

KLIMAP - Verkenning klimaatrobuuste inrichting watersysteem Chaamse beken



Auteurs: Dimmie Hendriks (Deltares), Kees Peerdeman (Waterschap
Brabantse Delta), Eva Schoonderwoerd (Deltares), Ad Jeuken (Deltares)

13-06-2024

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	2
1 Inleiding.....	3
1.1 Klimaatadaptatie in de Praktijk	3
1.2 Proefgebied Chaamse Beken	3
1.3 Ontwikkelpaden	4
2 Chaamse beken in het kort	4
2.1 Water- en bodemsysteem.....	4
2.2 Landgebruiksfuncties	8
3 Een klimaatrobuust watersysteem	10
3.1 Definitie en strategieën.....	10
3.2 Opvangen klimaatverandering en verdroging opheffen.....	11
3.3 Kwantificeren klimaatrobuustheid.....	11
3.3.1 Grondwaterstand en kwel.....	12
3.3.2 Afvoerdynamiek	12
3.3.3 Natuurwaarde	12
3.3.4 Opbrengstderving landbouw	13
4 Huidige inrichting: landbouw staat centraal, natuurwaarde is laag	13
4.1 Huidige inrichting watersysteem	13
4.2 Toestand landbouw en natuur	14
4.3 Klimaatverandering zorgt voor afname natuurwaarde en toename landbouwschade ..	15
5 Klimaatrobuuster door aanpassen van inrichting.....	18
5.1 Maximaal vasthouden leidt tot natuurherstel en meer opbrengstderving	18
5.2 Bufferzones rond natuur en beken	20
5.3 Kansen voor dempen van afvoerdynamiek.....	24
6 Discussie, conclusies en aanbevelingen	26
6.1 Discussie	26
6.2 Conclusies.....	27
6.3 Aanbevelingen.....	28
7 Referenties	29
BIJLAGE A - Modellering water en landbouw.....	30
BIJLAGE B - Modellering natuur	31
BIJLAGE C - Ontwikkelpaden	32

1 Inleiding

1.1 Klimaatadaptatie in de Praktijk

Het is droog in Nederland en de regen die valt, komt steeds vaker in de vorm van piekbuien. De hooggelegen zandgronden zijn niet ingericht op deze effecten van klimaatverandering. De komende vier jaar onderzoekt een consortium van 24 partijen, waaronder STOWA hoe het water- en bodemsysteem op de zandgronden in Nederland klimaat adaptief kan worden ingericht voor onder andere landbouw en natuur. De naam van het project: Klimaatadaptatie in de Praktijk, kortweg KLIMAP.

De klimaatverandering leidt ertoe dat de waterschappen en provincies samen met de andere actoren in het landelijk gebied inzicht willen in de ruimtelijke, maatschappelijke en fysieke gevolgen ervan op regionale schaal. men wil ook inzicht hebben in mogelijke adaptatiemaatregelen in hun land- en watersystemen, en hoe die via gebiedsprocessen kunnen worden gerealiseerd.

Binnen KLIMAP zijn drie werkpakketten onderscheiden: Ontwikkelpaden, Proeftuinen/Living Labs en Toekomstverkenningen. Rode draad in KLIMAP is het gebruik van ontwikkelpaden (IPCC: climate resilient pathways¹) als integrerend concept om te komen tot handvatten voor klimaatbestendige inrichting van de Nederlandse zandgebieden met duurzaam economisch gebruik (Projectvoorstel KLIMAP, 2020). Er is een stappenplan opgesteld om tot ontwerp van ontwikkelpaden te komen en het concept in praktijk toe te passen (Figuur 1.1). Deze KLIMAP routekaart² biedt structuur en maakt de verbinding tussen de verschillende activiteiten in de werkpakketten inzichtelijk.



Figuur 1.1 KLIMAP routekaart

In het proefgebied Chaamse beken zijn de stappen scenario denken, maatregelen inventariseren en ontwikkelpaden schetsen toegepast en is de stap monitoren en evalueren verkend.

1.2 Proefgebied Chaamse Beken

Een van de proefgebieden waaraan binnen KLIMAP wordt gewerkt is het gebied Chaamse Beken in Noord-Brabant, gelegen ten zuidoosten van Breda. Er zijn opgaven in het kader van KRW en verdrogingsbestrijding. Daarnaast is er zowel sprake van kans op wateroverlast als kans op droogte. Bij het waterschap bestaat de behoefte om inzicht te krijgen in welke maatregelen nodig zijn om de opgaven te realiseren en om te gaan met weerextremen, hoe ver deze maatregelen doorwerken en wat dit betekent voor het grondgebruik.

¹ Denton, F., T.J.Wilbanks, A.C. Abeyasinghe, I. Burton, Q. Gao, M.C. Lemos, T. Masui, K.L. O'Brien, and K.Warner, 2014: Climate-resilient pathways: adaptation, mitigation, and sustainable development. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L.White (eds.)].Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1101-1131.

² [Routekaart - KLIMAP: regionale aanpak klimaatadaptatieve maatregelen voor hooggelegen zandgronden](#)

Binnen KLIMAP wordt een verkenning uitgevoerd op welke manier een gebied, in dit geval de Chaamse Beken, klimaatbestendig kan worden ingericht en wat dit betekent voor de ontwikkelingsmogelijkheden van verschillende functies. De uitgangspunten hierbij zijn:

1. Een watersysteem dat aansluit bij landschapkenmerken moet een meer centrale rol hebben bij het bepalen van toekomstbeelden en inrichtingsvarianten.
2. Gerichte analyses zijn nodig om het gedrag van het watersysteem en de gebruiksmogelijkheden te verkennen.

Belangrijk hierbij is of een dergelijk meer 'natuurlijk' watersysteem ook leidt tot een verbetering van de natuur en biodiversiteit in het gebied en welke effecten dit heeft op landbouw en de afvoerdynamiek in de Chaamse beek.

1.3 Ontwikkelpaden

In een tweetal sessies (12 mei en 20 juni 2023) met voornamelijk ambtenaren en experts van de provincie, gemeente en het waterschap zijn er voor de Chaamse Beek ook mogelijke ontwikkelpaden opgesteld. Het idee daarbij was dat dit lopende en komende gebiedsproces zou kunnen helpen om:

- de ontwikkelingsmogelijkheden en beslispunten scherper te krijgen
- korte termijn low-regret keuzes te koppelen aan een lange termijn visie van het gebied

Op basis van de kennis van de aanwezigen, inclusief de kennis gegenereerd met de KLIMAP model berekeningen, worden de volgende stappen gezet:

- Omschrijven van één of meerdere gewenste en/of verwachte toekomstbeelden voor een klimaatbestendige inrichting van Chaamse Beek.
- Inventarisatie van de grootste onzekerheden (drijvende krachten van buiten het gebied) die het realiseren van die toekomst beïnvloeden.
- Inventariseren van mogelijke maatregelen (waterbeheer + landgebruik)
- Back-casting vanuit de toekomstbeelden naar het heden, door middel van het identificeren van stappen/strategieën en maatregelen in relatie tot de grootste onzekerheden.
- Evaluatie van de resulterende paden op basis van veerkracht en aansluiting van leidende principes zoals: Water en bodem sturend, 'elke druppel telt', 'Wat schoon is moet schoon blijven', 'juiste gebruik op de juiste plek + juiste tijdstip'.

In een derde sessie op 17 oktober is nog gesproken met het waterschap over welke monitoring nodig zou zijn om de implementatie van de ontwikkelpaden goed te kunnen volgen en sturen. Bij het adresseren van monitoring is onderscheid naar drie operationele lenzen: 1) beleid/strategie, 2) omgeving en 3) hydrologie/fysieke systeem. Hiermee worden grofweg de verschillende gebruikersgroepen van een regionale methodiek van ontwikkelpaden geadresseerd.

Meer informatie over de ontwikkelpadensessies staat op KLIMAP sharepoint: [Programma KLIMAP - OP werksessies 2023 - Alle documenten \(sharepoint.com\)](#)

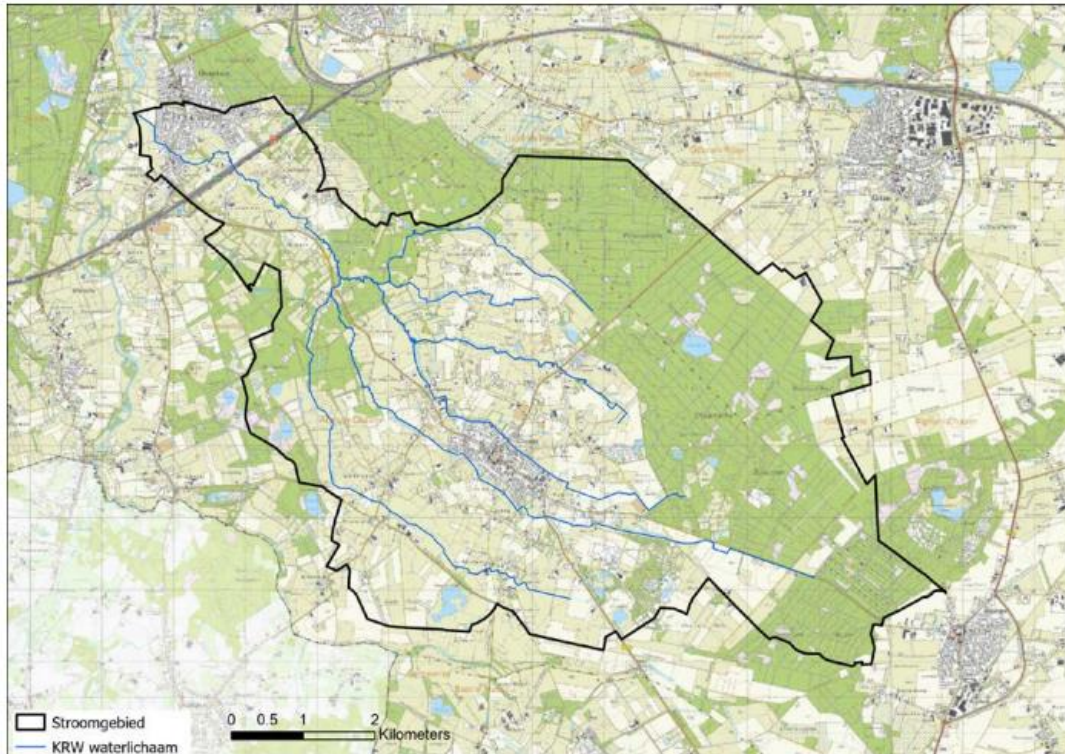
2 Chaamse beken in het kort

2.1 Water- en bodemsysteem

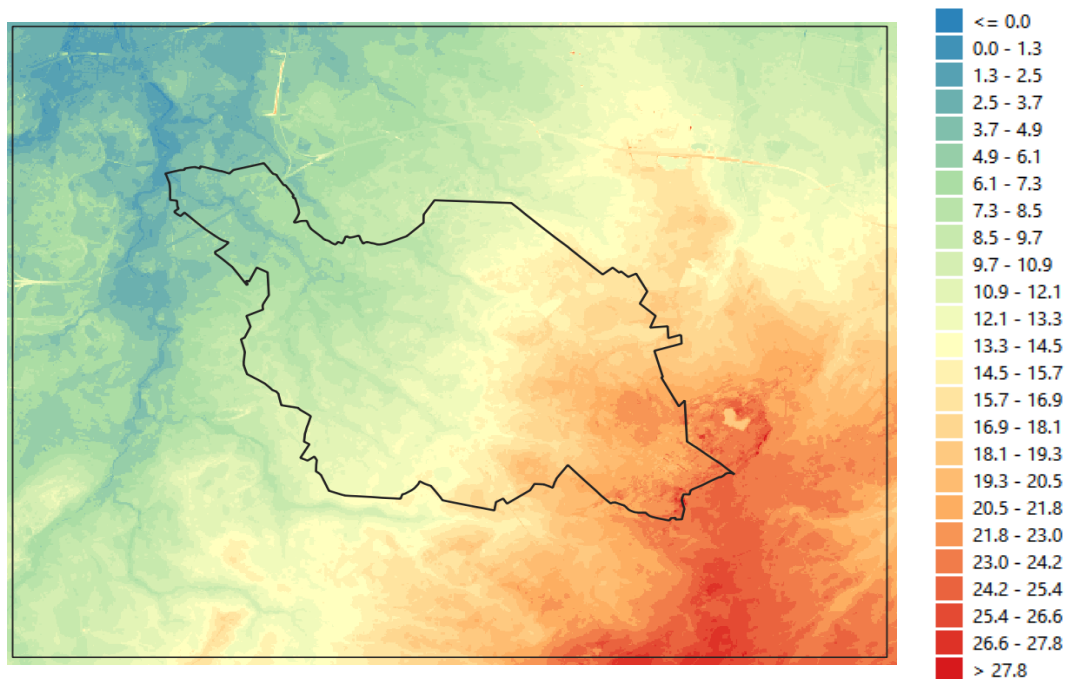
Chaanse Beken is een stroomgebied dat volledig binnen het beheergebied van het waterschap ligt. De kern Chaam met RWZI ligt centraal in het gebied. Het stroomgebied (**Error! Reference source not found.**) ligt ongeveer 4.5 km ten zuidoosten van Breda en 10 km ten zuidwesten van Tilburg. In het zuidwesten grenst het gebied vrijwel aan de Belgische grens. In het midden van het gebied ligt het

dorp Chaam. Het stroomgebied van de Chaamse Beken heeft een oppervlak ongeveer 50 km². In het noordwesten van het stroomgebied ligt de benedenloop van de Chaamse Beek, welke uitmondt in de Boven Mark.

Het maaiveld (**Error! Reference source not found.**) toont een sterke helling van zuidoost naar noordwest in het gebied. In de zuidoostelijke punt van het stroomgebied komt de maaiveldhoogte tot aan 27 m NAP, waar de Chaam de Boven Mark instroomt is het maaiveld 2 m NAP.



Figuur 2.1 Stroomgebied Chaamse Beken (rood omlijnd met KRW waterlichamen).



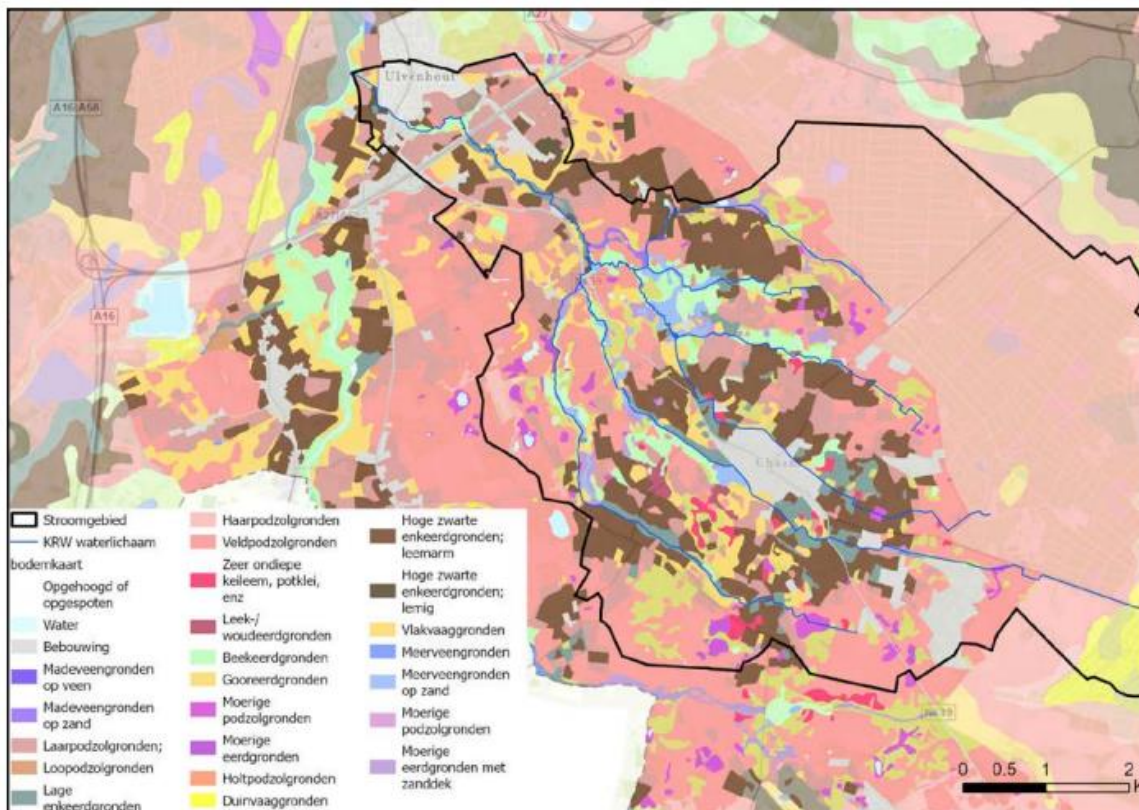
Figuur 2.2 Maaiveldhoogte (m NAP)

De **opbouw van de ondergrond** bestaat uit een afwisseling van zandige en kleiige afzettingen. Aan het oppervlak liggen dekzanden met een variërende dikte van 0,5 tot 10 meter, waaronder een slecht doorlatende laag van fijn zand en compacte klei aanwezig is met een dikte van 5 tot 10 meter. Hieronder ligt een kleiige eenheid en vervolgens zandige afzettingen. De beekdalen zijn ingesneden in de formatie van Stramproy. Hier bevinden zich holocene beekafzettingen van veen en klei. (bron: REGIS II via LESA, 2023).

