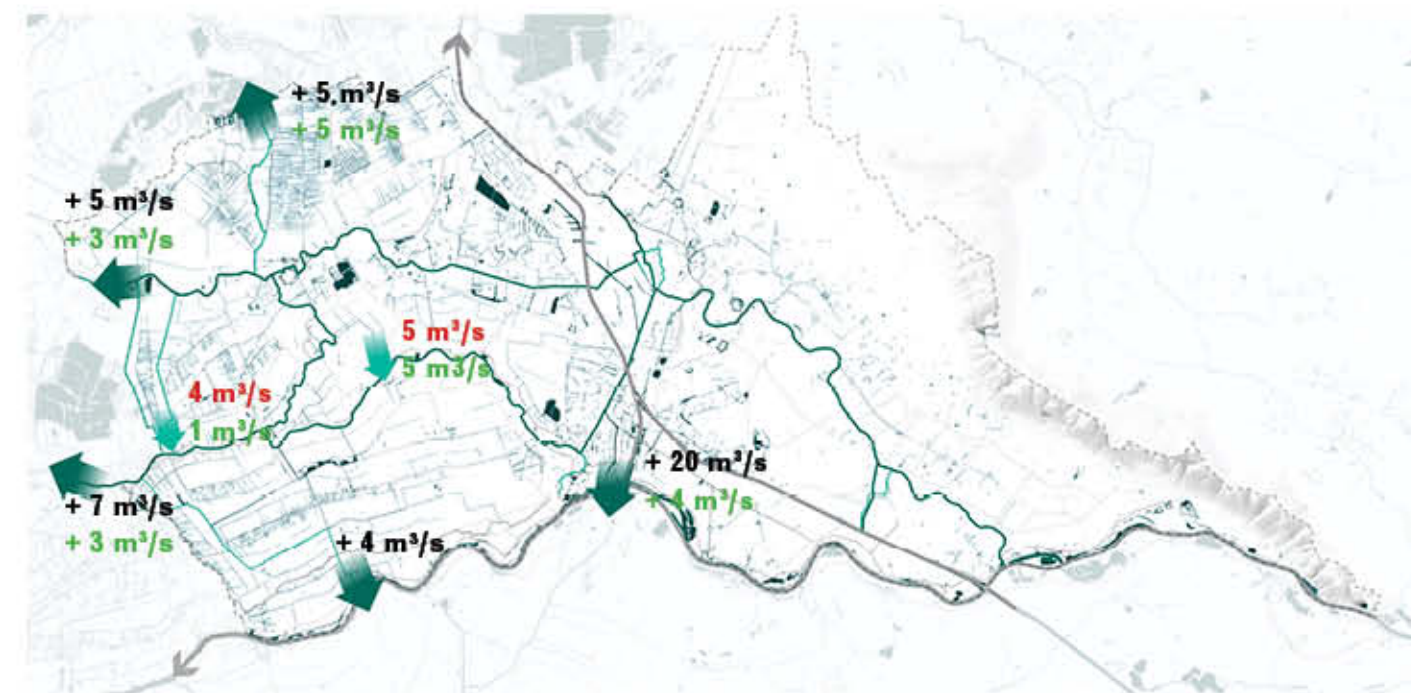
Systeem	Referentie (mNAP)	Autonoom (mNAP)	Maalstop uit (mNAP)	Extra berging (mNAP)	Extra afvoer (mNAP)	Extra afvoer + Bodegraven (mNAP)
Gekanaliseerde Hollandse IJssel	0.77	0.77	0.84	0.82	0.94	0.92
Oude Rijn	0.04	0.05	0.5	0.43	0.20	0.13
Lopikerwaard	-1.12	-1.13	-1.13	-1.13	-1.21	-1.21
Kromme Rijn	1.99	2.02	2.02	1.96	2.02	2.02

Resultaten bergen:

- In de bergingslocaties uit de maatregelensheet van HDSR (bergingslocaties van ca. 20 ha groot) wordt er per gebied gemiddeld 300 000 m³ geborgen (volume varieert van 260 000 m³ tot 325 000 m³). De gebieden Groot Hekendorp en de Keulevaart blijken (in het model) niet te zijn ingezet.
- In de bergingsgebieden langs de GHIJ (120 ha uiterwaarde) wordt in totaal ca. 255 000 m³ geborgen.
- In het bergingsgebied Rijnenburg (20 ha) wordt ca. 245 000 m³ geborgen, maar let wel dat de precieze locatie een aandachtspunt is. Modelmatig is een gebied langs de Leidsche Rijn gezet.
- In het bergingsgebied langs de Oude Rijn (ca. 20 ha) wordt ca. 260 000 m³ geborgen.
- In het bergingsgebied langs de Kromme Rijn wordt ca. 1.3 miljoen m³ geborgen. Let wel dat dit bergingsgebied een groot oppervlak heeft (uitgegaan van ca. 100 ha 'uiterwaarde') en het door middel van één knoop in de modelschematisatie is opgenomen, waarbij berging vanaf 0.7 m NAP plaatsvindt over dit oppervlak (modelmatig is dit oppervlak dus direct beschikbaar). Het vergt nader onderzoek hoe realistisch dat in de praktijk is en wat hiervan eventuele neveneffecten zijn.

Resultaten afvoeren (zie afbeelding volgende pagina):

- Voor de afvoer is de afvoercapaciteit naar het buitenwater vergroot met 39 m³/s. Daarvan wordt vanwege hydraulische beperkingen echter slechts 32 m³/s daadwerkelijk modelmatig benut, omdat het water kan er niet altijd komen vanwege de ontoereikende hydraulische capaciteit van de watergangen en kunstwerken.



Op basis van de analyses kan het volgende worden geconcludeerd:

- Berging werkt, maar de benodigde ruimte is (heel) groot om de peilstijging binnen acceptabele marges te houden. In een heel grootschalig event als de 'Limburg bui' is de berging overigens minder effectief omdat er te veel water tegelijkertijd valt. Ook als perioden van extreme neerslag elkaar snel opvolgen kan het zijn dat de bergingsgebieden nog (half)vol zitten en daarom niet meer effectief zijn.
- Ook extra afvoer blijkt effectief, maar de boezemcapaciteit is op een aantal locaties beperkend. Het water komt niet in alle gevallen bij de afvoerpunten, waardoor maatwerk noodzakelijk is. Het onderzoek wijst uit dat met name de locatie Vreeswijk aandacht behoeft: zowel de Doorslag als de sifons onder het ARK hebben een beperkte hydraulische capaciteit. Daarnaast moet ook het ontvangende water over voldoende capaciteit beschikken.
- Het verhogen van de maximale waterstand op de boezem werkt ook, omdat daarmee de afvoercapaciteit vanwege de grotere verhanglijn wordt vergroot. Dit is voor de boezem als geheel wellicht niet realistisch (te duur/complex), maar

zou voor bepaalde delen wellicht toepasbaar kunnen zijn

Daarnaast is in [eerder onderzoek](#) gekeken naar mogelijkheden voor vasthouden. Op basis van dit onderzoek is het volgende geconcludeerd:

- Schade door inundatie op grasland is beperkt (tot ca. € 500,- / ha per event)
- Dit maakt met name graslandpolders geschikt om veel water vast te houden tegen beperkte schade
- Dit is afhankelijk van de mate van verwevenheid van landgebruik in combinatie met hoogteligging (met name bebouwing en infrastructuur leiden tot hoge schadebedragen)
- Optimalisatie van de verdeling van het waterbezwaar is bijzonder effectief om schade beperkt te houden, door te sturen op basis van schadecurves (goedkoopste ha's eerst)
- Hoe groter het gebied waarover geoptimaliseerd wordt, hoe effectiever. Dit betreft het gebied dat afwatert op het ARK/NZK
- samenwerking tussen RWS, AGV, Rijnland, HHNK is daarom cruciaal om schade door extreme, grootschalige neerslagevents (denk aan een 'Limburg bui') beperkt te houden