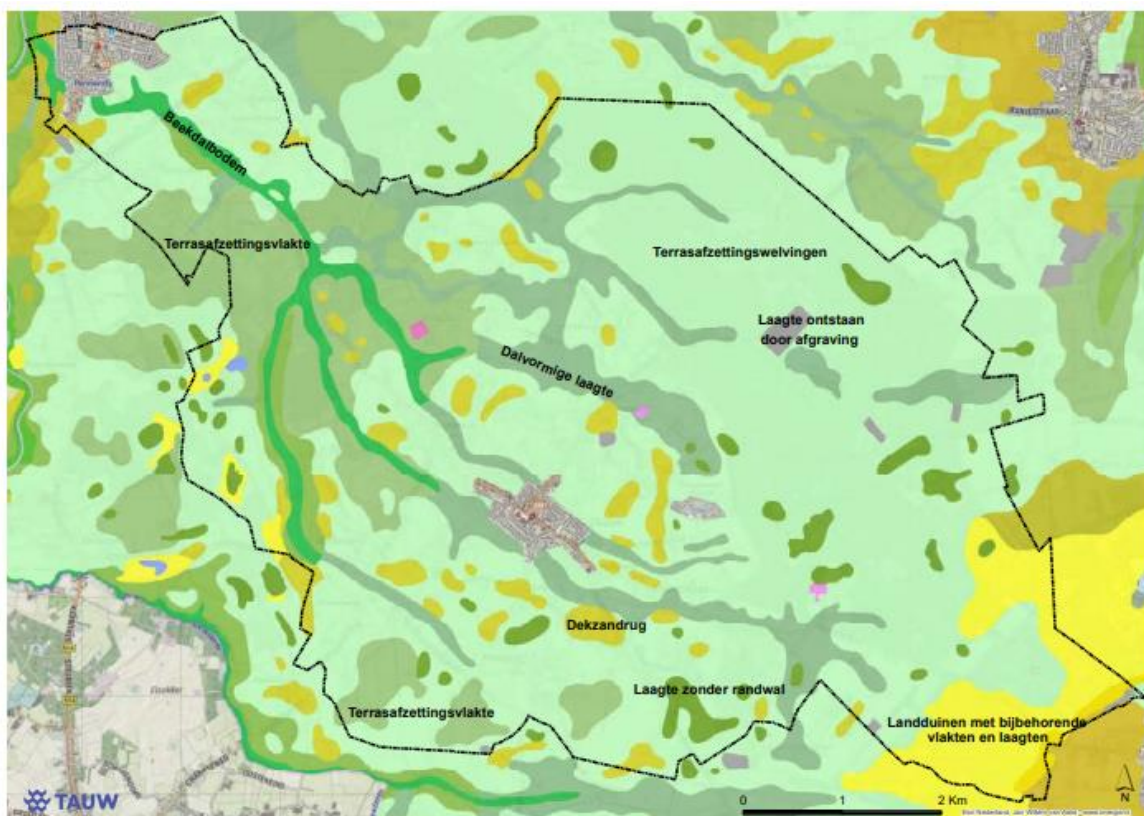
De variatie in **bodemtypen** is groot, zoals zichtbaar in Figuur 2.3. De gronden direct langs de beek bestaan uit beekerdgronden van leemarm of zwak lemig fijn zand. Hoger op de flanken liggen leemarme tot zwak lemige haar- en veldpodzolgronden. Tot slot komen op de hoge zandruggen langs de beekdalen (lemige) enkeerdgronden voor. Dit zijn de historische bouwlanden. Deze sterk lemige zandgronden zijn door hun groter vochthoudend vermogen het eerst en het meest intensief in gebruik genomen (bron: StiBoka blad 50 West Breda via LESA, 2023).

Uit de **geomorfologische kaart** (Figuur 2.4) blijkt dat de lage delen uit beekdalbodem, dalvormige laagte en terrasafzettingen bestaan. Hierin is de vingervormige laagte te herkennen; ca. vijf dalvormige laagtes die samenkomen in een brede terrasafzettingen die vervolgens overgaat in een smalle beekdalbodem (bron: LESA, 2023).

Vanwege de het voorkomen van ondiepe en slecht doorlatende lagen van klei, veen en leemlenzen is de freatische **grondwaterstand** erg variabel in zowel de ruimte als door het jaar heen. De grondwaterstanden zijn hierdoor relatief hoog en er vindt in natte perioden een snelle afwatering plaats. Het regionale grondwatersysteem loopt vanaf het zuidoosten naar het noordwesten. In de middenlopen treedt de meeste gebiedseigen kwel uit (bron: LESA, 2023).



Figuur 2.3 Bodemkaarten van de landinrichtingen Baarle Nassau en Ulvenhout - Galder geprojecteerd over de bodemkaart 1:50.000. Bron: LESA, 2023



Figuur 2.4 Geomorfologische kaart van het gebied. De legenda-eenheden zijn in de betreffende vlakken toegevoegd. Goed is te zien het verschil in de dalvormige laagten (bovenlopen), terrasafzettingen (rondom de kwelzone van de middenlopen) en de beekdalbodem (midden- en benedenloop). Bron: LESA, 2023.

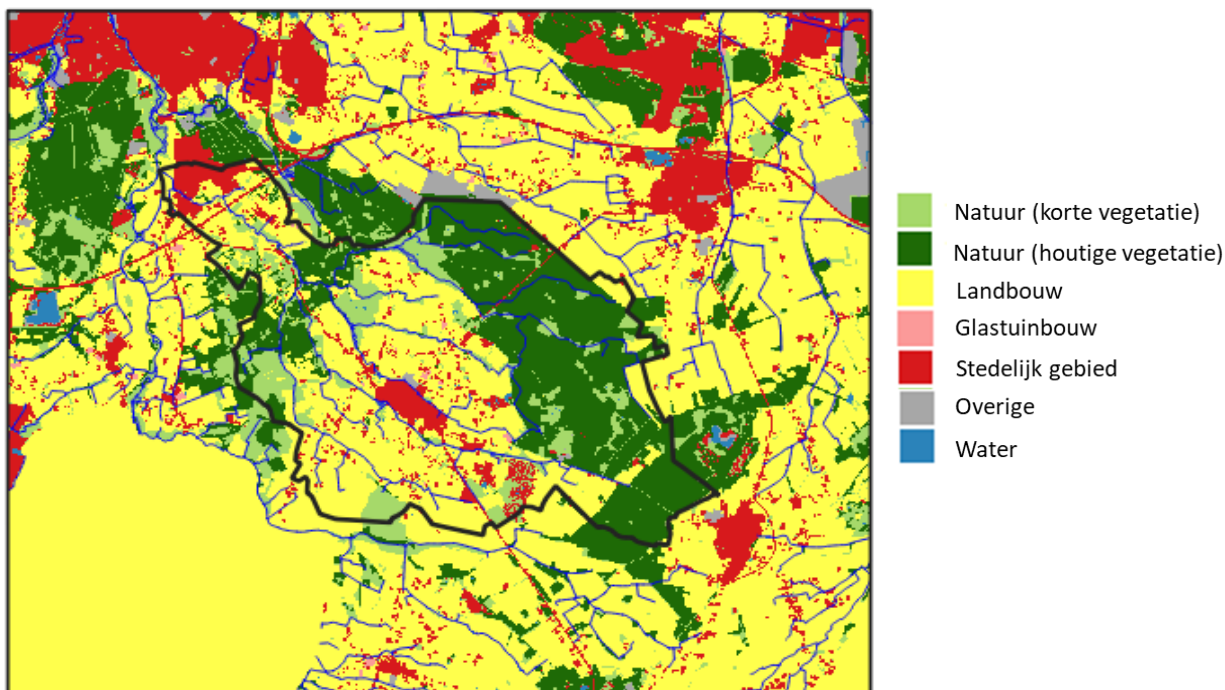
Als gevolg van een verbeterde **ontwatering** (o.a. door aanleg ontwateringswerken tijdens de ruilverkaveling in de jaren '70) in het stroomgebied van de Chaamse Beken, wordt er tegenwoordig in het winterhalfjaar meer water afgevoerd dan vroeger, waardoor er minder water in het grondwater geborgen wordt. In het winterhalfjaar wordt ongeveer een derde van het neerslagoverschot in het grondwater geborgen. Ruim 50% van het neerslagoverschot wordt dan via de Chaamse Beken afgevoerd. Door de diepte van de ontwateringsmiddelen (watergangen) wordt bovendien een lagere grondwaterstand 'ingesteld' (de ontwateringsmiddelen hebben een onttrekkende werking op het grondwater). Door het effect van de ontwatering is de grondwaterstand in het zomerhalfjaar relatief laag (bron: watersysteemanalyse Chaamse Beken).

De maatgevende **afvoer** (afvoer met herhalingstijd > 2 dagen per jaar) bij de monding van de Chaamse beek bedraagt ca. 2,8 m³/s en de hoogst gemeten afvoer 4,7 m³/s in ca. 20 jaar tijd (1984-2003). De droogste maandafvoer bedraagt slechts 38 l/s. Er is dus een groot verschil tussen de afvoer in droge perioden en bij neerslagpieken. Het aandeel effluent in het door de beek afgevoerde water van de RWZI Chaam is bij droge omstandigheden groot. In augustus 2003 was dit 80%. Soms is de hoeveelheid effluent uit de RWZI groter dan de afvoer en 'verdwijnt' er dus water tussen de RWZI en het debietmeetpunt door wegzijging en verdamping. (Bron: watersysteemanalyse via LESA, 2023)

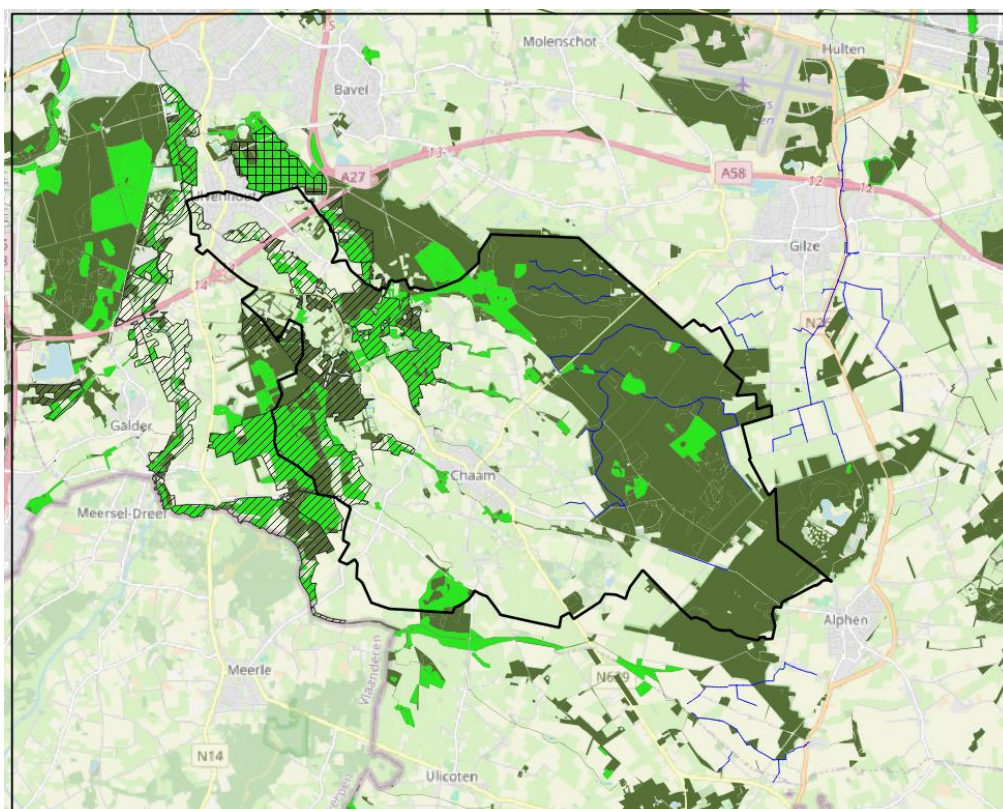
2.2 Landgebruiksfuncties

In het stroomgebied zijn natuur en landbouw verweven (Figuur 2.5). Het oostelijke deel van het gebied bestaat uit voornamelijk bos (houtige vegetatie). In het midden van het stroomgebied zijn enkele gebieden met grondwaterafhankelijke natuur (Figuur 2.6). Het landgebruik van het landbouwgebied bestaat voornamelijk uit grasland (veeteelt) en maïs (akkerbouw), maar er is ook bomenbouw, kassen en een wijngaard. Het stedelijk gebied is in de loop der tijd uitgebreid ten koste van landbouw en natuur. De kernen Chaam en Ulvenhout zijn uitgebreid tot zelfs in het beekdal. Er komt in het gebied ook veel recreatie voor: recreatieparken, campings en dagrecreatievoorzieningen.

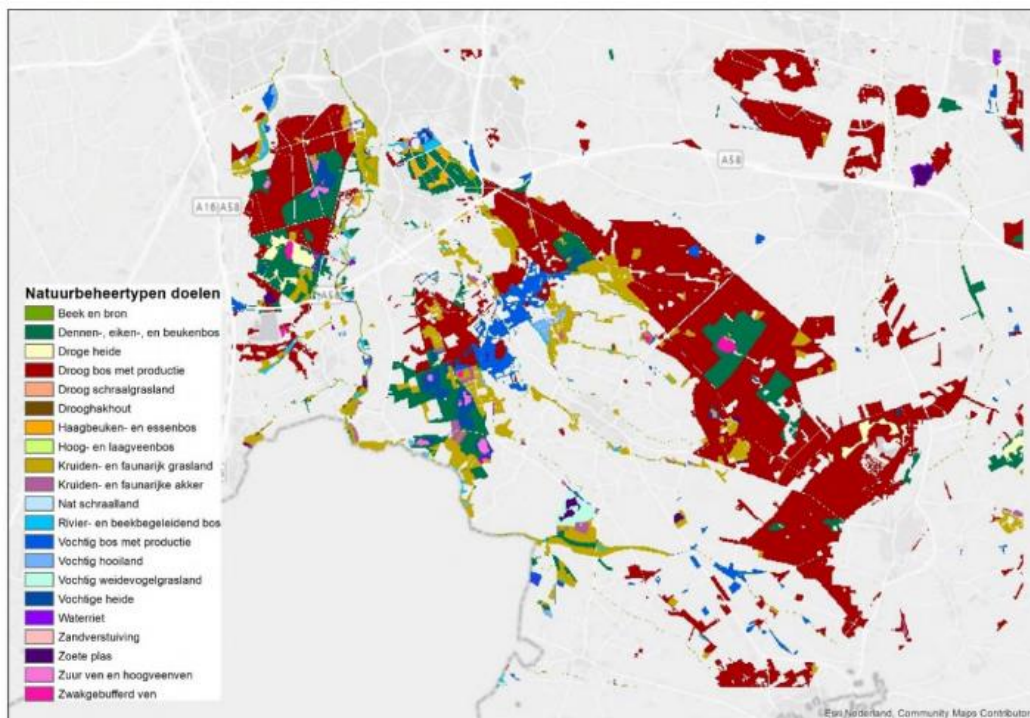
Net buiten het stroomgebied, ten noorden van de benedenloop van Chaamse Beek, ligt het Natura2000 gebied Ulvenhoutse Bos (weergegeven in Figuur 2.3). In het stroomgebied liggen ook de Natte Natuurparels Strijbeekse Heide, St. Annabosch en het Broek. In het kader van de NNB, is ca. 20 jaar geleden het natuurgebied het Broek ontwikkeld. Hier heeft uitbreiding met nieuwe natuur plaatsgevonden, waaronder verschraving, hermeandering van waterlopen, aanleg poelen en aanleg van extra stuwen. Daarnaast heeft ruim 10 jaar geleden in een aantal bovenlopen van de Chaamse Beken een herinrichting plaatsgevonden met natuurinrichting, bodemverhoging en aanleg van vispassages als maatregelen in het kader van beekherstel en de destijdsse vismigratiedoelstellingen. Ook zijn in de bovenloop van de Laagheiveltse Beek diverse beekherstelprojecten uitgevoerd in combinatie met EVZ-inrichting. Binnen het stroomgebied van de Chaamse beken liggen momenteel 21 natuuroeltypen (Figuur 2.7), waarvan een deel bestaat uit korte vegetatie (oa. grasland, riet en hooiland) en een deel uit houtige vegetatie (oa. bos en hakhout).



Figuur 2.5 Landgebruik in het modelgebied zoals opgenomen in het grondwatermodel. De onderverdeling in korte vegetatie en houtige vegetatie (bos) is gebaseerd op het Natuurbeheerplan 2022 (BIJ12, 2022).



Figuur 2.6 Natuur in het modelgebied. De lichtgroene gebieden zijn natuurgebieden met grondwaterafhankelijke natuur, de donkergroene gebieden zijn de overige natuurgebieden (Natuurbeheerplan 2022; BIJ12, 2022). Het gearceerde gebied (met vierkantjes) net ten noorden van het stroomgebied is het Natura2000-gebied Ulvenhoutse bos en de overige gearceerde gebieden (met diagonalen) zijn Natte Natuurparels.