HANDELINGSPERSPECTIEVEN

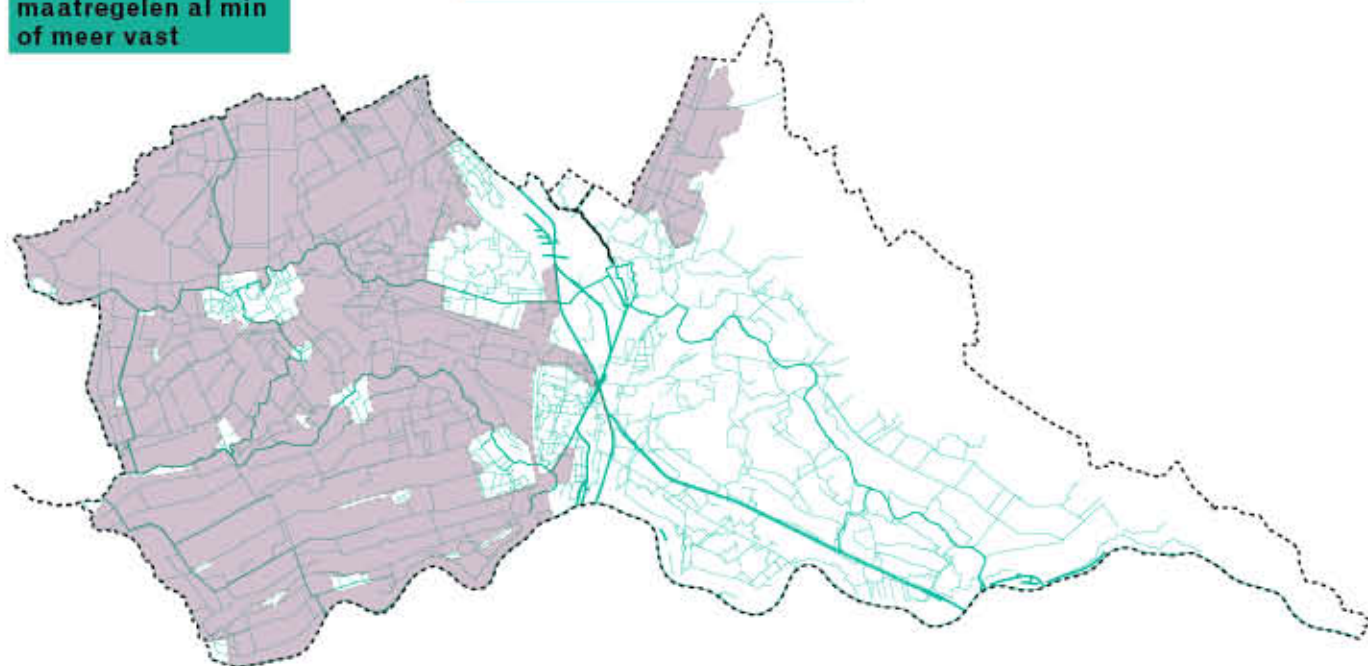
Handelingsperspectieven

Per deelgebied zijn één of twee handelingsperspectieven geformuleerd. Een handelingsperspectief zet per tijdsvak (2030-2050, 2050-2070) uiteen hoe de toepassing van strategieën zich tot elkaar verhouden. Soms is één strategie dominant, soms zijn de toe te passen strategieën meer in balans.

Op hoofdlijnen zijn de twee handelingsperspectieven per deelgebied onderscheidend omdat het eerste perspectief meer 'reactief' van aard is, en het tweede meer proactief. Beide hebben kansen en risico's. Hieronder is in beeld gebracht hoe het handelingsperspectief gelezen kan worden:

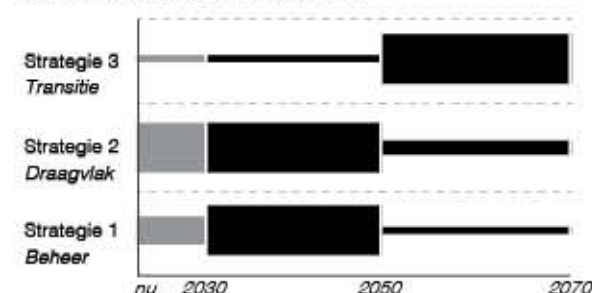
Veenweidegebied

Het veenweidegebied is het gebied waar de grootste veranderingen op het punt staan om te gebeuren. Bodemdaling en CO₂-uitstoot door veenoxidatie kunnen op verschillende manieren worden tegen gegaan, wat ook zorgt voor een scala aan mogelijkheden voor het waterschap en de onderlinge afstemming met lokale partijen. Uiteindelijk is in dit gebied een transitie naar een natuurlijk veenlandschap of een grondgebruik met vergelijkbare waterhuishoudkundige randvoorwaarden niet te vermijden omdat de hoge watervraag van het huidige landgebruik op termijn niet meer te voorzien is. Ook de noodzakelijke en vastgestelde vermindering van CO₂-uitstoot is onmogelijk te realiseren zonder ruimtelijke transformatie.



Handelingsperspectief 1

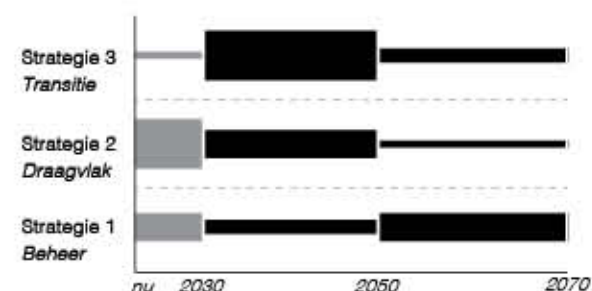
Samen werken aan de toekomst



- Huidig landgebruik zo lang mogelijk in stand houden.
- In samenwerking met huidige landgebruikers (technische- en beheers)maatregelen treffen om bodemdaling te verminderen door de bedrijfsvoering aan te passen (boeren op hoog water).
- Transitie naar ander landgebruik wordt uitgesteld maar niet afgesteld: na 2050 is grote transformatie nodig.

Handelingsperspectief 2

Inzetten op transitie



- Na 2030 inzetten op ruimtelijke transitie waardoor watervraag en effecten bodemdaling sterk afnemen.
- Draagvlak blijft belangrijk maar overheid heeft sturende rol.
- Op termijn zal behoefte blijven aan beheerstrategie, maar dan in relatie tot hernieuwd (water)systeem.
- Veel meekoppelkansen, maar risico is dat kennis nog te beperkt is om precies de juiste transitie in te kunnen zetten.

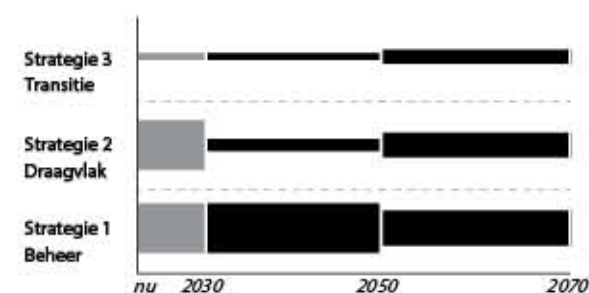
Rivierengebied

Het rivierengebied is minder kwetsbaar dan het veenweidegebied en kenmerkt zich daardoor door een lagere noodzaak voor transitie, in ieder geval niet vanuit het watersysteem gedacht. Met name de toename van de watervraag voor de fruitteelt is op termijn een kwetsbaarheid voor dit gebied. Transitie waaraan gedacht kunnen worden hebben te maken met aanhaken op omliggende (stedelijke) ontwikkelingen (langere termijn) of op het sturen van locaties voor fruitteelt (korte en lange termijn). Verder liggen er kansen voor het versterken van beheersmaatregelen met betrekking tot de emissies van beschermingsmiddelen, iets wat in deze verkenning niet aan bod is gekomen. Om deze reden is er maar één handelingsperspectief geformuleerd voor het rivierengebied.



Handelingsperspectief 1

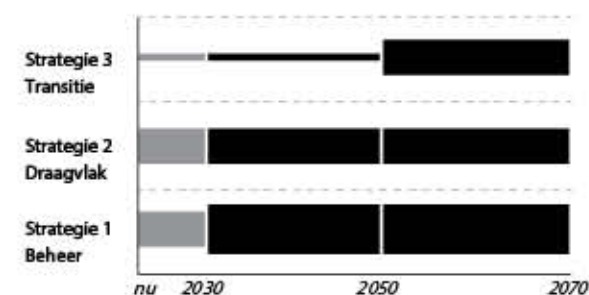
Voortzetten huidige lijn



- Continueren huidig landgebruik en watersysteem met eventuele optimalisaties om effecten van o.a. klimaatverandering op te kunnen vangen.
- Draagvlak op korte en lange termijn voor waterbewustzijn, begrip voor wateroverlast en vooral ook -tekorten en aandachtspunten m.b.t. waterkwaliteit (als gevolg van o.a. bestrijdingsmiddelen). Daarnaast heeft de draagvlakstrategie als doel de bedrijfsvoering aan te passen om zodoende de watervraag en emissies te beperken.
- Ook op lange termijn (bij gelijkblijvend landgebruik) geen noodzaak voor transitie.