Figuur 2.7 Kaart met natuurbeheertypen in het Chaamse Beken stroomgebied. Bron: KWR-rapport (2023) in BIJLAGE B.

3 Een klimaatrobuust watersysteem

3.1 Definitie en strategieën

Om de term klimaatrobuust handvatten te geven hanteren we de volgende definitie:

Een omgeving is robuust wanneer grondgebruik en watersysteem zodanig op elkaar zijn afgestemd dat de vitaliteit van natuur, de productiviteit van landbouw, en de leefbaarheid duurzaam met elkaar in balans zijn en risico's als gevolg van hevige neerslag, droogte en hitte beheersbaar en geaccepteerd zijn.

Bij het inrichten van de waterhuishouding moet worden bepaald en afgewogen in welke mate deze doelen kunnen worden gehaald. Hierbij onderscheiden we twee uiterste strategieën (Water en bodem in BPLG1.0, RHDHV, juli 2023): 1) Natuurlijk watersysteem en 2) Stuurbaar watersysteem. Deze strategieën worden hieronder kort toegelicht.

1) Bij de **strategie natuurlijk watersysteem** wordt aangesloten op landschappelijke kenmerken, de hoogteligging en opbouw van de ondergrond. De invloed van technische ingrepen wordt vermeden of teruggedraaid. Deze strategie werkt het beste wanneer de omgevingsfactoren, de combinatie van hoogteligging, ondergrond en klimaat, in belangrijke mate het watersysteemgedrag bepalen. Dit geldt voor het tot stand komen en in stand houden gradiënten en factoren die bepalend zijn voor de kwaliteit van ecologische systemen op land en in oppervlaktewater. Het geldt ook bij extreme weersomstandigheden. Zowel bij extreem natte als bij extreem droge omstandigheden zijn landschapkenmerken bepalend voor de gevoeligheid van gebieden voor deze fenomenen.

2) Bij de **strategie stuurbaar watersysteem** worden technische voorzieningen ingezet om actief te sturen op het watersysteemgedrag. Het watersysteem wordt bijgestuurd om aan te sluiten op het grondgebruik en de waterbehoefte. Bij extreme omstandigheden worden voorzieningen getroffen om de negatieve gevolgen voor het grondgebruik te voorkomen of te beperken.

In de praktijk zal een **mix van beide strategieën** worden toegepast, afhankelijk van de kenmerken van het gebied en de afwegingen tussen de doelen die worden nagestreefd. In gebieden waar het belang en de potentie van natuurwaarden groot zijn en waar de gevoeligheid voor natte of droge omstandigheden groot is zal de strategie natuurlijk watersysteem het meest effectief zijn. In overige gebieden en onder gemiddelde omstandigheden kan met de strategie stuurbaar watersysteem het watersysteemgedrag worden geoptimaliseerd.

In de analyse voor dit proefgebied kiezen we ervoor om de strategie 'natuurlijk watersysteem' als eerste te verkennen en in te zetten op het verhogen van grondwaterstanden.

3.2 Opvangen klimaatverandering en verdroging opheffen

In het gebied is sprake van **verdroging** (structurele verlaging grondwaterstand door ontwatering/drainage, grondwateronttrekkingen en intensief landgebruik), waardoor de huidige toestand van terrestrische natuur in grondwaterafhankelijke natuurgebieden reeds verslechterd is en snel problemen ondervindt tijdens droge zomers. Hetzelfde geldt voor aquatische natuur die last heeft van lage afvoeren en droogval in de zomer. Een verdroogd gebied is **niet bestand tegen een toekomstig klimaat** met langere droge periodes dat de effecten van verdroging versterkt.

Om de verdroging tegen te gaan en de effecten van een toekomstig klimaat met langere droge periodes en natte(re) winters (KNMI'14 W_H 2050) te kunnen opvangen, is het belangrijk dat het watersysteem 'klimaatrobuust' is. Concreet betekent dit voor de Chaamse beken:

- het verhogen van de potentiële natuurwaarde (biodiversiteit) in de terrestrische en aquatische ecosystemen in het gebied.
- het op peil houden van landbouwopbrengst, waarvoor het wellicht noodzakelijk is om over te schakelen op andere gewassen en/of meervoudig landgebruik.
- een meer natuurlijke afvoerdynamiek in de waterlopen en beken, waarbij watervoerendheid in zomerperiodes wordt verbeterd (droogval voorkomen) en pieken in de afvoer worden verlaagd. Dit draagt bij aan het verbeteren van de aquatische ecologie.
- een grondwatersysteem dat de verschillende functies (natuur en landbouw) in het gebied ondersteunt. Voldoende hoge grondwaterstanden en kwelstromen voor de natuur. Zo lang mogelijk water beschikbaar voor de landbouw. Natuur en landbouw in balans met het grondwatersysteem.

3.3 Kwantificeren klimaatrobuustheid

Met behulp van een grondwatermodel in combinatie met effectmodules op het gebied van landbouw (Waterijzer Landbouw) en natuur (Waterwijzer Natuur) is het huidige landgebruik en waterbeheer geëvalueerd op basis van indicatoren die informatie geven over de mate van klimaatrobuustheid. Hiertoe is eerst het effect van klimaatverandering (KNMI'14 W_H 2050) op het watersysteem en het landgebruik berekend. Vervolgens is met behulp van deze modellen onderzocht of een andere inrichting van het waterbeheer in gebied al dan niet een verbetering oplevert in termen van klimaatrobuustheid. Daarbij is eerst nagegaan wat de effecten zijn van een toekomstige situatie waarin het de ontwatering en onttrekking van (grond)water tot een minimum wordt beperkt (natuurlijk watersysteem). Vervolgens is onderzocht wat het effect is van het verminderen van ontwatering en landbouwonttrekkingen in bufferzones rond natuurgebieden.

Hieronder worden de verschillende indicatoren die informatie geven over de mate van klimaatrobuustheid van het systeem kort beschreven. Een meer gedetailleerde beschrijving van de

aanpak van de modellering wordt gegeven in Bijlage A en Bijlage B. In eerste instantie wordt gekeken naar indicatoren die het watersysteemgedrag beschrijven. Het watersysteemgedrag wordt bepaald door fysische gebiedskenmerken, de waterhuishouding en de weersomstandigheden. Het watersysteemgedrag bepaalt vervolgens de randvoorwaarden voor het grondgebruik.

3.3.1 Grondwaterstand en kwel

Veelgebruikte indicatoren om de dynamiek van de grondwaterstand (het grondwaterregime) in beeld te brengen zijn de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) en gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG). De GHG en de GLG zijn winter- en zomergrondwaterstanden over een periode van meerdere jaren. Om een beeld te krijgen van de verschillen in de grondwaterstand tussen de jaren kan ook gekeken worden naar de gemiddeld hoogste (HG3) en gemiddeld laagste (LG3) grondwaterstand in een specifiek jaar, bijvoorbeeld een droog of een nat jaar.

De grondwaterstand is van grote invloed het groeimilieu voor gewassen (zowel landbouw als natuur), de gebruiksmogelijkheden van de grond en bodemvorming. Voor zowel de natuurwaarde in grondwaterafhankelijke natuurgebieden als de mate van opbrengstderving in de landbouwgebieden is de grondwaterstand van belang. Een verandering van de grondwaterstand (in een bepaalde tijd van het jaar) leidt tot een toe- of afname van de landbouwopbrengst en/of de natuurwaarde. Voor de natuurwaarde is daarnaast ook het al dan niet optreden van kwel van belang.

Meer informatie over de berekeningen van de grondwaterstanden en kwel is te vinden in Bijlage A. In Bijlage A is ook beschreven hoe de resultaten van deze berekeningen zijn ingezet als invoer van de berekening van de opbrengstderving met de Waterwijzer Landbouw. In Bijlage B is beschreven hoe de resultaten van de grondwaterberekeningen zijn ingezet als invoer van de berekening van de natuurwaarde met de Waterwijzer Natuur.

3.3.2 Afvoerdynamiek

Aquatische ecologie in beken (vissen, macrofauna, fytoplankton, overige waterflora) is gevoelig voor stroomsnelheid, waterdiepte en droogval (of watervoerendheid) van de beek. Chaamse beken behoort tot het referentietype R4: permanente langzaam stromende bovenloop op zand. Dit beektype R4 is als volgt omschreven: *Een permanente langzaam stromende bovenloop op zand is een waterloop die meandert met korte bochten door het landschap, met een breedte van 2 tot 3m. Het dwarsprofiel is asymmetrisch met zandbanken en overhangende oevers. Ook rustig stromende plekken met plaatselijk stroomversnellingen en bankjes van fijn grind komen in dit watertype voor. Regen voedt deze waterloop. In de zomer kan droogval optreden* (bron: Molen, D.T. van der & R. Pot, 2007).

Bij het R4 beektype past een verhang van 0.5-1 m/km en een stroomsnelheidsrange van 10-50 cm/s (Verdonschot, 2000; Verdonschot et al. 2016). In samenhang met informatie over het beekprofiel kan bepaald worden welke afvoerdebiet (m^3/s) passend is in een bepaalde beek.

In deze analyse is de gebiedseigen afvoer (op dagbasis) berekend met het grondwatermodel. De berekende afvoer is de som van de afvoer vanuit het grondwater via alle waterlopen en ontwaterings-middelen in het stroomgebied, inclusief oppervlakkige afvoer van grondwater via het maaiveld (Deltares, 2009; Hendriks et al., 2014). Meer informatie over de aanpak is te vinden in Bijlage A.

3.3.3 Natuurwaarde

Als maat voor de potentiële natuurwaarde van een gebied is hier de botanische waarde van terrestrische natuur in beeld gebracht met de Waterwijzer Natuur (zie Bijlage B). De botanische

natuurwaarde kan op verschillende manieren worden uitgedrukt. In deze studie gebruik we de 'Methode Gelderland', waar de waarde van natuur wordt uitgedrukt op basis van het aantal plantensoorten en de abundantie ervan, de nationale en internationale zeldzaamheid, indigeniteit (mate van inheems zijn) per ecotoopgroep. Door de kansrijkdom van elke ecotoopgroep te vermenigvuldigen met de natuurwaarde van elke ecotoopgroep, en dit vervolgens voor alle ecotoopgroepen op te tellen, wordt kan de totale natuurwaarde worden bepaald. De natuurwaarde is een geschaalde waarde tussen 0 – 100, waarbij een waarde van 100 de hoogste natuurwaarde weerspiegelt.

De botanische natuurwaarde en de effecten van klimaatverandering is voor gebieden korte vegetatie en gebieden met houtige vegetatie afzonderlijk berekend met WWN (zie Bijlage B). In dit overkoepelende rapport worden alleen de resultaten voor korte vegetatie getoond. Dit omdat de botanische natuurwaarde van houtige vegetatie in het gebied erg laag is en ook niet/nauwelijks verandert als gevolg van klimaatmaatverandering of maatregelen in het watersysteem.

Om te beoordelen of een bepaald type natuur al dan niet kansrijk is, is in deze studie uitgegaan van een **grenswaarde** van de natuurwaarde van 60 (op een schaal van 1 tot 100). Dit betekent dat bij een berekende natuurwaarde van 60 of minder de botanische waarde onder de heersende omstandigheden waarschijnlijk te laag is om bij te dragen aan de natuurdoelen op het gebied van biodiversiteit.

3.3.4 Opbrengstderving landbouw

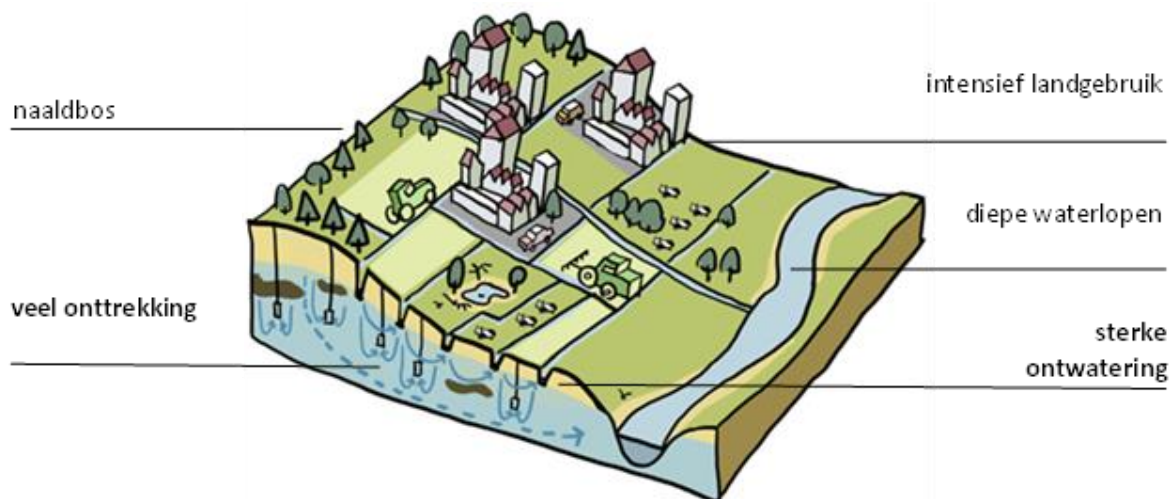
Als maat voor het effect van veranderingen in waterbeheer en klimaatverandering op de landbouw is de mate van opbrengstderving van de landbouw (%) in beeld gebracht. Dit is gedaan met behulp van de Waterwijzer Landbouw (WWL) (zie bijlage A). De opbrengstderving is verschil tussen de gewasopbrengst (in euro's of in kilo's) onder optimale omstandigheden en de opbrengst onder de 'werkelijke' (gemodelleerde) omstandigheden. De landbouwkundige opbrengstderving wordt bepaald door rekening te houden met te droge en te natte omstandigheden. Te natte omstandigheden beïnvloeden hierbij zowel de duur van het groeiseizoen (indirecte effecten; denk aan uitstel van voorbereidende werkzaamheden of vertraagde kieming) als de gewasontwikkeling gedurende het groeiseizoen (zuurstofstress).

Om te beoordelen of een bepaalde vorm van landbouw al dan niet rendabel is, is in deze studie uitgegaan van een **grenswaarde** van een gemiddelde opbrengstderving van 30%. Dit betekent dat bij een berekende opbrengstderving van 30% of meer deze vorm van landbouw onder de heersende omstandigheden niet rendabel (genoeg) wordt geacht. Naar alle waarschijnlijkheid op termijn zal worden vervangen door een andere vorm van landbouw met een lagere opbrengstderving of door ander landgebruik (natuur, wonen, energie, recreatie, ...).

4 Huidige inrichting: landbouw staat centraal, natuurwaarde is laag

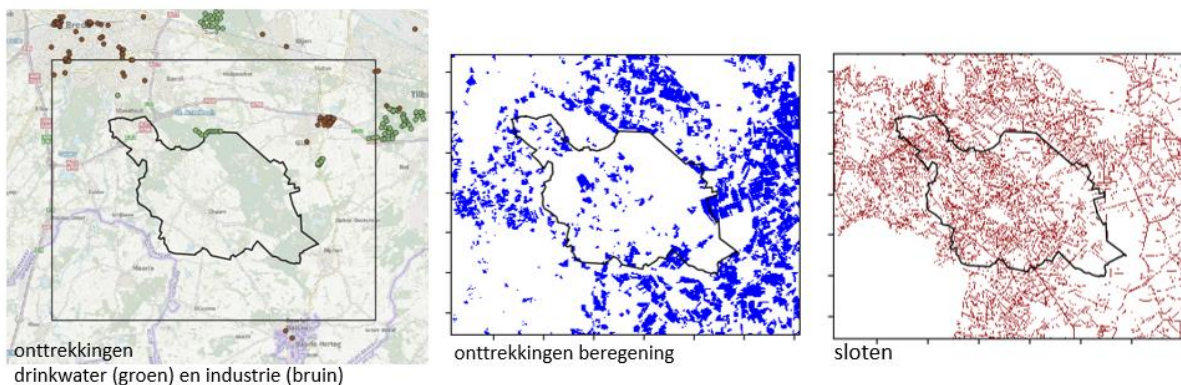
4.1 Huidige inrichting watersysteem

In de huidige inrichting en waterbeheer van het gebied staan ontwatering voor landbouw en het winnen van grondwater voor drinkwater, landbouw en industrie centraal (Figuur 4.1). Ten behoeve van de drinkwatervoorziening en industrie zijn er verschillende grotere drinkwateronttrekkingen in de omgeving van het stroomgebied van de Chaamse beken (Figuur 4.2, links). Ook veel landbouwpercelen worden een deel van het jaar beregend vanuit het grondwater (Figuur 4.2, midden). Ten



Figuur 4.1 Schematisch overzicht van het huidige land- en watergebruik in de zandgebieden van Nederland. Het intensieve land- en watergebruik met bijbehorende ontwatering en grondwateronttrekkingen leidt tot lage grondwaterstanden, gereduceerde kwelstromen en lage beekafvoer en/of droogval van beken. Bron afbeelding: Deltares en WEnR, 2023.