Handelingsperspectief 2

Actiever inzetten op kansen



- Op korte termijn beperkte toename beheerstrategie (optimalisatie).
- Focus ligt op verminderen impact watertekorten en emissies, niet op veranderen landgebruik
- Aanpassen bedrijfsvoering gericht op beperken watervraag en beperken emissies.
- Op termijn mogelijk ander type productief landschap als gevolg van veranderde waterbeschikbaarheid en mogelijke ruimtevraag waterbuffering/berging, waarbij beperkt inzetten op transitie strategie nodig kan zijn.
- Creëren van bergingslocatie i.c.m. ruimtelijke ontwikkelingen en stapelen van functies.

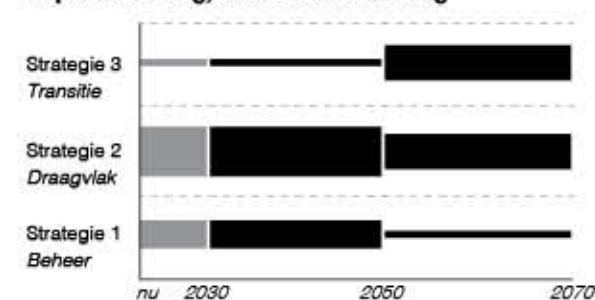
Stedelijk gebied

In het stedelijk gebied is de rol van het waterschap traditioneel beperkt: water op straat voorkomen is een taak van de gemeente. De handelingsperspectieven bevragen deze rol: hoe lang kunnen we nog doorgaan op deze manier? Door het toenemen van weerextremen verwacht de stedeling ook meer van het waterschap. Handelingsperspectief één richt zich op het bestendigen en toekomstbestendig organiseren van de bestaande taakverdeling, terwijl perspectief twee uitgaat van 'één watersysteem', waarbij het waterschap in het hele systeem samenwerkt en verantwoordelijkheid neemt. Een regendruppel die op de stoep valt belast immers uiteindelijk het systeem van het waterschap.



Handelingsperspectief 1

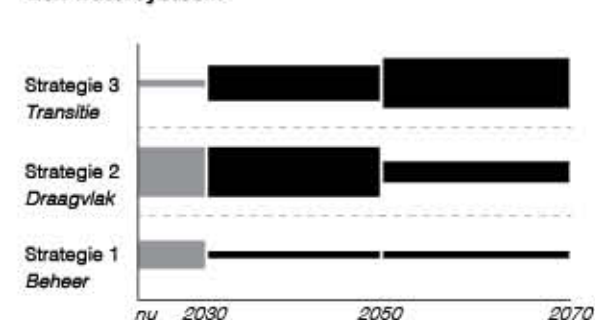
Beperkte sturing, sterke samenwerking



- Continuering huidige manier van werken, waarbij het waterschap een adviserende en kaderstellende rol inneemt
- Afspraken met betrekking tot belasting omliggend watersysteem
- Op termijn (bij eventuele nieuwe uitleglocaties) is transitiestrategie relevanter; het waterschap medebepalend in waar deze verstedelijking plaatsvindt

Handelingsperspectief 2

Eén watersysteem

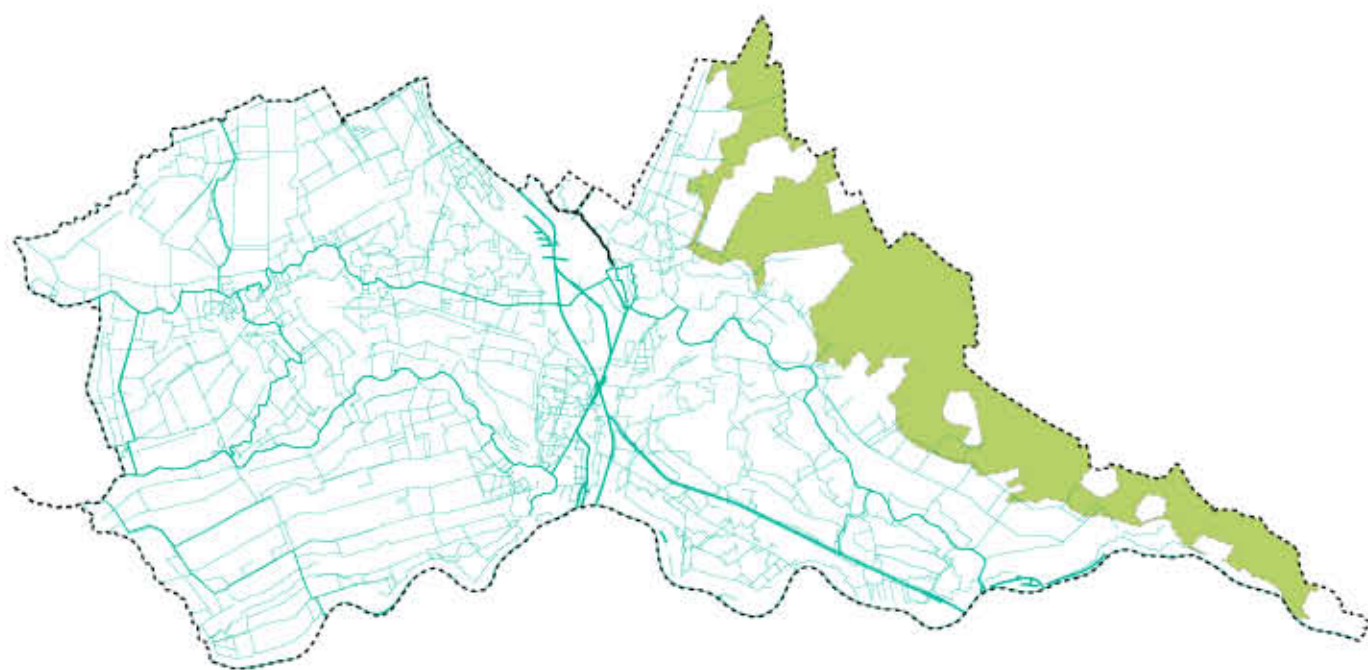


- Actieve en sturende rol met betrekking tot locatie en inrichting nieuw stedelijk gebied
- Koppelkansen zoeken mbt stedelijke kwaliteit en water vasthouden in de stad, hier als het waterschap ook aan bijdragen

Heuvelrug

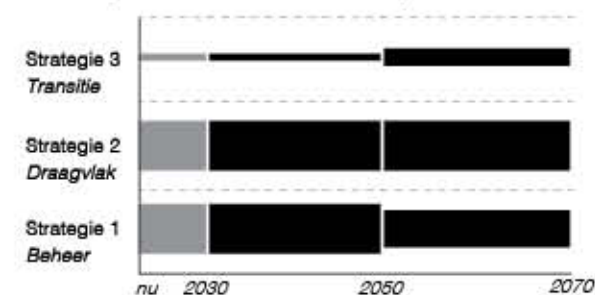
Het belang van een gezond en veerkrachtig watersysteem op de Utrechtse Heuvelrug is groot. Het geïnfiltreerde regenwater op de Heuvelrug komt in de lagergelegen flanken weer als kwel naar boven en dient vele functies: het water is van essentieel belang voor de natuur, levert jaarlijkse miljarden liters drinkwater van de hoogste kwaliteit en speelt een belangrijke rol voor de landbouw op de Heuvelrugflanken. Bij de Utrechtse Heuvelrug liggen de uitdagingen voor het realiseren van een robuust en toekomstbestendig watersysteem voornamelijk in het maken van combinaties tussen verschillende maatregelen al dan niet aangevuld met lokale detailinrichting en ontwaterings- en afwateringsmaatregelen. Bijvoorbeeld door grondwaterstand verhogende maatregelen

(infiltratie) te combineren met maatregelen die uit- en afstroom van grond- en oppervlaktewater beperken (peil- en bodemverhoging). Verder hoort ook het realiseren van een vorm van grondwaterbeheer dat anticipeert op toekomstige ontwikkelingen tot de grootste uitdagingen. Uit eerder onderzoek is gebleken dat bestaande functies versnipperd zijn en niet op de juiste plek liggen met kans op droogte- en natschade die in de toekomst toenemen. De mogelijkheden voor het waterschap zijn vooral geënt op het zo lang mogelijk in stand proberen te houden van de status quo enerzijds (handelingsperspectief 1), of op het juist zo actief mogelijk te sturen op een transitie naar natuurherstel en daarmee realiseren van een veerkrachtiger watersysteem (handelingsperspectief 2).



Handelingsperspectief 1

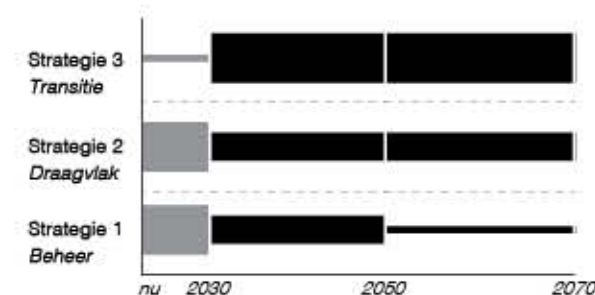
Status quo - faciliterend waterschap



- Voortzetten huidig landgebruik en waterbeheer
- Onzekerheid over ruimtelijke transitie: wellicht nodig ivm. onvoldoende waterbeschikbaarheid en/of juist te veel water
- Op termijn mogelijk ook meer ruimtedruk (verstedelijking, waterbeheersmaatregelen) tbv. regionaal watersysteem: transitiestrategie nodig.

Handelingsperspectief 2

Natuurherstel - sturend



- Anticiperen op toenemende ruimtedruk op langere termijn, kwelzone en zandpakket inzetten als waterbuffer/berging
- Meer sturende rol om tot veerkrachtig watersysteem te komen

4.

CONCLUSIES

Inhoudelijke bevindingen

Deze studie heeft inzicht gegeven in de gevolgen van ontwikkelingen met betrekking tot klimaatverandering, landelijk en stedelijk gebied en het bovenregionale watersysteem. Van al deze ontwikkelingen zijn de effecten op het regionale watersysteem voor inundatie en watervraag bepaald en zijn de effecten op de waterkwaliteit en ecologie kwalitatief beschouwd. De grote diversiteit aan ontwikkelingen is samengebracht in drie toekomstscenario's, waarvan de effecten voor verschillende zichtjaren op het watersysteem van het waterschap zijn bepaald en beschouwd. Op basis van deze toekomstscenario's zijn voor de karakteristieke deelgebieden de belangrijkste aandachtspunten en kwetsbaarheden in beeld gebracht.

Meeste opgaven en onzekerheden in veenweide

Hoewel ieder gebied specifieke uitdagingen kent, worden de grootste uitdagingen, knelpunten en onzekerheden in het veenweidegebied voorzien. Het (toekomstige) landgebruik heeft grote impact op met name de watervraag. Bij het in stand houden van het productielandschap kan deze fors toenemen, terwijl de watervraag in geval van een natuurlijk veenlandschap met peilfluctuatie juist halveert. Maar het gebied is ook erg nat, een groot deel van het oppervlak inundeert bij extreme neerslag. Het geïnundeerd oppervlak neemt in alle scenario's verder toe (door klimaatverandering/hogere peilen). De betekenis van deze inundatie verschilt echter per landgebruiksvorm: bij natte natuur zijn de gevolgen beperkt.

Gestage toename inundaties en watervraag in overige gebieden, vooral in stedelijk gebied

De scenario's laten voor de overige deelgebieden een vergelijkbaar effect zien: een toename van inundaties als gevolg van extremere neerslag en een toename van de watervraag als gevolg van drogere periodes. Deze toename verloopt gestaag, in deze studie zijn voor de overige deelgebieden geen knikpunten berekend zoals in het veenweidegebied. In het bestaande stedelijk gebied liggen hierbij grotere opgaven dan in het rivierkleigebied en de hogere zandgronden, zowel voor inundatie als watervraag. Ook heeft klimaatverandering in de

stad grotere invloed op de waterkwaliteit.

Grote impact regionaal watersysteem

Het waterschap is voor zowel de waterafvoer als de wateraanvoer zeer afhankelijk van het Amsterdam-Rijnkanaal. Resultaten laten zien dat een maaltop op het ARK tot flinke inundaties leidt direct ten westen van het kanaal. Wanneer zelfs de afvoer via de Weerdsluis en de spuisluis Oog in AI is gestremd, ontstaan ook in de stad Utrecht op grote schaal inundaties. Ook in wateraanvoersituaties kunnen ontwikkelingen in het bovenregionaal systeem grote impact hebben op het watersysteem. De inlaat vanuit het ARK of de Lek zou in bepaalde situaties (als gevolg van bijv. verzilting) beperkt of zelfs gestremd kunnen worden. Hoewel de berekeningen geen grote knelpunten laten zien (omdat de verschillende inlaten elkaar kunnen compenseren), kunnen in een situatie van extreme droogte en lage rivierwaterstanden alle inlaten tegelijkertijd gestremd zijn, waarbij nauwelijks tot geen wateraanvoer mogelijk is. Een goede samenwerking met omliggende waterschappen en Rijkswaterstaat is aanbevolen om goed gesteld te staan voor toekomstige extremere periodes van droogte en overlast.

Druk op ecologie en waterkwaliteit

De toenemende dynamiek als gevolg van klimaatverandering (opwarming, langere perioden van droogte) zet druk op de ecologische potentie en waterkwaliteit. Ontwikkelingen bieden zowel kansen als bedreigingen voor de ecologie en waterkwaliteit. Enerzijds bieden ontwikkelingen mogelijkheden voor het verbeteren van de ecologie en waterkwaliteit, bijv. het omzetten van productiegebied naar natuurlijke veenlandschap en hoogwaardige stedelijke ontwikkeling. Anderzijds zal in geval van beperkte sociaal economische groei het (stedelijk) watersysteem veelal functioneel worden ingericht en beheerd, met naar verwachting weinig ruimte voor ecologische ontwikkeling. Ook de risico's van een te hoge watertemperatuur zullen dusdanig toenemen dat de (huidige) ecologie in gevaar komt. Als gevolg hiervan zullen wellicht de KRW doelen in gevaar komen.

Handelingsperspectieven

Op basis van de resultaten zijn de gemene delers vastgesteld in de effecten van de scenario's op het watersysteem en zijn extremen geïdentificeerd. Op basis van de belangrijkste aandachtspunten en kwetsbaarheden in het gebied zijn vervolgens zogeheten handelingsperspectieven afgeleid voor verschillende zichtjaren. In de perspectieven is onderscheid gemaakt tussen het handhaven van de huidige taakopvatting van het waterschap (met focus op de samenwerking) en het oppakken van een meer sturende rol (met de nadruk op het actief aanjagen van transitie in een aantal gebieden). Met deze perspectieven staat het waterschap gesteld voor de specifieke aandachtspunten die de deelgebieden kennen, is duidelijk wanneer op welke strategie moet worden gefocust en wat dit concreet voor de deelgebieden betekent.

Werken aan lange termijn keuzes

De handelingsperspectieven geven zelf geen antwoord op wat er moet gebeuren. Samen met een bestuurlijk afwegingskader, waarin zaken als kosten en baten, maatschappelijke meerwaarde, bestuurlijke risico's en technische aspecten afgewogen kunnen worden, helpen de perspectieven met het maken van keuzes voor de lange termijn. Bijvoorbeeld als het gaat om concrete, actuele vraagstukken als de uitbreiding van infrastructuur of innovatie en transitie in het veenweidegebied.

Op hoofdlijnen twee typen handelingsperspectieven: proactief of reactief

De handelingsperspectieven bevatten steeds een combinatie van de drie strategieën beheerstrategie, draagvlakstrategie en transitiestrategie. Op hoofdlijnen kan het het waterschap er voor kiezen toekomstbestendig te worden door te reageren op de berekende ontwikkelingen (klimaat, stad, land, bovenregionaal) door het watersysteem verder uit te breiden en te optimaliseren, of door sterker in te zetten op een verandering van het systeem en het landgebruik. Voor ieder deelgebied blijkt dat de handelingsperspectieven hier op uit komen: Een grote rol voor de beheerstrategie, waardoor op langere termijn de transitiestrategie relevanter wordt; mogelijk tegen hogere kosten; ofwel eerder inzetten op de transitiestrategie, waardoor mogelijk

te vroeg en te veel kosten gemaakt worden maar die voor langere termijn bestendig kan zijn.

Rivierengebied kans voor versterking vanuit bestaande kwaliteit

Voor het rivierkleigebied zijn de uitdagingen (voor de zaken die binnen deze verkenning zijn onderzocht) dusdanig beperkt dat er geen grote verandering van strategie nodig is: er liggen kansen om de waterkwaliteit te verbeteren door bijvoorbeeld meer te doen aan emissies uit de landbouw, dit ligt echter buiten de scope van dit onderzoek.

Overige gebieden: vanuit draagvlak werken aan transitie en beheer

Voor de overige gebieden geldt dat er in alle handelingsperspectieven een grote rol is weggelegd voor de draagvlakstrategie, waarbij de manier waarop die ingezet wordt verschilt: ondersteuning van actoren (zoals grondeigenaars) om hun landgebruik mogelijk te maken voor langere termijn, of juist samen aan de transitie werken. Voor veenweide geldt hierbij dat op een gegeven moment het (governance) vraagstuk opkomt in hoeverre er ook meer richtinggevend maatregelen nodig zijn om tot een transitie van het landschap te komen.