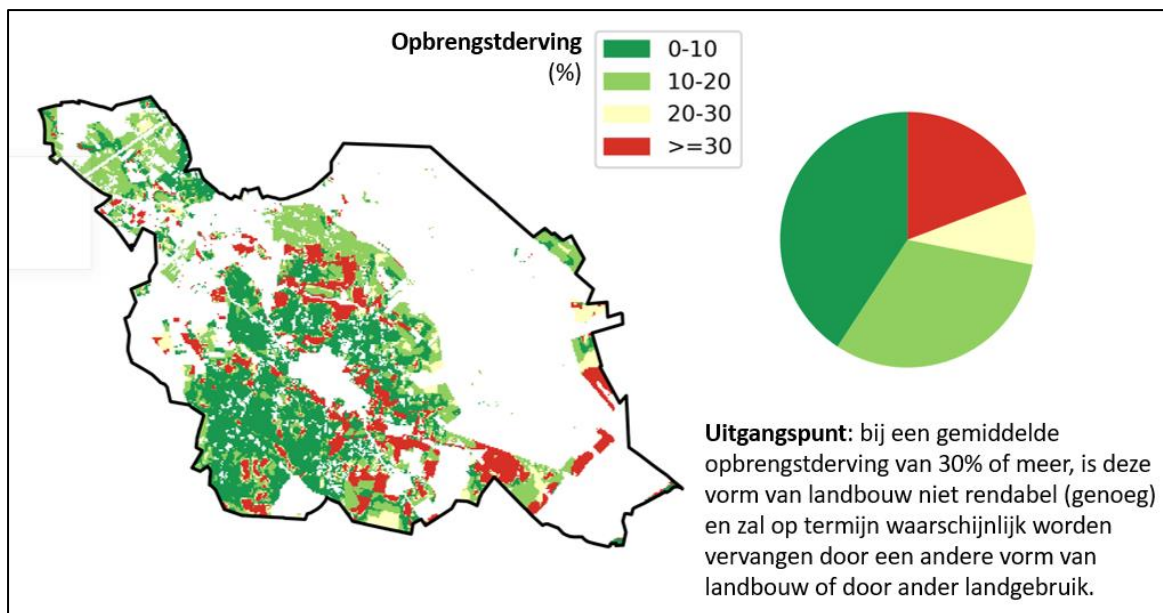
behoefte van de landbouw wordt het gebied sterk ontwaterd. Het gebied kent een dicht netwerk van buisdrainage, greppels sloten en watergangen en hoofdwaterlopen zijn in de loop van de jaren steeds verder uitgediept (Figuur 4.2, midden). Daarnaast is een deel van het gebied verhard en/of geëgaliseerd voor bewoning, bedrijvigheid en landbouwdoeleinden en andere vormen van bedrijvigheid (industrie, bedrijventerreinen, etc.). Een dergelijk intensief land- en watergebruik leidt doorgaans tot lage grondwaterstanden, gereduceerde kwelstromen en lage beekafvoer en/of droogval van beken (Figuur 4.1; Deltares en WEnR, 2023).



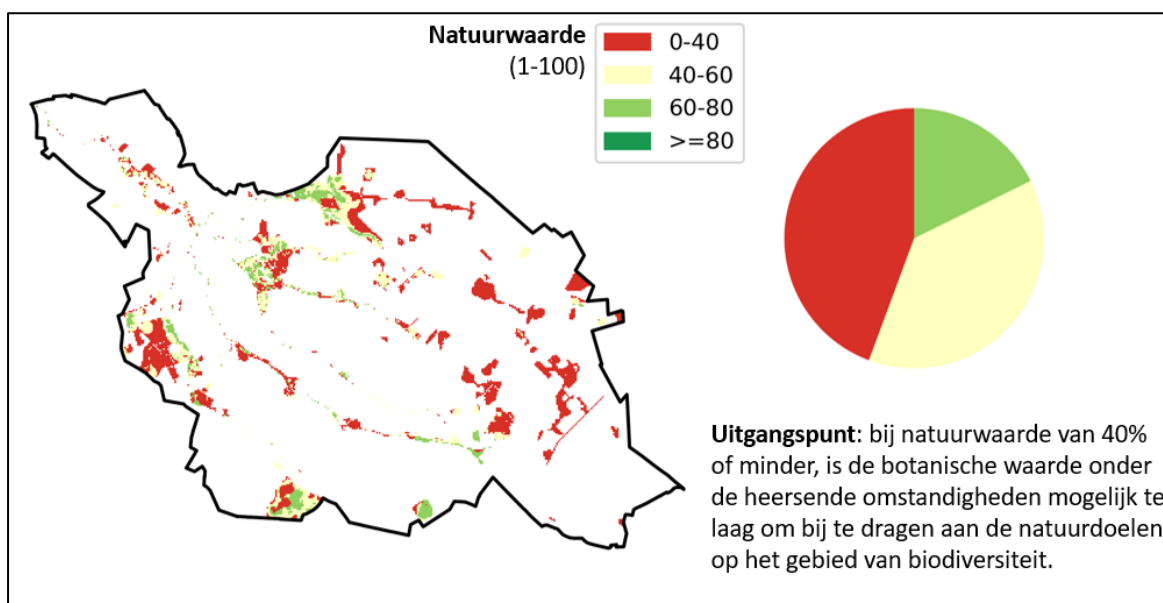
Figuur 4.2 Ingrepen in het watersysteem in en nabij het stroomgebied van de Chaamse beken ten behoeve van drinkwaterwinning, industrie en landbouw. Links: grondwateronttrekkingen voor drinkwater en industrie; midden: percelen waar een deel van het jaar beregening vanuit het grondwater plaatsvindt; rechts: sloten als indicatie van de drainedichtheid.

4.2 Toestand landbouw en natuur

De berekeningen met WWL onderschrijven dit beeld en laten zien dat de gemiddelde opbrengstderiving in de landbouw beperkt is (Figuur 4.3). De natuurwaarde in het gebied is echter, zoals berekend met WWN, zeer laag (Figuur 4.4). Deze lage natuurwaarde is op zijn minst deels toe te schrijven aan de lage grondwaterstanden en gereduceerde kwelstromen in het gebied.



Figuur 4.3 Resultaten van berekeningen van de opbrengstderving in de landbouw met het geohydrologische model en Waterwijzer Landbouw voor de huidige situatie. Links: kaart met huidige landbouwgebieden; rechts: taartdiagram met de fractie van bestaand landbouwgebied binnen een bepaalde klasse van opbrengstderving. De opbrengstderving van meer dan 30% komt mogelijk niet overeen met de werkelijke situatie en kan het gevolg zijn van onzekerheden in het geohydrologische model en/of de Waterwijzer Landbouw.



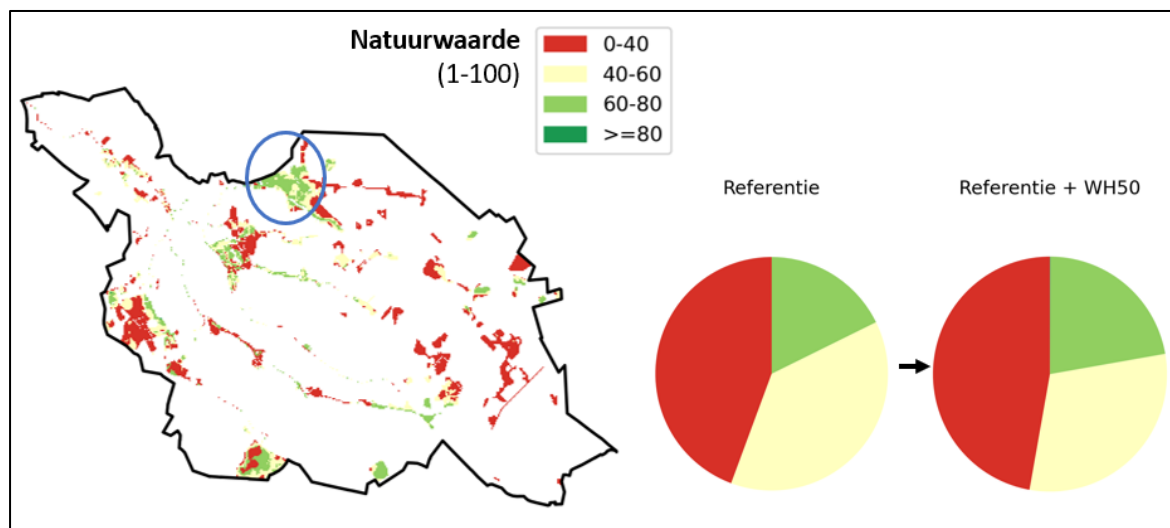
Figuur 4.4 Resultaten van berekeningen van de natuurwaarde in natuurgebieden met korte vegetatie voor de huidige situatie op basis van Waterwijzer Natuur in combinatie met het geohydrologische model. Links: kaart met huidige natuurwaarde; rechts: taartdiagram met de fractie bestaand natuurgebied (korte vegetatie) binnen een bepaalde klasse van de natuurwaarde.

4.3 Klimaatverandering zorgt voor afname natuurwaarde en toename landbouwschade

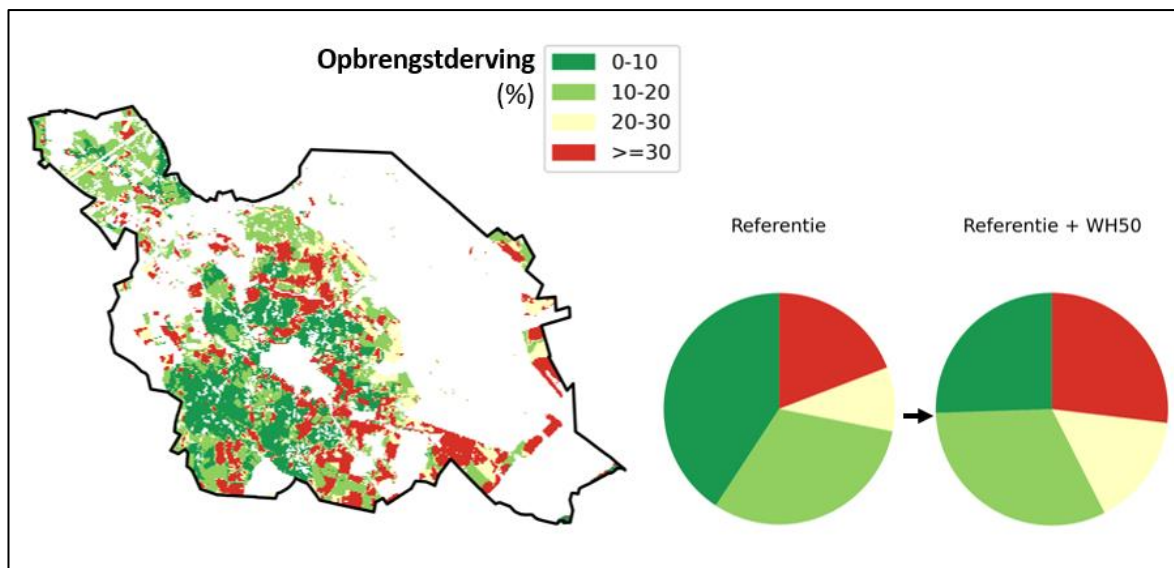
Modelberekeningen laten zien dat de natuurwaarde van korte vegetatie als gevolg van klimaatverandering mogelijk lokaal toeneemt (Figuur 4.5), maar voor het gebied als totaal afneemt. De opbrengstderving in de landbouw neemt daarnaast in delen van het gebied toe (Figuur 4.6). Dit laatste wordt veroorzaakt door veranderingen in de grondwaterdynamiek die het resultaat zijn van

de veranderingen in neerslag en verdamping onder het W_H klimaat in 2050 (Figuur 4.7). In de hoger gelegen delen van het gebied stijgen de grondwaterstanden als gevolg van een toename in de neerslag tijdens de winter. In de lager gelegen delen van het gebied is vooral het effect van de toekomstige drogere zomers merkbaar: de grondwaterstanden zijn in deze delen lager onder het W_H klimaat in 2050. Mede als gevolg van de hoge drainagedichtheid en diepe waterlopen wordt de extra neerslag uit de winterperioden hier snel afgevoerd.

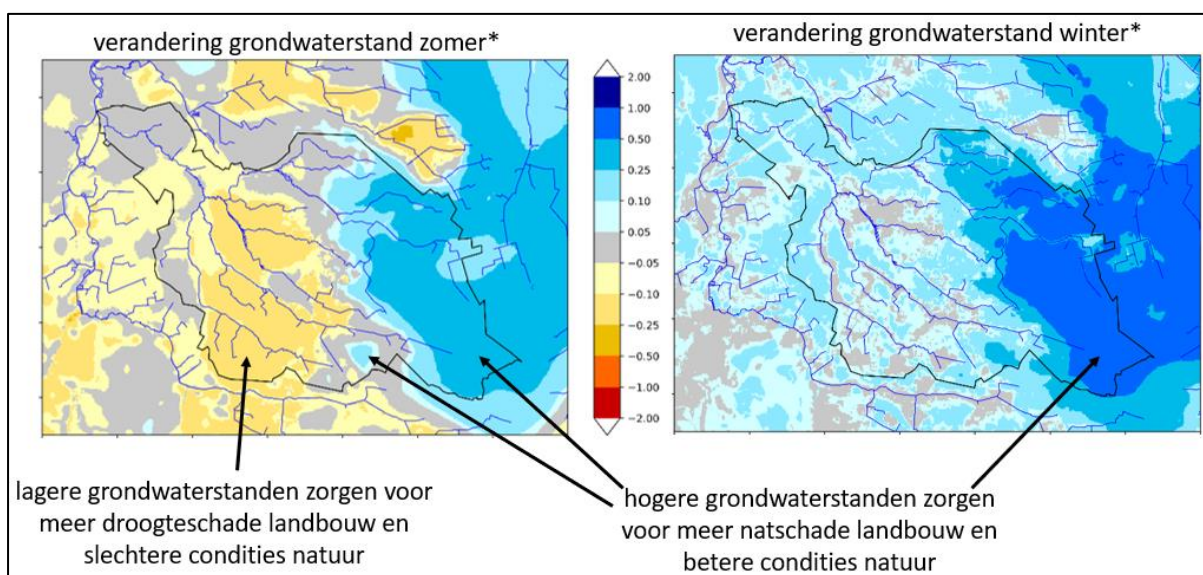
Lagere grondwaterstanden in de zomer zorgen voor meer droogteschade in de landbouw en slechtere condities natuur in de lage delen van het gebied. Aangezien de natuurwaarde in het gebied al laag is onder de huidige omstandigheden, zijn verdere verslechtering als gevolg van droogte niet duidelijk zichtbaar in de resultaten van de WWN. In de hogere delen van het gebied waar de grondwaterstanden jaarrond stijgen zorgt natschade voor een toename van de opbrengstderving in de landbouw, maar voor betere condities voor natuur. Op enkele plekken is een toename van de (potentiële) natuurwaarde zichtbaar op basis van de WWN berekeningen. Echter, klimaatverandering leidt niet tot substantiële toename van natuurwaarde (biodiversiteit).



Figuur 4.5 Resultaten van berekeningen van de natuurwaarde in natuurgebieden met korte vegetatie met het geohydrologische model en Waterwijzer Natuur voor de toekomstige situatie voor het KNMI'14 W_H scenario met huidig land- en watergebruik (zichtjaar 2050). In het omcirkelde gebied neemt de natuurwaarde toe. Links: kaart met huidige natuurgebieden met korte vegetatie; rechts: taartdiagram met de fractie bestaand natuurgebied binnen een bepaalde klasse van de natuurwaarde.



Figuur 4.6 Resultaten van berekeningen van de opbrengstderving in de landbouw met het geohydrologische model en Waterwijzer Landbouw voor de toekomstige situatie voor het KNMI'14 W_H scenario met huidige land- en watergebruik (zichtjaar 2050). Links: kaart met huidige landbouwgebieden; rechts: taartdiagram met de fractie bestaand landbouwgebied binnen een bepaalde klasse van opbrengstderving.



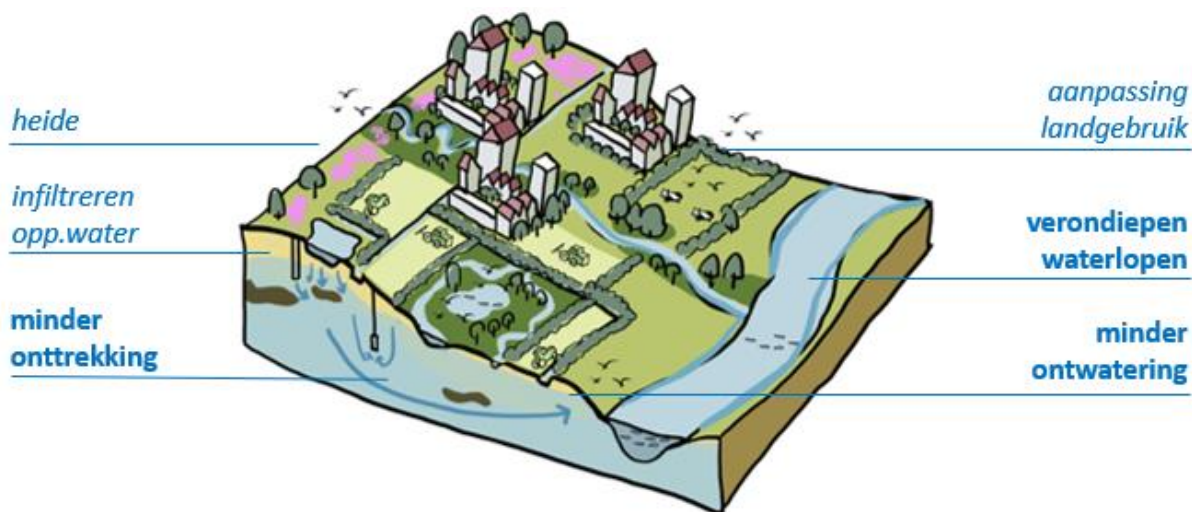
Figuur 4.7 Verandering van de gemiddelde grondwaterstand in de zomer (GLG; links) en de gemiddelde grondwaterstand in de winter (GHG; rechts) in het stroomgebied van de Chaamse beken als gevolg van klimaatverandering (KNMI'14 W_H 2050).