Aanbevelingen

- Detailonderzoek maatregelen in de beheerstrategie, aangevuld met optimalisatie interne systeem (herverdelen waterbezwaar)
- Nader (modelmatig) onderzoek stedelijk gebied, waarbij de aspecten die in het stedelijke relevant zijn ook op het gewenste detailniveau worden meegenomen
- Aansluiten bij onderzoeken waterkwaliteit in relatie tot de uitdagingen mbt. klimaatverandering: welke kwaliteit is te handhaven?
- Inzet van de handelingsperspectieven als hulpmiddel bij lange termijn keuzes
- Samen met provincie en gemeenten werken aan een ruimtelijke visie op basis van de mogelijke keuzes, waarbij bodem en watersysteem als uitgangspunt worden genomen

BIJLAGEN

BIJLAGE: MAATREGELLEN

Dit overzicht van maatregelen voor het watersysteem, bovenregionaal watersysteem en per deelgebied is tot stand gekomen dankzij input van het waterschap. Genoemde maatregelen komen uit de visie en handelingsperspectief Toekomstbestendig Watersysteem, en zijn geordend en aangevuld tijdens werksessies met de collega's van het waterschap.

Maatregelen in de beheerstrategie en (deels) in de transitiestrategie zijn doorgerekend op hun effectiviteit.

HOOFD WATERSYSTEEM

Beheerstrategie

- Lijst 40 maatregelen.
- Verbeteren waterkwaliteit (realisatie KRW), wat houdt dit in na 2027?
- Sneller inspelen lage afvoer Lek.
- Vergroten boezemcapaciteit (combineren met waterkwaliteitsmaatregelen).
- Capaciteit (doorstroomprofiel Gekanaliseerde Hollandse IJssel vergroten.
- Verkleinen afhankelijkheid ARK (Gemaal Vreeswijk, vergroten capaciteit ARK, extra aanvoer via Vreeswijk, Irenesluizen of Hagestein, meer lozen richting Lek).

Draagvlakstrategie

Transitiestrategie

BOVENREGIONAAL WATERSYSTEEM

Beheerstrategie

- Robuustheid vergroten door 'slim watermanagement'.
- Garanderen zoetwatervoorziening.
- 'Slim watermanagement' en zoetwatervoorziening (KWA)

Draagvlakstrategie

- Samenwerking waterschappen onderling (ook op het gebied van waterkwaliteit).
- Boezem(peil) beter afstemmen op naburige waterschappen (kan als tijdelijke maatregel als onderdeel van Slim Watermanagement).
- Verminderen zoetwatervraag.

Transitiestrategie

- Verkleinen faalkans ARK.

VEENWEIDEGEBIED

Beheerstrategie

- Waterkwaliteit: watergangen inrichten voor 'levendige' kwaliteit.
- Technische maatregelen om bodemdaling te verminderen (klei - in - veen (baggerklei), greppelinfiltratie, moldrains, waterinfiltratiesysteem (WIS)).
- Aanleggen van meer waterberging.
- Voorkomen droogteschade gebouwen.

Draagvlakstrategie

- Normering voor wateroverlast aanpassen (inundatie grasland accepteren).
- Samenwerken: meekoppelen met andere doelen (bijv. stikstof). Verantwoordelijkheden / aansprakelijkheden verhelderen.
- Kantelpunt kosten en baten bespreken.
- Belasten boeren op veenweide.
- Benadering boeren: per gebied (cultuur) een maatwerk oplossing bedenken.

Transitiestrategie

- Vernatting: functiewijziging landgebruik.
- Veengroei, veenweide als Carbon Credits project.

RIVIERENGEBIED

Beheerstrategie

- Natte natuur.

Draagvlakstrategie

- Waterkwaliteit: bewustwording over verschillende functies en hoe deze elkaar kunnen versterken of juist tegenzitten (bijv. recreatiewater).
- Bevordering kringloop landbouw (waterkwaliteit) en precisielandbouw (waterbesparend).
- Gewassoorten (waterbehoefte, verbranding,...).
- Belasten wateronttrekking
- Recreatie gebruiken als economische waarde.
- Bevorderen bewustwording functies en onderlinge impact.

Transitiestrategie

- Aanhaken ruimtelijke ontwikkelingen
- Sturing locaties fruitteelt
- Ruimte voor de rivier (Kromme Rijn).

STEDELIJK GEBIED

Beheerstrategie

- Waterberging en waterbuffering: ruimte in bebouwd gebied.
- Waterkwaliteit: watergangen inrichten voor 'levendige' kwaliteit.
- Instromend water bovenstrooms beperken (Zeist).

Draagvlakstrategie

- Afspraken mbt. piekbelasting stad: verkleinen afvoernorm, leren omgaan met maalstop.
- Voorlichting mbt. waterbestendigheid: risicodialogen, participatie.
- Voorlichting mbt. waterrecreatie.
- Afspraken mbt. nutsvoorzieningen in (nieuwe) wijken.
- Schoon stadswater: lozingen beperken (overstort etc.)
- Afspraken mbt. recreatiewater: vaartuigen, betreding, sluizen.

Transitiestrategie

- Inzetten op waterbestendig bouwen.
- Locatiekeuze verstedelijking.
- Grijswater circuit.

HEUVELRUG

Beheerstrategie

- Voorkomen erosie: infiltratiebanen en richels aanleggen, bodemverbetering.
- Hergebruik effluent: aanvullen Heuvelrug, fruitteelt, drinkwater, natuurgebieden.
- Hoog op de Heuvelrug vasthouden en infiltreren (op velden).
- Slimmer / precisie waterbeheer.
- Rekening houden met periodiek droogvallende watergangen.
- Natte natuur (plas-dras Langbroekerwetering).

Draagvlakstrategie

- Recreatie gebruiken als economische waarde.
- Belasten wateronttrekking.
- Inzetten op groene tuinen.

Transitiestrategie

- Ontsnippering, functieclustering en -combinaties in kwelzone.
- Van grondwater naar oppervlaktewater als bron drinkwater.
- Functionele inrichting verticale stroken.

BIJLAGE: WATERKWALITEIT

Klimaat - Berekende effecten

Parameter	Algemeen	Veenweide en Lopikerwaard	Stedelijk	Kromme Rijn - ARK	Utrechtse Heuvelrug
Watertemperatuur (zomergemiddeld)	Verwachte toename gemiddelde watertemperatuur als gevolg van een stijging van de luchttemperatuur: 1-2 gr in 2050 1,5 - 3,5 in 2085 De getallen betreffen de zomergemiddelde temperatuur. Let op dat het KNMI aangeeft (Klimaat signaal 2021) dat naast de toename van de temperatuur ook de kans op droogte in het voorjaar groter wordt.	Toename watertemperatuur, relatief warm ten opzichte van andere gebieden	Toename watertemperatuur, relatief warm ten opzichte van andere gebieden	Toename van watertemperatuur ten opzichte van de huidige situatie, maar naar verwachting iets koeler ten opzichte van andere gebieden (iets meer beschaduwning in vergelijking met de rest van het gebied).	Toename watertemperatuur ten opzichte van de huidige situatie, maar naar verwachting iets koeler ten opzichte van andere gebieden (meer beschaduwning in vergelijking met de rest van het gebied)
Stroomsnelheid	In hele gebied erg laag, er worden als gevolg van het klimaat geen significante veranderingen verwacht in de deelgebieden.			Stroomsnelheid is relatief hoog ten opzichte van andere HDSR gebieden (Kromme Rijn is R type).	Nauwelijks oppervlaktewater
Waterdiepte	Geen significante veranderingen in de grote(re) watergangen verwacht door klimaat, omdat er altijd wel water kan worden ingelaten. Onzeker is hoe dit precies voor de haarvaten zal uitpakken. Let wel dat het inlaten van gebiedsvreemd water een negatief effect heeft op de waterkwaliteit. Hierdoor kan het in sommige gevallen onwenselijk zijn water in te laten vanuit een kwaliteitsoogpunt.				Hoewel de kweldruk als gevolg van klimaatverandering jaarrond iets toeneemt en grondwaterstanden gemiddeld genomen iets stijgen, wordt het extra water op de flanken direct weer afgevoerd en wordt nauwelijks effect op de waterdiepte verwacht.

ESF Klimaat

ESF	Centrale vraag	Parameters	Effecten klimaat	Relevant in	
Basisvoorwaarden					
1	Productiviteit water	Risico op algenbloei en kroosvorming, dit gaat ten koste van de waterfauna en andere planten en veroorzaakt zuurstofloosheid.	N, P vs. draagkracht	Productiviteit neemt toe door hogere temperaturen - in agrarisch gebied met hoge P en N belasting is dit ongunstig: meer kans op kroos/algen - de kans op langere droge periode met hogere temperaturen en stilstaand water neemt toe. Bij eenzelfde nutriëntenbelasting neemt daarmee ook het risico op kroos/algenbloei toe - in stedelijk gebied zal de productiviteit van het water toenemen door meer afspoeling straatvuil en nutriënten uit overstorten - de kans op stortbuien in de zomer en daarmee het risico op de afspoeling van nutriënten neemt toe. Dit leidt tot een groter risico op kroos/algenbloei. -Doordat plantengroei toeneemt als gevolg van hogere temperatuur, zijn de snelle groeiers in het voordeel wat tot een afname van de biodiversiteit (en andere vegetatiesamenstellingen) kan leiden -kans op eutrofiëring neemt toe, waardoor zuurstofonttrekking en de kans op vissterfte toenemen De waterkwaliteit wordt in droge periode met name door de kwaliteit van ingelaten water bepaald; dit kan zowel gunstig als ongunstig zijn.	Hele gebied
2	Lichtklimaat	Is er voldoende licht op de bodem, en zo nee, waardoor wordt dit veroorzaakt?	doorzicht, zwevend slib, humuszuren, algengroei a.g.v een hoger nutriëntengehalte	Hogere temperaturen leiden tot snellere veenoxidatie, meer humuszuren en minder helder water. De kans op stortbuien in de zomer neemt toe, waardoor meer kleideeltjes afspoelen en er minder doorzicht en minder vegetatie is. De kans op algenbloei neemt toe (zie ESF1) waardoor het doorzicht afneemt..	Veenweide Lopikerwaard
3	Productiviteit bodem	Is de beschikbaarheid van nutriënten in de bodem voldoende laag om een diverse, ondergedoken vegetatieontwikkeling mogelijk te maken?	N,P in bodem	Een hogere temperatuur van de bodem leidt tot een toename van de interne fosforbelasting (beschikbaarheid). Meer kans op zuurstofloosheid als gevolg van hogere temperaturen met anearobe processen waardoor er ook fosfor vrij kan komen met algenbloei en kroosvorming als gevolg	Hele gebied (Heuvelrug en flanken in mindere mate)
Aanvullende voorwaarden					
4	Habitatgeschiktheid	Voldoet het water aan de belangrijkste eisen die organismen stellen aan hun leefomgeving? Habitat bevat twee belangrijke onderdelen: het hydromorfologische (diepte, breedte, oevertalud etc.) en een biotische component waarbij watervegetatie habitat vormt voor macrofauna en vissen, waarbij doorgaans onderscheid wordt gemaakt in de groeivormen: drijfblad planten, emerse planten en ondergedoken waterplanten.	Inrichting	Hogere gemiddelde wintertemperatuur leidt tot grotere overlevingskansen van bepaalde soorten. Dit kan zowel ongunstig als gunstig zijn voor de biodiversiteit. De kans op monoculturen neemt wellicht toe. Vissen en macrofauna hebben een hogere bewegingssnelheid bij een hogere temperatuur. Dit leidt tot meer verspreiding, wat zowel een gunstig als ongunstig effect kan hebben. Afname habitat voor plantminnende soorten agv toename algen en afname waterplanten. De paaiplekken nemen af voor plantminnende soorten waardoor er minder mogelijkheid is voor voortplanting.	Hele gebied

ESF	Centrale vraag	Parameters	Effecten klimaat	Relevant in
5 Verspreiding	Kunnen de gewenste of kenmerkende organismen het watersysteem in voldoende mate bereiken?	vissen, macrofauna, macrofyten	Toename van droogte kan leiden tot (tijdelijke) versnippering van leefgebied wanneer vispassages worden dichtgezet om waterverlies te verminderen. Door hogere lucht- en watertemperaturen krijgen exoten meer kans. Dit kan inheemse soorten planten en dieren bedreigen. Er zal een nieuwe inheemse vegetatie ontstaan.	Hele gebied
6 Verwijdering	Is er invloed van onderhoud en van vraat op het voorkomen van specifieke soorten planten en dieren?	Onderhoud	Door een grotere kans op hevige neerslag wordt het zomers onderhoud mogelijk geïntensiveerd, om ongehinderde afvoer te borgen. Een hogere temperatuur leidt, met name in de ondiepe watergangen, tot meer plantengroei en een groter risico op dichtgroei van watergangen. Hierdoor moet vaker worden gemaaid. Door dit te doen met oog voor de bestaande vegetatiewaarde kan dit gedaan worden zonder negatief effect op de ecologie.	Hele gebied
Specifieke omstandigheden				
7 Organische belasting	Vormt de organische belasting een belemmering voor het ecologisch functioneren van het watersysteem?	BZV	Door een grotere kans op hevige neerslag neemt de kans op overstortingen, en daarmee organische belasting, toe. Door een grotere kans op hevige neerslag neemt ook de af- en uitspoeling van het landelijk gebied toe.	Stedelijk gebied Tussen Lek en Kromme Rijn Veenweide
8 Toxiciteit	Zijn er verontreinigingen die giftig zijn voor de aanwezige planten en dieren?	Zware metalen, medicijnresten, bestrijdingsmiddelen	Een hogere temperatuur leidt tot meer veenafbraak, waardoor waarschijnlijk meer ammonium wordt gevormd. Doordat productiviteit toeneemt (wanneer er te veel nutriënten, zoals fosfaten en nitraten, in het water aanwezig zijn), neemt ook de kans op eutrofiëring (met kans op giftige stoffen als gevolg van algen (zoals blauwalg)), zuurstofonttrekking en vissterfte toe.	

Verstedelijking - Berekende effecten

Parameter	Algemeen	Effecten op stedelijk gebied
Temperatuur stedelijk water (zomergemiddeld)	Watertemperatuur: Referentie: 16,9 gr C 2050: +1 à +2 gr 2085: +1,5 à +3,5 gr	Stedelijk water is relatief warm ten opzichte van water in landelijk gebied, naar verwachting zal door het hitte-eilandeffect de temperatuur van het stedelijk water ten opzichte van de andere gebieden verder/sneller opwarmen.
stroomsnelheid	in hele gebied erg laag	Stroomsnelheden zijn overal erg laag. In stedelijk gebied waar actief wordt doorgespoeld (bijv Utrecht, Nieuwegein) zijn stroomsnelheden hoger (NB dit volgt niet uit het model, maar uit gebiedskennis).
waterdiepte	geen significante veranderingen verwacht door klimaat	Peilen worden kunstmatig hoog gehouden mbv inlaat. Hierdoor worden geen grootschalige problemen met waterdiepte verwacht, omdat vrijwel altijd water kan worden ingelaten.

ESF Verstedelijking

ESF	Centrale vraag	Parameters	Effecten verstedelijking	Relevant in
Basisvoorwaarden				
1	Productiviteit water	Risico op algenbloei en kroosvorming, dat ten koste gaat van je ondergedoken waterplanten.	N, P vs. draagkracht	Stedelijk gebied en directe omgeving
2	Lichtklimaat	Is er voldoende licht op de bodem, en zo nee, waardoor wordt dit veroorzaakt?	doorzicht, zwevend slib, humuszuren, algenbloei	
			Als gevolg van verstedelijking neemt afstromend regenwater (met vervuiling) toe (meer stortbuien in zomer, waardoor het risico op afspoeling van kleideeltjes in stedelijk gebied toeneemt. Toename van algenbloei als gevolg van opgewarmd stilstaand water zullen resulteren in slechter doorzicht. Hoge gebouwen kunnen lichtinval belemmeren. Dit is afhankelijk van de positionering t.o.v. de watergang.	
3	Productiviteit bodem	Is de beschikbaarheid van nutriënten in de bodem voldoende laag om een diverse, ondergedoken vegetatieontwikkeling mogelijk te maken?	N,P in bodem	
Aanvullende voorwaarden				
4	Habitatgeschiktheid	Voldoet het water aan de belangrijkste eisen die organismen stellen aan hun leefomgeving? Habitat bevat twee belangrijke onderdelen: het hydromorfologische (diepte, breedte, oevertalud etc.) en een biotische component waarbij watervegetatie habitat vormt voor macrofauna en vissen, waarbij doorgaans onderscheid wordt gemaakt in de groeivormen: drijfblad planten, emerse planten en ondergedoken waterplanten.	Inrichting	Stedelijk gebied en directe omgeving
5	Verspreiding	Kunnen de gewenste of kenmerkende organismen het watersysteem in voldoende mate bereiken?	vissen, macrofauna, macrofyten	
6	Verwijdering	Is er invloed van onderhoud en van vraat op het voorkomen van specifieke soorten planten en dieren?	Onderhoud	
			Doorgaans is de bergingscapaciteit van stedelijk water belangrijker dan de afvoercapaciteit en zijn stedelijke waterpartijen om die reden hydraulisch over gedimensioneerd. Dit biedt ruimte voor brede oevers en ecologisch onderhoud.	
Specifieke omstandigheden				