5 Klimaatrobuuster door aanpassen van inrichting

Om verdroogde natuurgebieden te herstellen en de effecten van klimaatverandering te beperken is het belangrijk om de grondwaterstanden te verhogen en kwelstromen te versterken. Dit betekent dat meer grondwater moet worden vastgehouden in de ondergrond en minder grondwater moet worden onttrokken, wat leidt tot een stijging van grondwaterstanden en een toename van kwelstromen vanuit infiltratiegebieden naar lager gelegen gebieden (Deltares en WEnR, 2023).

Er zijn verschillende typen maatregelen om de grondwaterstanden in de zandgebieden te verhogen, kwelstroming te versterken en gebiedseigen afvoer te vergroten. Dit wordt gevisualiseerd in Figuur 5.1 (Deltares en WEnR, 2023). De drie belangrijkste categorieën vernattings-maatregelen zijn:

- Verwijderen of verhogen van ontwateringsmiddelen (waterlopen, sloten, greppel, drains) om grondwater minder snel af te voeren en wegzijging naar diepere lagen te versterken en zo meer gebiedseigen water vast te houden. Ook regenwaterafvoer afkoppelen van het riool in stedelijk gebied en het omvormen van naaldbos naar heide zorgen voor het vasthouden van meer gebiedseigen water;
- Minder grondwater onttrekken (ondiep én diep). Het beperken van het aantal of het debiet van de grondwateronttrekkingen voor drinkwater, landbouw en industrie. Het is ook mogelijk om onttrekkingen te compenseren door extra infiltratie tijdens de winter, winningen te verplaatsen naar minder kwetsbare gebieden of flexibel te maken, zodat er in droge perioden niet of netto minder wordt onttrokken in kwetsbare gebieden;
- Infiltreren van oppervlaktewater in gebieden met ruimte in de ondergrond (diepe grondwaterstanden).



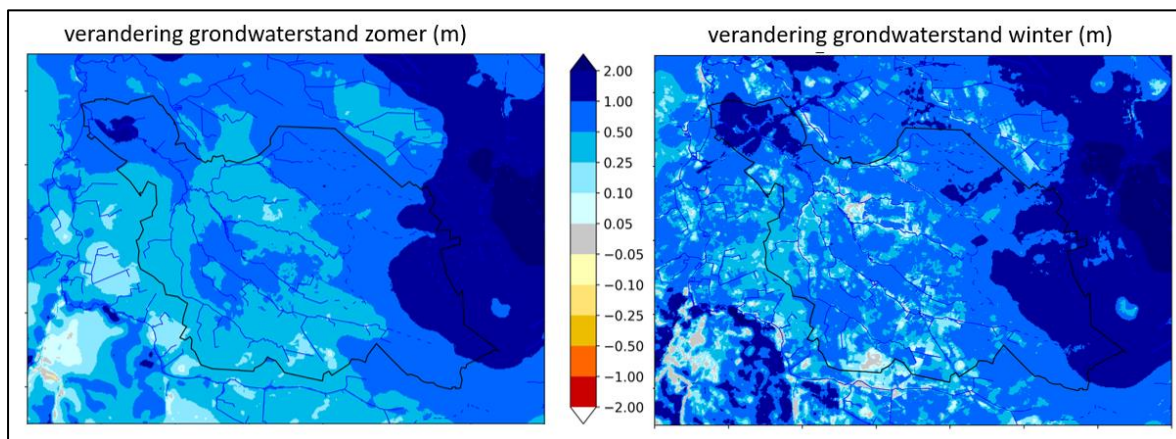
Figuur 5.1 Schematisch overzicht van een mogelijk toekomstige situatie in de zandgebieden van Nederland waarin met een aantal maatregelen worden toegepast om grondwaterstanden te verhogen en kwelstromen te versterken. Het gaat daarbij om de volgende type maatregelen: minder ontwateren, minder onttrekken, infiltreren oppervlaktewater. Voor deze maatregelen is waarschijnlijk aanpassing van het landgebruik nodig. Bron afbeelding: Deltares en WEnR, 2023.

5.1 Maximaal vasthouden leidt tot natuurherstel en meer opbrengstderving

Voor het stroomgebied van de Chaamse beken is op basis van modelberekeningen onderzocht wat het effect is op de toekomstige klimaatrobuustheid als het watersysteem weer zoveel mogelijk als een natuurlijk systeem zou kunnen functioneren. Voor dit doel is in het geohydrologisch model een inrichtingsvariant ('maximaal vasthouden') ontwikkeld waarbij alle grondwateronttrekkingen uit het gebied zijn verwijderd. Ook een groot deel van de ontwateringsmiddelen (buisdrainage, sloten, gegraven waterlopen) is uit het gebied verwijderd om een situatie na te bootsen waarbij alleen de

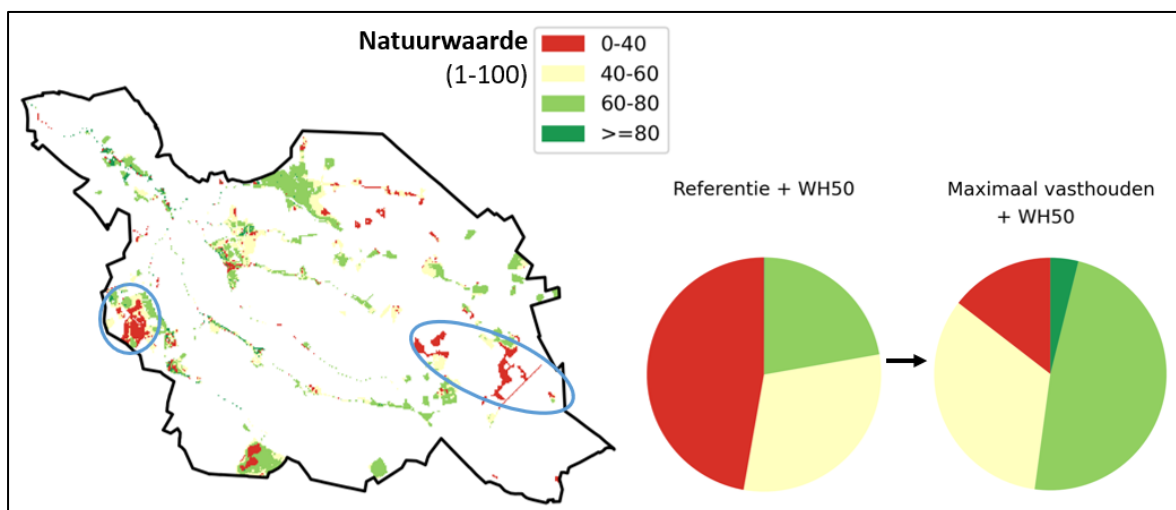
van nature aanwezige beken aanwezig zijn. Ook zijn de bodems van deze overgebleven waterlopen zijn vervolgens verhoogd naar een bodemhoogte op 0.5m-mv, met een waterdiepte van 0.2m.

Berekeningen met het geohydrologisch laten zien dat als gevolg van de veranderingen toegepast in inrichtingsvariant 'maximaal vasthouden' de grondwaterstanden in het gebied zowel in de zomer (GLG) als in de wintersituatie (GHG) stijgen (Figuur 5.2). De stijging is het grootste in de hoge delen van het gebied in het oosten (tot meer dan 1 meter), maar ook in het lage deel bij de uitstroom van het gebied is lokaal een grondwaterstandstijging van ruim 1 meter berekent.



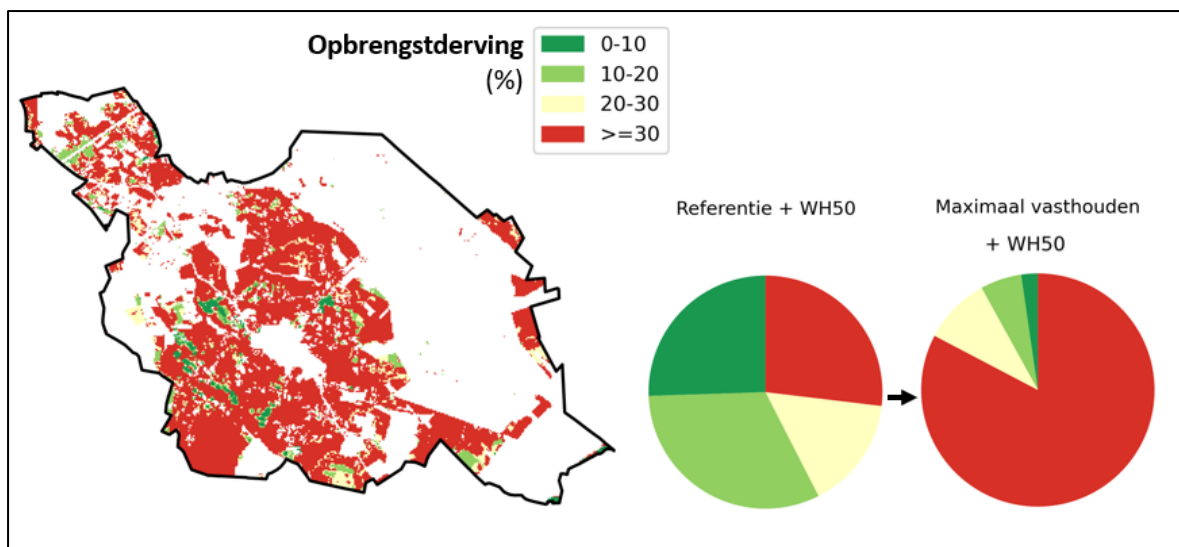
Figuur 5.2 Verandering van de gemiddelde grondwaterstand in de zomer (GLG; links) en de gemiddelde grondwaterstand in de winter (GHG; rechts) in meters als gevolg van de veranderingen toegepast in inrichtingsvariant 'maximaal vasthouden'.

Het maximaal vasthouden van water leidt - volgens de modelberekeningen - tot een sterke toename natuurwaarde in de bestaande natuurgebieden (Figuur 5.3). Echter, ook na het nemen van deze maximale maatregelen om het gebied te vernatten zijn er nog natuurgebieden waar de natuurwaarde waarschijnlijk relatief laag blijft (< 60). Een natuurwaarde van boven de 80 (op een schaal van 1 tot 100) is ook na de maximale vernattingsmaatregelen in de toekomst zeer onwaarschijnlijk. Dit geeft aan dat voor de natuurtypen in dit gebied een natuurwaarde van 60 tot 80 het maximaal haalbare is.



Figuur 5.3 Resultaten van berekeningen van de natuurwaarde in natuurgebieden met het geohydrologische model en Waterwijzer Natuur voor de toekomstige situatie met maximale vernattingsmaatregelen (bij KNMI'14 WH scenario) (zichtjaar 2050). In de omcirkelde gebieden is de natuurwaarde ondanks de vernattingsmaatregel als laag berekent. Links: kaart met huidige natuurgebieden met korte vegetatie; rechts: taartdiagram met de fractie bestaand natuurgebied binnen een bepaalde klasse van de natuurwaarde.

De berekeningen laten ook zien dat de opbrengstderving in de landbouw – zonder wijziging van het type landbouw en/of de landbouwpraktijk – sterk zal toenemen. In grote delen van het gebied ligt de berekende opbrengstderving na het toepassen van maximale vernattingsmaatregelen boven de 30% (Figuur 5.4).



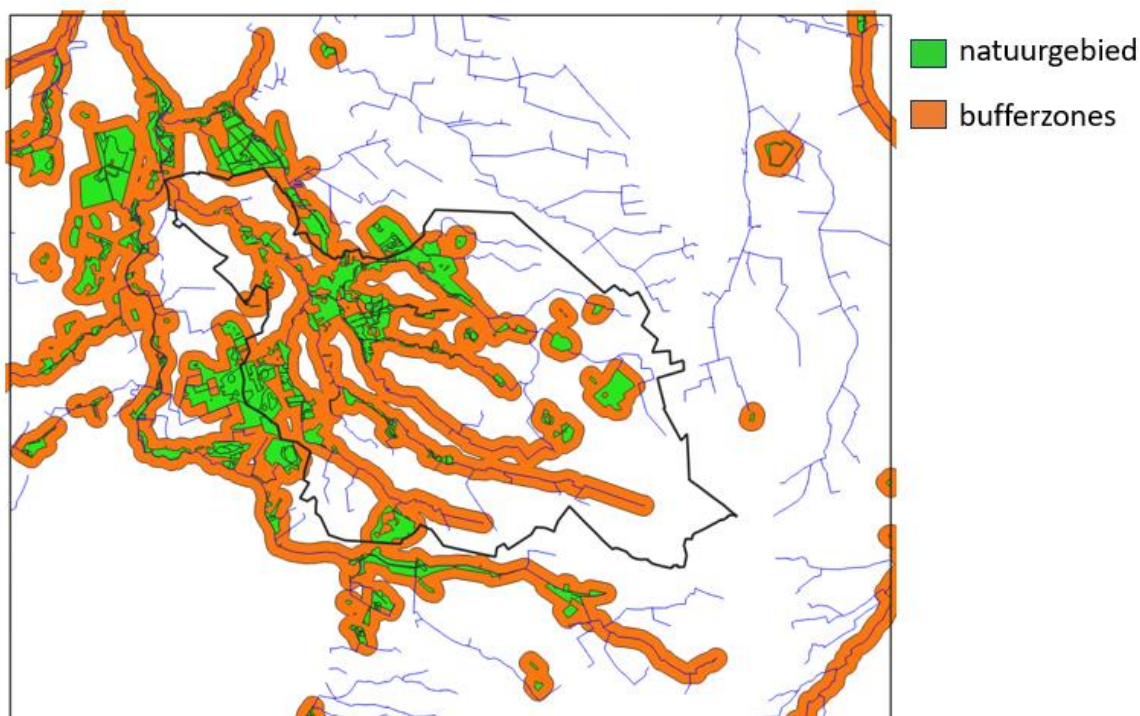
Figuur 5.4 Resultaten van berekeningen van de opbrengstderving in de landbouw met het geohydrologische model en Waterwijzer Landbouw voor de toekomstige situatie met maximale vernattingsmaatregelen (bij KNMI'14 WH scenario) (zichtjaar 2050). Links: kaart met huidige landbouwgebieden; rechts: taartdiagram met de fractie bestaand landbouwgebied binnen een bepaalde klasse van opbrengstderving.

5.2 Bufferzones rond natuur en beken

Vervolgens is voor het stroomgebied van de Chaamse beken een meer realistische inrichtingsvariant onderzocht. Namelijk het effect op de toekomstige klimaatrobustheid van het systeem (bij het KNMI'14 W_H 2050 klimaat) als bufferzones rond natuursystemen en hoofdlopen van beken worden ingesteld. Voor dit doel is in het geohydrologisch model een inrichtingsvariant ('natuur versterken') waarbij in bufferzones van 200 meter waarbinnen de ontwateringsmiddelen (buisdrainage, sloten, gegraven waterlopen) zijn verwijderd en grondwateronttrekking voor landbouwirrigatie is stopgezet. In tegenstelling tot de inrichtingsvariant 'maximaal vasthouden' zijn in deze inrichtingsvariant onttrekkingen voor drinkwater en industrie wel aanwezig evenals alle waterlopen. Ook zijn alle ontwateringsmiddelen buiten de bufferzones in het gebied aanwezig zoals in de huidige situatie. Figuur 5.5 toont een kaart van de ligging van de bufferzones zoals toegepast in deze inrichtingsvariant.

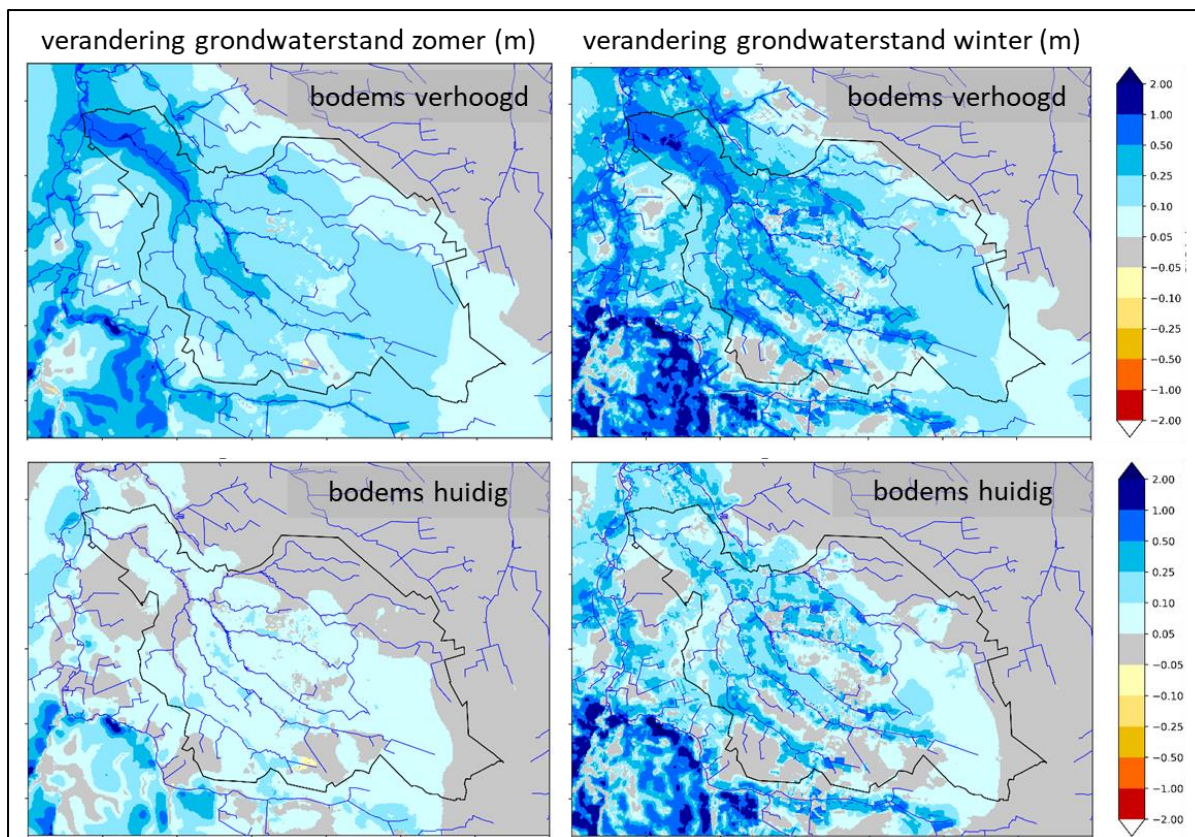
Voor deze inrichtingsvariant zijn twee alternatieven doorgerekend:

- een eerste waarbij de bodems van de beken zijn verhoogd (zoals in de variant 'maximaal vernatten'). Hierna genoemd: inrichtingsvariant 'natuur versterken - verhoogde bodems beken';
- een tweede waarbij de bodems op het niveau zijn gehouden zoals in de huidige situatie. Hierna genoemd: inrichtingsvariant 'natuur versterken - huidige bodems beken'.



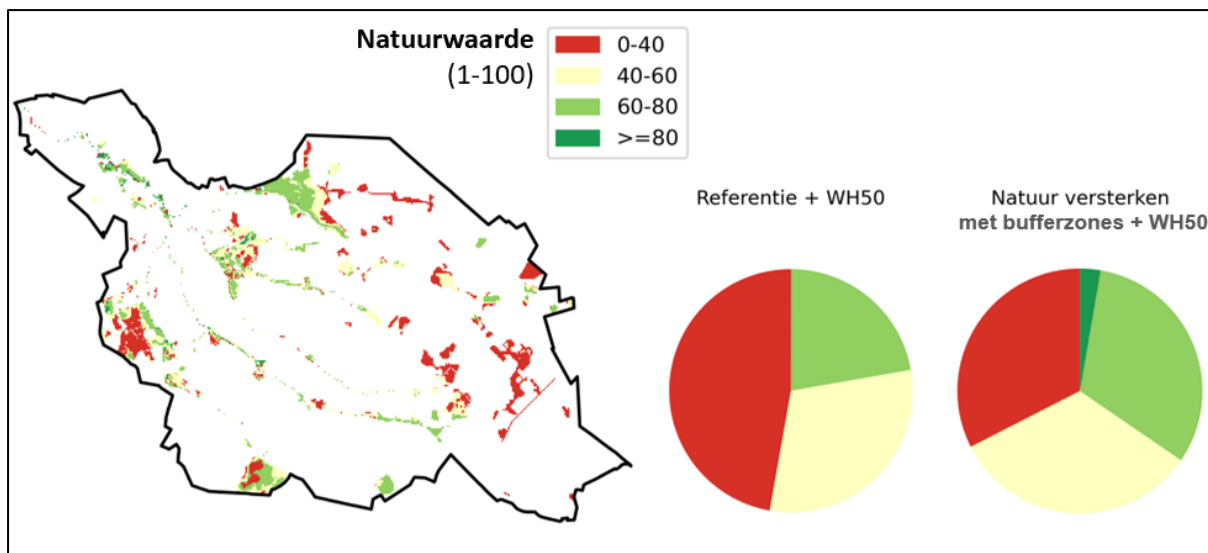
Figuur 5.5 Bufferzones van 200m rond bestaande natuurgebieden en beken in het stroomgebied van de Chaamse beken zoals toegepast in de inrichtingsvariant 'natuur versterken'.

Modelberekeningen laten zien dat als gevolg van de veranderingen toegepast in inrichtingsvariant 'bufferzones rond natuur - verhoogde bodems waterlopen' de grondwaterstanden in het gebied zowel in de zomer als in de wintersituatie stijgen (Figuur 5.6, bovenFiguur 5.2). De stijging is het grootste in en rond de bufferzones (lokaal tot meer dan 1 meter). De stijging van de grondwaterstanden is - vooral buiten de bufferzones - kleiner dan in de inrichtingsvariant 'maximaal vernatten'. Wanneer de bodems van de waterlopen op het huidige niveau worden gehouden is de stijging van de grondwaterstanden (nog) kleiner (Figuur 5.6, onderFiguur 5.2). In de zomer is de stijging niet meer dan 10 cm - lokaal 20 cm. In de winterperiode is de stijging binnen de bufferzones wat groter.



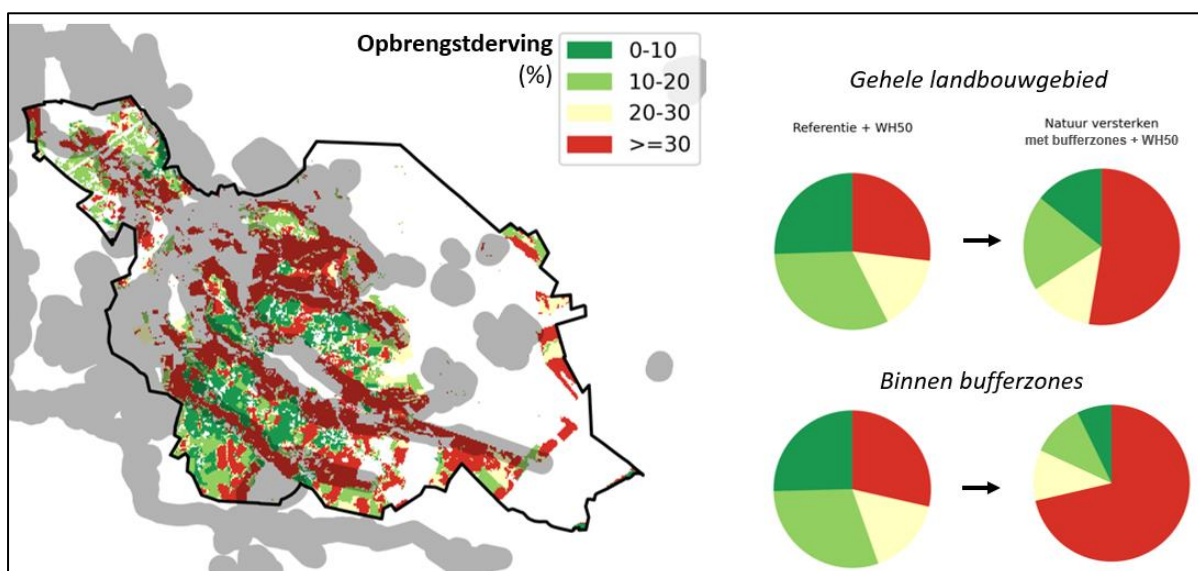
Figuur 5.6 Verandering van de gemiddelde grondwaterstand in de zomer (GLG; links) en de gemiddelde grondwaterstand in de winter (GHG; rechts) in meters als gevolg van de veranderingen toegepast in de inrichtingsvariant met bufferzones rond natuur en verhoogde bodems van waterlopen (boven) en de variant met bufferzones rond natuur en huidige bodemhoogte waterlopen (onder). Een blauwe kleur geeft een stijging van de grondwaterstand aan, een gele tot rode kleur geeft een daling aan.

Het toepassen van vernattingsmaatregelen in de bufferzones rond natuur leidt - volgens de modelberekeningen - tot een toename natuurwaarde in de bestaande natuurgebieden met korte vegetatie (Figuur 5.7Figuur 5.3). Echter, de toename van natuurwaarde is kleiner dan zoals berekend voor het scenario met maximale vernattingsmaatregelen. Voor de inrichtingsvariant waarbij de bodems van waterlopen niet zijn verhoogd wordt verwacht dat de stijging van de natuurwaarde minder groot zal zijn. Dit is het gevolg van de beperkte stijging van grondwaterstanden in deze variant.



Figuur 5.7 Resultaten van berekeningen van de natuurwaarde in natuurgebieden met het geohydrologische model en Waterwijzer Natuur voor de toekomstige situatie met vernattingsmaatregelen in bufferzones rond natuur en verhoogde bodems van beken (bij KNMI'14 WH scenario met zichtjaar 2050). laag berekent. Links: kaart met huidige natuurgebieden (korte vegetatie); rechts: taartdiagram met de fractie bestaand natuurgebied binnen een bepaalde klasse van de natuurwaarde.

De berekeningen laten ook zien dat de opbrengstderving in de landbouw - zonder wijziging van het type landbouw en/of de landbouwpraktijk - vrij sterk zal toenemen. Vooral binnen de bufferzones ligt in een groot deel van het gebied de berekende opbrengstderving boven de 30%, maar ook buiten de bufferzones neemt de opbrengstderving toe (Figuur 5.8). Gezien de lagere stijging van grondwaterstanden, berekend bij de inrichtingsvariant met bufferzones waarbij de bodems van waterlopen op het huidige niveau zijn gehouden, wordt verwacht dat de toename van de opbrengstderving in deze variant minder groot zal zijn dan wanneer de bodems van waterlopen zijn verhoogd.



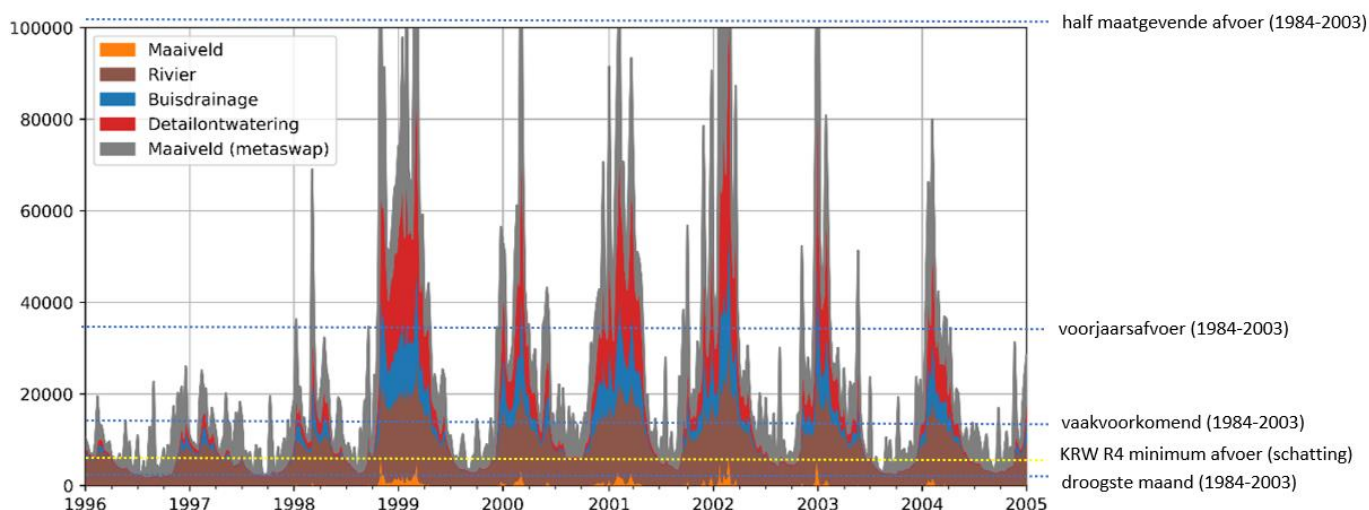
Figuur 5.8 Resultaten van berekeningen van de opbrengstderving in de landbouw met het geohydrologische model en Waterwijzer Landbouw voor de toekomstige situatie met vernattingsmaatregelen in bufferzones rond natuur en verhoogde bodems van waterlopen (bij KNMI'14 WH scenario, zichtjaar 2050). Links: kaart met huidige landbouwgebieden; rechts: taartdiagrammen met het fractie bestaand landbouwgebied binnen een bepaalde klasse van opbrengstderving voor het gehele landbouwgebied (boven) en landbouwgebied binnen de bufferzones.

5.3 Kansen voor dempen van afvoerdynamiek

Figuur 5.9 laat de verdeling van de afvoer over de verschillende ontwateringssystemen zien in de referentiesituatie zoals berekend met het geohydrologische model, waarbij de afvoer van deze systemen gestapeld is. Het grootste aandeel van de afvoer uit het stroomgebied is afkomstig uit de detailontwatering (sloten en greppels; rood), de buisdrainage (blauw) en van de drainage door de grotere waterlopen ('rivier', bruin). In de zomerperiode draineren het detailwatersysteem en de buisdrainage niet, en is de drainage door de grotere waterlopen ook lager. In de huidige inrichting van het gebied is de hoeveelheid maaiveldafvoer (oranje en grijs) vrij laag.

Ter vergelijking zijn afvoeren met een specifieke herhalingsstijd bepaald op basis van metingen over de periode 1984-2003 aangegeven in de figuur (blauwe stippellijnen; bron: LESA, 2023). De door het geohydrologisch model berekende afvoer komt redelijk goed overeen met op de metingen gebaseerde afvoergegevens.

Een vergelijking met een geschat minimum afvoer voor het KRW beektype R4 (op basis van een minimum stroomsnelheid van 0.1 m/s door een nat profiel van 0.1 m²) laat zien dat de afvoer in zomerperiodes – zoals berekend met het geohydrologisch model – te laag is. Echter, in de werkelijke situatie wordt de basisafvoer in het gebied aangevuld met een lozing van RWZI water, waardoor de afvoer waarschijnlijk op peil blijft.



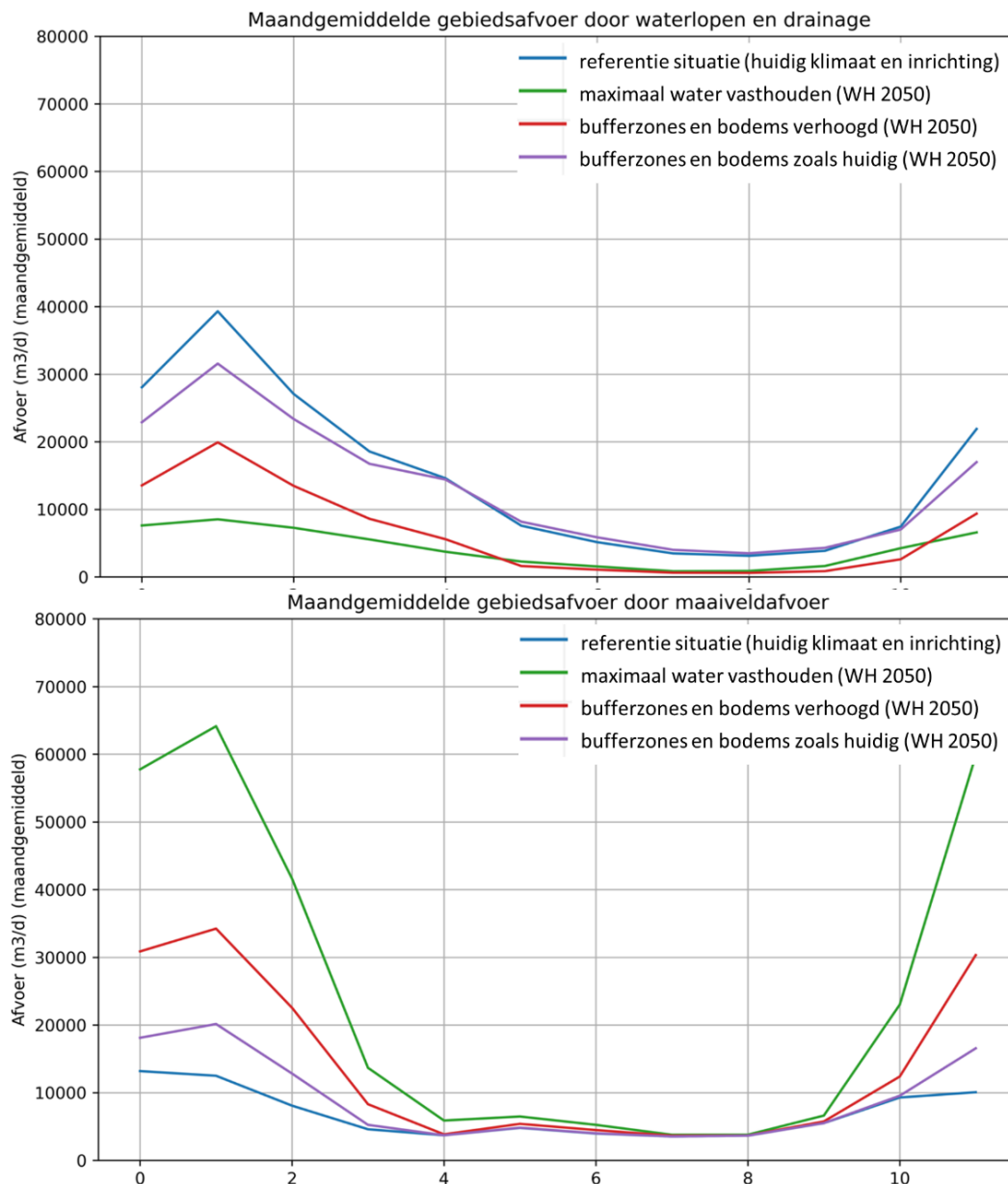
Figuur 5.9 Gestapelde grafiek van de berekende weekgemiddelde afvoer (m³/d) in de referentiesituatie onder sterke klimaatverandering per ontwateringssysteem in het gebied. Blauwe stippellijnen tonen afvoeren met een specifieke herhalingsstijd bepaald op basis van metingen over de periode 1984-2003 zijn aangegeven met stippellijnen (Watersysteemanalyse via LESA, 2023). Gele stippellijn toont een schatting van de minimum afvoer voor een R4 beektype (KRW; minimum stroomsnelheid van 0.1 m/s) bij een natte doorsnede van 0.1 m² (5 m breedte x 0.2 m waterdiepte).