ESF	Centrale vraag	Parameters	Effecten verstedelijking	Relevant in
7 Organische belasting	Vormt de organische belasting een belemmering voor het ecologisch functioneren van het watersysteem?	BZV	Afspoelen verhard oppervlakte foutaansluitingen. Met name tijdens piekbuien kan dit leiden tot zuurstofloosheid waardoor extra nutriënten vrij komen uit de waterbodem. Dit kan algenbloei en kroosvorming tot gevolg hebben. In aanvulling op de effecten onder 1, is het voeren van eenden voeren en de toename van recreatief gebruik van het water ongunstig voor de organische belasting. Toename verhard oppervlakte kan wel resulteren in een toename van organische belasting, zeker na een droge periode. Invloed op de ecologische kwaliteit is afhankelijk van de inrichting van het systeem. Bij verharde oppervlaktes zoals parkeerplaatsen is het wenselijk via een zandfilter of vergelijkbaar te lozen op oppervlaktewater. Anders neemt de piekbelasting bij hevige neerslag toe.	Stedelijk gebied en directe omgeving
8 Toxiciteit	Zijn er verontreinigingen die giftig zijn voor de aanwezige planten en dieren?	Zware metalen, medicijnresten, bestrijdingsmiddelen	Door verstedelijking neemt het aantal mensen en daarmee kans op medicijnresten, (micro) plastics en zwerfvuil toe.	
9 Context	Hoe we water inpassen in onze leefomgeving geeft de context aan. Verschillende functies kunnen met elkaar conflicteren. Bewuste functiescheiding kan hierbij helpen.	Niet van toepassing	De vraag naar zwemwater en recreatiewater neemt toe, terwijl de kans op blauwalg bij hogere temperaturen ook toeneemt. Door de heftigere buien neemt ook het aantal overstorten toe. Hierdoor neemt de geschiktheid voor zwemmen in water af. Het gebruik van water voor zwemwater heeft tevens invloed op de kwaliteit (o.a. ecoli bacterie) en kan tot aanwezigheid van ongedierte leiden. In stedelijk gebied is ruimte schaars waardoor er keuzes gemaakt moeten worden in functies, dimensies en inrichting van de watergangen	

Landelijk gebied - Berekende effecten

Parameter	Algemeen	Effecten
Watertemperatuur (zomergemiddeld)	Watertemperatuur: Referentie: 15 à 17 gr C 2050: +1 à +2 gr 2085: +1,5 à +3,5 gr	In (open) veenweidegebied is de gemiddelde zomertemperatuur hoger dan op flanken Utrechtse Heuvelrug.
Stroomsnelheid	in hele gebied erg laag	Stroomsnelheden zijn overal erg laag. De inlaat van water (in veenweidegebieden) zorgt niet voor merkbaar hogere gemiddelde stroomsnelheden maar zal wel negatieve effecten hebben op de waterkwaliteit.
Waterdiepte	geen significante veranderingen verwacht door klimaat	Peilen worden kunstmatig hoog gehouden m.b.v. inlaat. Hierdoor worden geen grootschalige problemen met waterdiepte verwacht. Lokaal kunnen kavelsloten 's zomers droogvallen wanneer zomerpeil (toch) niet gehandhaafd kan worden. Inlaatwater vanuit de rivieren bevat vaak minder nutriënten wat op zich gunstig is. Het probleem is echter het sulfaatgehalte, omdat sulfaat de veenafbraak in veengebieden versnelt, waarbij nutriënten vrijkomen (fosfaat en nitraat) en er kans is op sulfide vorming of ammonium. Sulfaat kan er ook voor zorgen dat er fosfaat vrijkomt, dit laatste effect (speelt niet alleen in veengebieden).

ESF Landelijk gebied - Veenweidegebied

ESF	Centrale vraag	Parameters	Effecten verstedelijking	Relevant in
Basisvoorwaarden				
1	Productiviteit water	Risico op algenbloei en kroosvorming, dat ten koste gaat van je ondergedoken waterplanten.	N, P vs. draagkracht	Veenweidegebied
			Algemeen [Ref 1]: - veenoxidatie leidt mede tot eutrofiëring van het oppervlaktewater door een grote bijdrage aan de achtergrondbelasting van het slootwater met de nutriënten stikstof (N), fosfor (P) en sulfaat (SO₄). - Effect OWD op slootwaterkwaliteit neutraal tot - op lange termijn - positief [Ref 1] - Effect peilopzet: verhoogt de P en N beschikbaarheid, totdat nieuw evenwicht is bereikt [Ref 2]. Door extra drainagemiddelen en/of een kleinere drooglegging is er een snellere uitwisseling tussen grond- en oppervlaktewater. Hierdoor nemen af- en uitspoeling toe. Het precieze effect is ook deels afhankelijk van het inlaatwater. Inlaatwater vanuit de rivieren bevat vaak minder nutriënten wat op zich gunstig is. Het probleem is echter het sulfaatgehalte. Sulfaat versnelt de veenafbraak in veengebieden waarbij nutriënten vrijkomen (fosfaat en nitraat) en er kans is op sulfide vorming of ammonium. Sulfaat kan er ook voor zorgen dat er fosfaat vrijkomt, dit laatste effect speelt niet alleen in veengebieden.	
2	Lichtklimaat	Is er voldoende licht op de bodem, en zo nee, waardoor wordt dit veroorzaakt?	doorzicht, zwevend slib, humuszuren, toename algenbloei	
3	Productiviteit bodem	Is de beschikbaarheid van nutriënten in de bodem voldoende laag om een diverse, ondergedoken vegetatieontwikkeling mogelijk te maken?	N,P in bodem	
			Humuszuren ontstaan door (onvolledige) veenoxidatie en zorgen voor beperkt doorzicht. Kroosvorming en algenbloei, door voedingsrijk water met hoge temperaturen, zullen doorzicht beperken. Er wordt geen effect op waterbodems verwacht, zolang deze permanent onder water zijn en blijven. Door de landbouwtransitie zal minder P en N in de waterbodem terechtkomen en vindt op de lange termijn minder nalevering plaats.	
Aanvullende voorwaarden				
4	Habitatgeschiktheid	Voldoet het water aan de belangrijkste eisen die organismen stellen aan hun leefomgeving?	Inrichting	Veenweidegebied
		Habitat bevat twee belangrijke onderdelen: het hydromorfologische (diepte, breedte, oeverlud etc.) en een biotische component waarbij watervegetatie habitat vormt voor macrofauna en vissen, waarbij doorgaans onderscheid wordt gemaakt in de groeivormen: drijfblad planten, emerse planten en ondergedoken waterplanten.		
5	Verspreiding	Kunnen de gewenste of kenmerkende organismen het watersysteem in voldoende mate bereiken?	vissen, macrofauna, macrofyten	
6	Verwijdering	Is er invloed van onderhoud en van vraat op het voorkomen van specifieke soorten planten en dieren?	Onderhoud	
Specifieke omstandigheden				
7	Organische belasting	Vormt de organische belasting een belemmering voor het ecologisch functioneren van het watersysteem?	BZV	Veenweidegebied
8	Toxiciteit	Zijn er verontreinigingen die giftig zijn voor de aanwezige planten en dieren?	Zware metalen, medicijnresten, bestrijdingsmiddelen	

ESF Landelijk gebied - Kromme Rijn en ARK

ESF	Centrale vraag	Parameters	Effecten verstedelijking	Relevant in
Basisvoorwaarden				
1	Productiviteit water	Risico op algenbloei en kroosvorming, dat ten koste gaat van je ondergedoken waterplanten.	N, P vs. draagkracht	Kromme Rijn en ARK
			Natuurontwikkeling/uit landbouwproductie nemen: - Bij omzetting van landbouwgrond naar natuur of zonnevelden neemt belasting op watersysteem af. - Peilopzet maakt P/N beschikbaarheid groter. Drinkwater: geen direct effect verwacht op productiviteit van water	
2	Lichtklimaat	Is er voldoende licht op de bodem, en zo nee, waardoor wordt dit veroorzaakt?	doorzicht, zwevend slib, humuszuren, algenbloei	
3	Productiviteit bodem	Is de beschikbaarheid van nutriënten in de bodem voldoende laag om een diverse, ondergedoken vegetatieontwikkeling mogelijk te maken?	N,P in bodem	Geen effecten verwacht
Aanvullende voorwaarden				
4	Habitatgeschiktheid	Voldoet het water aan de belangrijkste eisen die organismen stellen aan hun leefomgeving? Habitat bevat twee belangrijke onderdelen: het hydromorfologische (diepte, breedte, oeverwal etc.) en een biotische component waarbij watervegetatie habitat vormt voor macrofauna en vissen, waarbij doorgaans onderscheid wordt gemaakt in de groeivormen: drijfblad planten, emerse planten en ondergedoken waterplanten.	Inrichting	Kromme Rijn en ARK
			Natuurontwikkeling heeft positief effect op habitats en biedt veel kans voor gunstige inrichting. Effect van zonnevelden: precieze effecten zijn niet bekend (bijv warmteontwikkeling, licht, onderhoud, bodemleven). Hiervoor is nader onderzoek noodzakelijk. Naar verwachting neemt het lichtklimaat zonder zon op water af wat ongunstig is voor de ecologie. Drinkwaterwinning: lagere grondwaterstanden en dus minder drainage naar watergangen (ongunstig), tevens minder kwel beschikbaar voor kwelafhankelijke natuur (ongunstig voor natuur en waterkwaliteit).	
5	Verspreiding	Kunnen de gewenste of kenmerkende organismen het watersysteem in voldoende mate bereiken?	vissen, macrofauna, macrofyten	
6	Verwijdering	Is er invloed van onderhoud en van vraat op het voorkomen van specifieke soorten planten en dieren?	Onderhoud	Geen effecten verwacht
Specifieke omstandigheden				
7	Organische belasting	Vormt de organische belasting een belemmering voor het ecologisch functioneren van het watersysteem?	BZV	Kromme Rijn en ARK
8	Toxiciteit	Zijn er verontreinigingen die giftig zijn voor de aanwezige planten en dieren?	Zware metalen, medicijnresten, bestrijdingsmiddelen	

BIJLAGE: BESTUURLIJK AFWEGINGSKADER

Afwegingskader Veenweidegebied

Technisch

- **Effectiviteit en robuustheid**
 - Nu en in de toekomst voldoende werkzaam
- **Urgentie**
 - In relatie tot klimaatverandering (2030, 2050, 2100)
 - In relatie tot concrete ruimtelijke ontwikkelingen
 - In relatie tot plannings- en investeringshorizon
- **Risico**
 - Omkeerbaarheid/overstapkansen naar ander spoor
 - Opschaalbaarheid/uitbreidbaarheid

Maatschappelijk

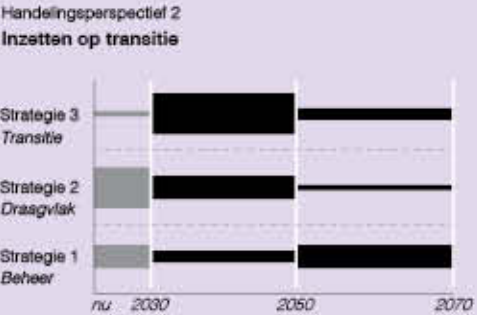
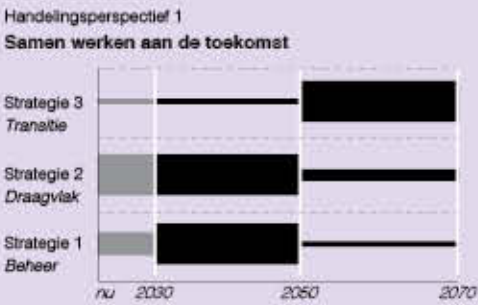
- **Kansen maatschappelijke meerwaarde**
 - Verstedelijking, biodiversiteit, voedselproductie, energieopwekking, landschap, etc.
- **Risico**
 - Kansen maatschappelijke weerstand

Economisch

- **Inspanning**
 - Kosten en baten op korte termijn
 - Kosten en baten op lange termijn
- **Risico**
 - Wie draagt kosten (HDSR, andere overheid of externe stakeholders)

Institutioneel

- **Verantwoordelijkheid**
 - Verhouding tot wet- en regelgeving en kerntaken HDSR
 - Verantwoordelijkheid HDSR/andere overheden/stakeholders
- **Risico**
 - Afhankelijkheid externe stakeholders (invloed)
 - (Tegenstrijdige) belangen externe stakeholders



Technisch	
● Effectiviteit en robuustheid	- Nu en in de toekomst voldoende werkzaam
● Urgentie	- In relatie tot klimaatverandering (2030, 2050, 2100) - In relatie tot concrete ruimtelijke ontwikkelingen - In relatie tot plannings- en investeringshorizon
● Risico	- Omkeerbaarheid/overstapkansen naar ander spoor - Opschaalbaarheid/uitbreidbaarheid
Maatschappelijk	
● Kansen maatschappelijke meerwaarde	- Verstedelijking, biodiversiteit, voedselproductie, energieopwekking, landschap, etc.
○ Risico	- Kansen maatschappelijke weerstand
Economisch	
○ Inspanning	- Kosten en baten op korte termijn - Kosten en baten op lange termijn
○ Risico	- Wie draagt kosten (HDSR, andere overheid of externe stakeholders)
Institutioneel	
○ Verantwoordelijkheid	- Verhouding tot wet- en regelgeving en kerntaken HDSR - Verantwoordelijkheid HDSR/andere overheden/stakeholders
○ Risico	- Afhankelijkheid externe stakeholders (invloed) - (Tegenstrijdige) belangen externe stakeholders



Technisch

- **Effectiviteit en robuustheid**
 - Nu en in de toekomst voldoende werkzaam
- **Urgentie**
 - In relatie tot klimaatverandering (2030, 2050, 2100)
 - In relatie tot concrete ruimtelijke ontwikkelingen
 - In relatie tot plannings- en investeringshorizon
- **Risico**
 - Omkeerbaarheid/overstapkansen naar ander spoor
 - Opschaalbaarheid/uitbreidbaarheid

Maatschappelijk

- **Kansen maatschappelijke meerwaarde**
 - Verstedelijking, biodiversiteit, voedselproductie, energieopwekking, landschap, etc.
- **Risico**
 - Kansen maatschappelijke weerstand

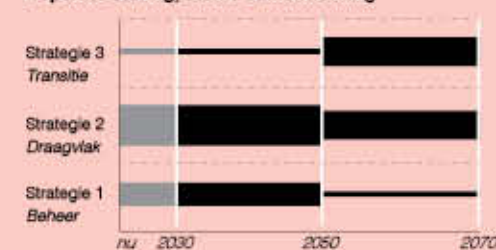
Economisch

- **Inspanning**
 - Kosten en baten op korte termijn
 - Kosten en baten op lange termijn
- **Risico**
 - Wie draagt kosten (HDSR, andere overheid of externe stakeholders)

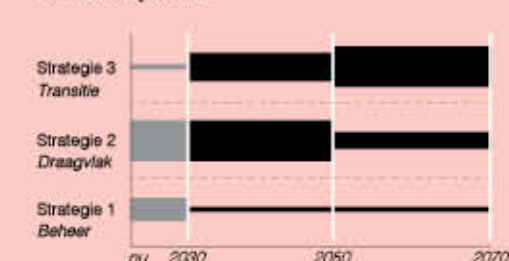
Institutioneel

- **Verantwoordelijkheid**
 - Verhouding tot wet- en regelgeving en kerntaken HDSR
 - Verantwoordelijkheid HDSR/andere overheden/stakeholders
- **Risico**
 - Afhankelijkheid externe stakeholders (invloed)
 - (Tegenstrijdige) belangen externe stakeholders

Handelingsperspectief 1
Beperkte sturing, sterke samenwerking



Handelingsperspectief 2
Eén watersysteem



Technisch

- **Effectiviteit en robuustheid**
 - Nu en in de toekomst voldoende werkzaam
- **Urgentie**
 - In relatie tot klimaatverandering (2030, 2050, 2100)
 - In relatie tot concrete ruimtelijke ontwikkelingen
 - In relatie tot plannings- en investeringshorizon
- **Risico**
 - Omkeerbaarheid/overstapkans naar ander spoor
 - Opschaalbaarheid/uitbreidbaarheid

Maatschappelijk

- **Kansen maatschappelijke meerwaarde**
 - Verstedelijking, biodiversiteit, voedselproductie, energieopwekking, landschap, etc.
- **Risico**
 - Kansen maatschappelijke weerstand

Economisch

- **Inspanning**
 - Kosten en baten op korte termijn
 - Kosten en baten op lange termijn
- **Risico**
 - Wie draagt kosten (HDSR, andere overheid of externe stakeholders)

Institutioneel

- **Verantwoordelijkheid**
 - Verhouding tot wet- en regelgeving en kerntaken HDSR
 - Verantwoordelijkheid HDSR/andere overheden/stakeholders
- **Risico**
 - Afhankelijkheid externe stakeholders (invloed)
 - (Tegenstrijdige) belangen externe stakeholders