Het verwijderen van drainagemiddelen en ophogen van de bodems van grote waterlopen heeft effect op de gebiedsafvoer: de afvoer via de beek, waterlopen en andere drainagemiddelen neemt af, terwijl de oppervlakkige afvoer over land (maaiveldafvoer) toeneemt (Figuur 5.10). Oorzaak hiervan is een afname van de dichtheid van de drainagemiddelen en hogere bodems van de beek en waterlopen, in combinatie met hogere grondwaterstanden als gevolg van de maatregelen in het watersysteem.

Als gevolg van de maatregelen om water langer vast te houden in het gebied zal er in perioden met veel maaiveldafvoer water op land staan, vooral in (lokale) laagtes. Dit water stroomt niet volledig

snel af naar het uitstroompunt van het stroomgebied. Een deel van de maaiveldafvoer infiltreert waarschijnlijk opnieuw naar het grondwater voordat het tot afvoer komt via een waterloop.

Om ervoor te zorgen dat de toename aan maaiveldafvoer niet leidt tot (een toename van) afvoerpieken, kunnen aanvullende maatregelen worden genomen zoals verruwing van het maaiveld, vergroten van de infiltratiecapaciteit van de bodem en/of het afsluiten van lokale laagtes in het landschap. Dit zorgt ervoor dat het water wordt vastgehouden in de (lokale) laagtes en dat herinfiltratie van dit water naar het grondwater wordt bevorderd.



Figuur 5.10 Maandgemiddelde afvoer zoals berekend voor het totale stroomgebied van de Chaamse beek voor de verschillende scenario's. Boven: afvoer via waterlopen (waaronder beek) en andere drainagemiddelen. Onder: maaiveldafvoer. Meer gedetailleerde figuren van de berekende gebiedsafvoer zijn te vinden in Bijlage A.

6 Discussie, conclusies en aanbevelingen

6.1 Discussie

Bij klimaatrobustheid gaat het voor een belangrijk deel om het inspelen op het veranderen van **weerextremen**. In onze aanpak hebben we naar een vaste, beperkte reeks van jaren gekeken. Dit geeft vooral een beeld van de langjarig gemiddelde karakteristieken. Om toch een idee te krijgen van de karakteristieken in natte en droge jaren zijn afzonderlijk het meest natte en het meest droge jaar in de doorgerekende reeks beschouwd. Voor een goed beeld van het watersysteemgedrag bij echt extreme weersomstandigheden zou het beter zijn om een langere reeks door te rekenen. Dat was in dit onderzoek niet mogelijk.

In Tabel 6.1 is per variant het oppervlakteaandeel van het huidige natuurareaal met een natuurwaarde hoger dan 60 (op een schaal van 1-100) vergeleken met het oppervlakteaandeel van het huidige landbouwareaal met een opbrengstderving van meer dan 30%, zoals bepaald op basis van de verkennende berekeningen uit deze studie. Uit de vergelijking is af te leiden dat bij de beschouwde varianten het vergroten van het oppervlakteaandeel natuur met een natuurwaarde van meer dan 60 van 20% naar 30% het oppervlakteaandeel landbouw met een opbrengstderving groter dan 30% toeneemt van 25% naar 50%. Dit kan twee dingen betekenen:

1. De maatregelen zijn ter verkenning uniform over het hele gebied ingezet. Met meer maatwerk zijn de nadelige effecten van vernatting op landbouw mogelijk te beperken.
2. De huidige landbouwkundige teelten zijn niet bestand tegen de verhoging van grondwaterstanden. Mogelijk bestaan er alternatieve teelten die wel passen bij de hogere grondwaterstanden. Of en welke gewassen dit zijn en welke verdienmodellen hierbij passen kunnen we nu nog niet beoordelen.

Tabel 6.1 Oppervlakteaandeel van het huidige natuurareaal met een natuurwaarde hoger dan 60 vergeleken met het oppervlakteaandeel van het huidige landbouwareaal met een opbrengstderving van meer dan 30% per variant

Variant		Botanische natuurwaarde > 60 (op schaal van 1-100)	Opbrengstderving landbouw > 30%
Inrichting	Klimaat		
Huidig	huidig	15	20%
Huidig	KNMI'14 WH2050	20	25%
Buffer natuur; verhoging bodems waterlopen	KNMI'14 WH2050	30	50%
Maximaal vernatting	KNMI'14 WH2050	50	80%

Om de toestand en waarde van natuur in het gebied – nu en onder toekomstige omstandigheden – uit te drukken is in deze studie de botanische natuurwaarde van terrestrische natuur beschouwd (Waterwijzer Natuur). Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen korte en houtige vegetatie. Omdat de botanische natuurwaarde van houtige vegetatie in het gebied erg laag is en ook niet/nauwelijks verandert als gevolg van klimaatmaatverandering of maatregelen in het watersysteem, zijn de resultaten van deze analyse niet getoond. Ondanks de lage natuurwaarde van houtige vegetatie kan dit type natuur belangrijke functies (ecosysteemdiensten) hebben, zoals koolstofvastlegging, verwijderen van nutriënten, waterberging, buffering van piekafvoer. Deze aspecten zijn echter niet meegenomen in deze studie.

De toestand en waarde van aquatische natuur – nu en onder toekomstige omstandigheden – is buiten beschouwing gelaten. Momenteel is er geen effectmodule beschikbaar om de veranderingen van aquatische natuur als gevolg van klimaatverandering of inrichting van gebied en watersysteem te bepalen op schaal van het stroomgebied van de Chaamse beken.

In dit project is de gebiedseigen afvoer (op dagbasis) berekend met het grondwatermodel. Op verschillende punten zullen de resultaten van deze berekeningen niet overeenkomen met de werkelijke situatie:

- Snelle afvoer tijdens piekbuien kan met een geohydrologisch model niet worden berekend;
- Er wordt geen rekening gehouden met (verschillen in) reistijden van de afvoer over de route van het punt van uitstroom (grondwater naar oppervlaktewater) tot het uitstroompunt van de Chaamse beek (benedenstrooms);
- Er wordt geen rekening gehouden met mogelijke herinfiltratie van oppervlakkig afstromend water;
- Een bron van water die niet is meegenomen in de modelberekening is de lozing van gezuiverd afvalwater op hoofdwaterloop van de Chaamse beken. In de werkelijke situatie zorgt dit ervoor dat de hoofdwaterloop benedenstrooms van de RWZI-lozing jaarrond watervoerend is, ook gedurende perioden waarin de basisafvoer vanuit het gebied laag is of afwezig en er - zonder lozing van de afvalwaterzuivering - droogval zou kunnen optreden.

Echter, aangezien in dit gebied (zandige ondergrond en relatief klein verhang) een groot deel van de afvoer wordt gegenereerd door uitstromend grondwater, geven afvoerberekeningen met het grondwatermodel een redelijk goed beeld van de afvoerdynamiek. Een voordeel van deze methode is dat een analyse van de bijdrage van grondwater aan de afvoer via verschillende afvoercomponenten (hoofdwaterlopen, detailontwatering, buisdrainage en oppervlakkige afstroming) - en de verandering daarin voor de verschillende scenario's en inrichtingsvarianten - mogelijk is (Deltares, 2009; Hendriks et al., 2014).

6.2 Conclusies

Er is een aantal verkennende berekeningen uitgevoerd waarmee de grenzen van wat met grote ingrepen mogelijk is zijn verkend. Dit geeft veel inzicht maar kan nog geenszins worden beschouwd als een afgestemd maatregelenpakket voor het gebied. Dit gezegd hebbende zien we een aantal patronen in de resultaten op basis waarvan de volgende conclusies kunnen worden getrokken: Op basis van de verkennende berekeningen met het geohydrologische model, Waterwijzer Landbouw en Waterwijzer Natuur, kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- De huidige inrichting met intensieve ontwatering en grondwateronttrekkingen zorgt ervoor dat de botanische natuurwaarde lager is dan de potentiële natuurwaarde van natuurgebieden in geval van een natuurlijk watersysteem.
- Klimaatverandering kan lokaal leiden tot hogere grondwaterstanden en/of een toename van kwel waardoor de natuurwaarde hier lokaal toeneemt. In ander delen van het gebied treedt een (verdere) verlaging van de grondwaterstand op, waardoor de natuurwaarden verder afnemen. Klimaatverandering leidt ook - lokaal - tot een toename van opbrengstderving in de landbouw.
- Maximale vernatting van het gebied zorgt voor een meer natuurlijk watersysteem. Dit komt ten goede van de natuurwaarde van korte vegetaties, maar zorgt voor een opbrengstderving van meer dan 30% in 80% in de landbouwgebieden. Huidige landbouwkundige teelten zijn waarschijnlijk niet bestand tegen deze verhoging van grondwaterstanden.
- Vernatting in bufferzones van 200 meter rond bestaande natuurgebieden leidt tot een toename van de natuurwaarde binnen de zones, al is deze toename beperkt ten opzichte van de situatie waarin maximale vernatting wordt toegepast. De landbouw in en rond de bufferzones ondervindt een toename van opbrengstderving als gevolg van de maatregelen in de bufferzones.
- Het verwijderen van onttrekkingen, drainagemiddelen en ophogen van de bodems van grote waterlopen heeft effect op de gebiedsafvoer: de afvoer via de beek, waterlopen en andere drainagemiddelen neemt af, terwijl de oppervlakkige afvoer over land (maaveldafvoer) toeneemt. In natte perioden zal er relatief veel water op land staan, vooral in (lokale) laagtes. Om ervoor te zorgen dat dit water geen piekafvoeren veroorzaakt, zullen waarschijnlijk

aanvullende maatregelen moeten worden genomen om het water langer in de lage delen van het gebied vast te houden en/of de herinfiltratie naar het grondwater te bevorderen.

6.3 Aanbevelingen

Op basis van de analyses voor dit proefgebied kunnen verschillende aanbevelingen worden gedaan:

Integreer weersextremen in de analyse van de effecten van klimaatverandering op landbouw en natuur. Om dit te kunnen doen is mogelijk een aanpassing / uitbreiding van de effectmodules (WWL en WWN) en de achterliggende kennis van de effecten van extremen op landbouwgewassen en natuurtypen nodig.

De huidige landbouwkundige teelten zijn niet bestand tegen de verhoging van grondwaterstanden. Het is daarom belangrijk dat er meer inzicht komt in de mogelijkheden voor toepassing van andere landbouwkundige teelten in de zandgebieden die dit wel kunnen, inclusief bijpassende verdienmodellen. Mogelijkheden voor meervoudig ruimtelijkgebruik, zoals een combinatie met natuur/biodiversiteit of duurzame energie zijn daarbij interessant. Daarnaast kan ook worden bekeken of het verplaatsen van de huidige landbouwkundige teelten naar andere delen van het gebied een oplossing is. Bijvoorbeeld het verplaatsen van teelten naar delen van het gebied met een 'bij de teelt passende' grondwaterstand (die optreedt na het toepassen van vernattingsmaatregelen).

Zorg voor een verbreding van de het inzicht in de functies en effecten van klimaatverandering en inrichting op natuur. Naast biotische natuurwaarden kunnen ook andere ecosysteemdiensten van natuur in beeld worden gebracht, zoals koolstofvastlegging en verwijderen van nutriënten. Ook een effect van de verandering op aquatische natuur zou in beeld gebracht kunnen worden voor een completer beeld.

Als gevolg van vernattingsmaatregelen zal waarschijnlijk de afvoerdynamiek in het gebied veranderen. Ook zal er waarschijnlijk vaker water op het land staan. Voordat grootschalige maatregelen worden genomen om verdroging tegen te gaan, is het belangrijk om een strategie te ontwikkelen om waarbij ook omgegaan kan worden met deze natte omstandigheden. Meer maatwerk is daarbij nodig. Door geohydrologische modelberekeningen te combineren met oppervlaktewatermodellen kan het inzicht in het effect van vernatting op de afvoerdynamiek in natte en droge perioden worden vergroot.

Ook zinvol in dit kader is aanvullend onderzoek naar andere typen maatregelen om water op maaiveld langer in lokale laagtes vast te houden en/of maatregelen die bevorderen dat het water op maaiveld opnieuw kan infiltreren naar het grondwater. Hierbij moet rekening worden gehouden met de lokale geologische (bijv. al dan niet voorkomen van ondiepe kleilagen) en geomorfologische situatie (bijvoorbeeld ligging lokale laagtes, brede beekdalen).

7 Referenties

Deltares, 2009. Naar een (KRW-)methodiek voor het bepalen van de kwantitatieve interactie tussen grondwater en oppervlaktewater : case studie 't Merkske. Deltares rapport 0906-0107

Deltares en WEnR, 2023. Integrale Grondwaterstudie Nederland, Module 1: landelijke analyse. Dimmie Hendriks, Hilde Passier, Annemieke Marsman, Otto Levelt, Naomi Lamers, Johan Valstar, Marco Hoogvliet, Perry de Louw, Joachim Rozemeijer, Frans van de Ven, Jan Maurits van Linge, Xiaolu Hu, Michaël van Buuren. Deltares rapport 11208092-001-BGS-0001

Hendriks, D.M.D., Kuijper M.J.M., and van Ek, R., Groundwater impact on environmental flow needs of streams in sandy catchments in The Netherlands, Hydrological Sciences Journal 59 (3-4) 1–16

KWR, 2023. Klimaatadaptatie in de praktijk: Een toepassing van Waterwijzer Natuur toepassing op stroomgebied Chaamse Beken KWR 2023.024 | Juli 2023. BIJLAGE B van dit rapport.

Molen, D.T. van der, R. Pot, 2007. Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water. Stowa-rapport 2007-32. Definitieve versie, december 2007.

RHDHV, juli 2023. Water en bodem in BPLG1.0. Rapport BJ2678-RHD-XX-ZZ-RP-Z-0001.

Schoonderwoerd, Eva, Kees Peerdeman, Kees Vink, Dimmie Hendriks, Ad Jeuken, Frans Roelofsen, Martin Mulder, 2024. KLIMAP - Chaamse beken. Kwantificeren watersysteem en landbouw en natuur. BIJLAGE A van dit rapport.

Verdonschot, P.F.M. (2000) Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 2, Beken. Achtergronddocument bij het 'Handboek Natuurdoeltypen in Nederland'. Rapport EC-LNV nr. AS-02. Expertisecentrum LNV, Wageningen.

Verdonschot, R.C.M., Verdonschot, P.F.M. (2017) Relatie KRW-doelen en macrofauna in beken in Noord-Brabant. Wageningen Environmental Research, Wageningen UR, Wageningen

Waterschap Brabantse Delta, 2023. Ontwerp visie Chaamse Beken - Een ecohydrologische systeemanalyse. LESA & visie KRW Chaamse Beken. Uitgevoerd door TAUW en Johan de Putter | Atelier voor Water & Landschap.

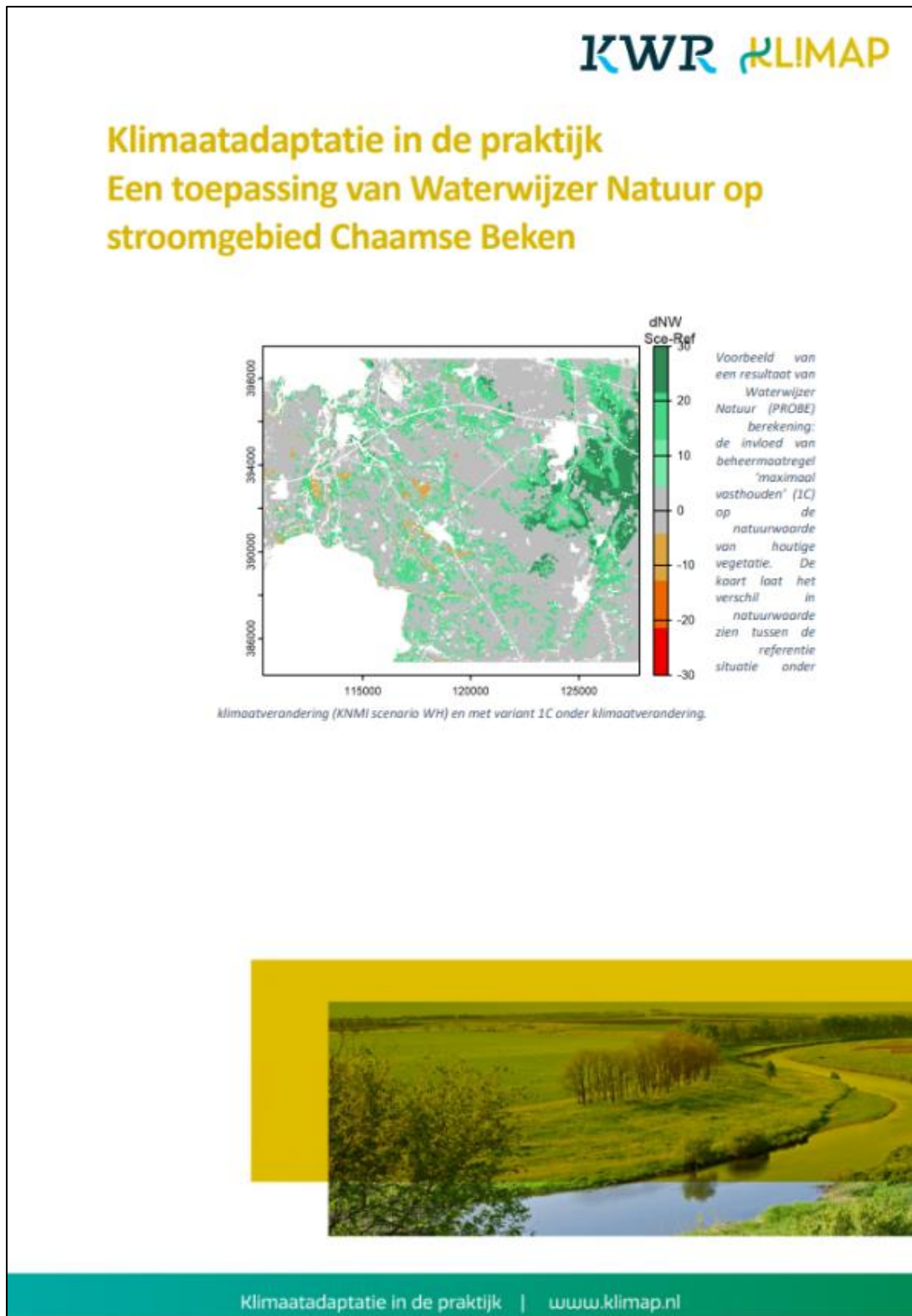
BIJLAGE A - Modellerings water en landbouw

KLIMAP rapport: Schoonderwoerd, Eva, Kees Peerdeman, Kees Vink, Dimmie Hendriks, Ad Jeuken, Frans Roelofsen, Martin Mulder, 2024. KLIMAP - Chaamse beken. Kwantificeren watersysteem en landbouw en natuur.



BIJLAGE B - Modellerings natuur

Zie KLIMAP rapport: KWR, 2023. Klimaatadaptatie in de praktijk: Een toepassing van Waterwijzer Natuur toepassing op stroomgebied Chaamse Beken KWR 2023.024 | Juli 2023.



BIJLAGE C - Ontwikkelpaden

- Verslag op hoofdlijnen – Adaptatiepaden schetsen Chaamse beek – Gehouden 12 mei 2023 te Breda.
- Monitoren en Ontwikkelpaden – sessie Chaamse Beek. Verslag workshop: 17-10-2023

**Verslag op hoofdlijnen
– Adaptatiepaden schetsen Chaamse beek –
Gehouden 12 mei 2023 te Breda.**

Welkom en programma

Tommy Radkiewicz licht kort het doel van de ochtend toe.

Doel om voor de Chaamse Beek

- de ontwikkelingsmogelijkheden en besispunten scherper worden neergezet
- korte termijn low-regret keuzes worden gekoppeld aan een lange termijn visie van het gebied
- verschillende ambities t.a.v. opgaven en doelen zichtbaar worden gemaakt

Hiervoor zijn 2 werksessies gepland:

- 1^e werksessie 12 mei – doel om de hoofdkeuzes en belangrijke beslismomenten inzichtelijk te maken
- 2^e werksessie 20 juni – gedetailleerdere invulling van de ontwikkelpaden gekoppeld aan huidige ontwikkelingen.



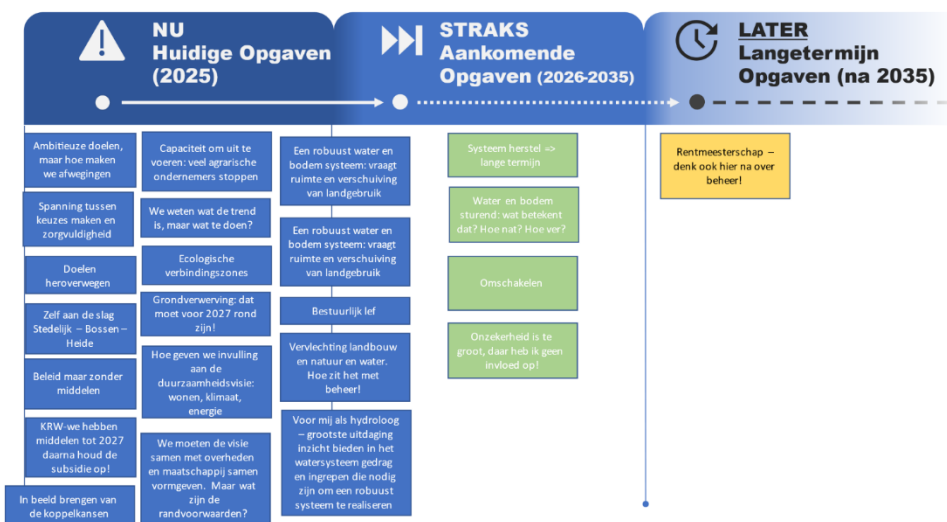
Vervolgens licht Ad Jeuken (Deltares) het programma toe en het concept van ontwikkelpaden en het KLIMAP project.

Programma

- 9.00 Welkom en kennismaken
- 9.15 Introductie in het creëren van ontwikkelpaden
- 9.30 Toekomstbeeld(en) van klimaat robuust Chaamse Beek 2050 op kaart(en) geschetst (subgroepen)
- 10.30 Pauze
- 10.45 Vervolg werk in groepen
 - Inventarisatie van onzekerheden en keuze van de belangrijkste. Brainstorm en prioritering.
 - Back-casting van strategieën op flipper vellen van de toekomstbeelden naar het nu toe in relatie tot de geïdentificeerde onzekerheden en mogelijk maatregelen. Waarschijnlijk in 3 subgroepen.
 - Identificeren van ontwikkelpaden en tekenen op flipper (wat zijn de hoofd keuzes).
- 12.00 Plenaire discussie en doorkijk naar het vervolg (plenair)



Wat zijn de grootste uitdagingen die jij voor je ziet vanuit jouw rol voor Nu, Straks en Later (na 2035) voor Chaamse Beek?



Om de

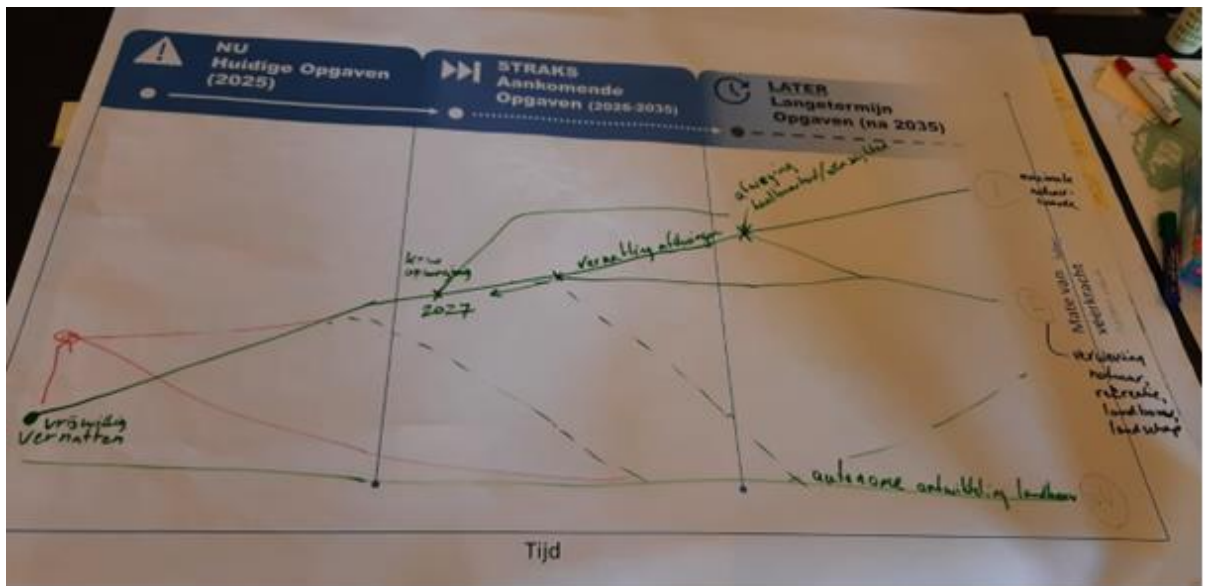
gedachten van de groep alvast op de toekomst te gaan richten werd de volgende vraag gesteld: **Wat zijn de grootste uitdagingen die jij voor je ziet vanuit jouw rol voor Nu, Straks- en Later (na 2035) voor Chaamse Beek?**

Verslag van subgroep 1

Ontwikkelen van toekomstvisie voor 'nu, straks en later'

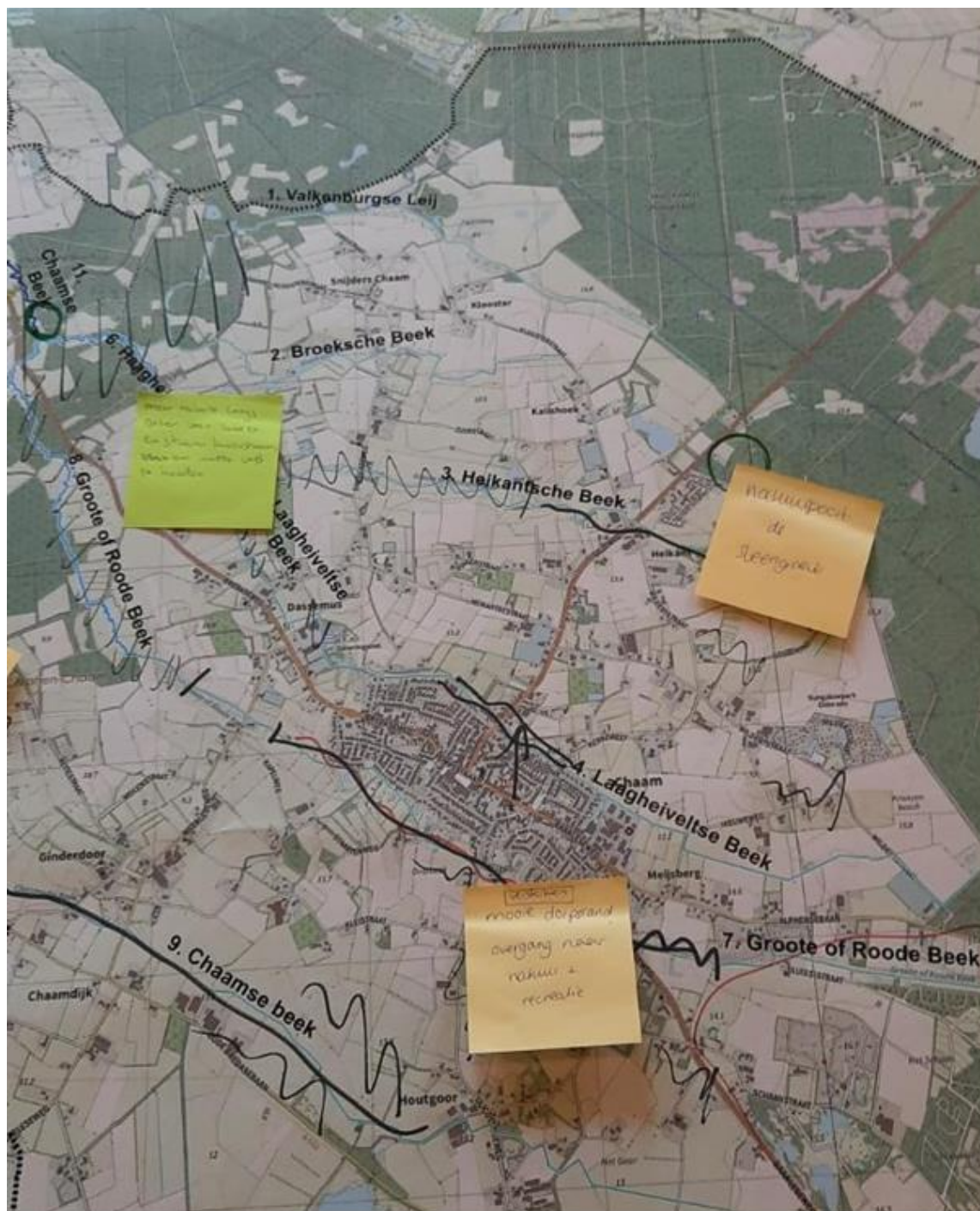
Resultaten: tijdens de sessie van de subgroep 1 kwamen een aantal bevindingen naar voren:

- Tijdens de workshop kwamen diverse belangrijke punten naar voren voor het op lange termijn bevorderen van een robuust en veerkrachtig bodem en watersysteem in de Chaamse beken. Deelnemers gaven aan dat vernatting hierbij een cruciale rol kan spelen. Door vernatting kan het watersysteem in potentie meer water vasthouden, waardoor neerslagextremen beter kunnen worden opgevangen en er meer water op voorraad is ten tijde van droogte. Dit biedt voordelen voor de biodiversiteit en kan ervoor zorgen dat beter kan om worden gegaan met toekomstige klimaatextremen. Echter, de belangrijkste onzekerheid is in hoeverre het systeem vernat dient te worden:
 - In potentie kan het systeem volledig vernatten en daarmee terugkeren naar de oorspronkelijke drassige staat. Dit maakt het gebied lastig toegankelijk en moeilijke bewerkbaar. Volledige vernatting heeft daarom een nadelig effect voor de landbouwactiviteiten en de mogelijkheden voor recreatie- twee van de belangrijkste economische belangen in het gebied.



Figuur 1: overzicht ontwikkelpaden en knikpunten

- Daarentegen staat dat de huidige trend van intensivering van de landbouwactiviteiten in het gebied zou kunnen doorzetten. De huidige boeren hebben kennis en binding met het gebied, en een relatief extensieve bedrijfsvoering. Deze worden echter opgevolgd door boeren van buiten het gebied die over het algemeen intensiever gebruik maken van bodem en water. Deze trend staat daarmee haaks op het uitgangspunt vernatting. Dit kan dus de spanning tussen natuur en landbouw vergroten, en dus de klimaatbestendigheid van het gebied op lange termijn verminderen.
 - Aan de hand van deze twee tegengestelde belangen werd tijdens de workshop benadrukt dat een gebalanceerde aanpak nodig was. Hierbij dienen zowel de natuurlijke waarden als de landbouw- en recreatiebelangen te worden meegenomen. Samenwerking tussen de verschillende belanghebbenden en de dorpskern Chaam is van belang om tot een gedragen toekomstvisies te komen.



Figuur 2: Kaart met locatie van buffergebieden langs beken en de natuurpoorten voor de tussenvariant.

- Op basis van de besproken context hebben we tijdens de workshop drie toekomstbeelden geschetst, elk met een verschillende nadruk op het belang van natuurwaarden (weergegeven op de y-as). Deze toekomstbeelden zijn als volgt:
 - Business-as-usual: Dit toekomstbeeld vertegenwoordigt de situatie waarin eigenlijk niets verandert aan het bodem en watersysteem, en de intensivering van landbouw- en recreatieactiviteiten steeds meer toeneemt. Het behoud en de ontwikkeling van natuur staan niet centraal, wat ertoe leidt dat de natuurwaarden in dit scenario verslechteren ten opzichte van de huidige situatie.

- Totale Vernatting: In dit toekomstbeeld hebben natuurwaarden de hoogste prioriteit en moeten alle andere landschapsaspecten zich hiernaar schikken. Het streven is naar een volledig vernat watersysteem, waarbij de nadruk ligt op het herstel en behoud van natuurlijke ecosystemen. Landbouw en recreatie worden hieraan ondergeschikt gemaakt. Het risico van dit uitgangspunt is dat landbouw niet meer mogelijk of rendabel is, waarmee ook de beheersfunctie vervalt.
- Tussenvariant: Inpassing van recreatie en landbouw in het vernatte watersysteem: Dit toekomstbeeld streeft naar een evenwichtige benadering, waarbij recreatie en landbouw zo goed mogelijk worden geïntegreerd in het vernatte watersysteem. Vernatting vindt voornamelijk plaats in brede stroken langs de beken, met extensievere landbouwpraktijken in deze gebieden. Daarnaast worden natuurpoorten gecreëerd om recreatie te sturen en te faciliteren, terwijl de natuur en op andere locaties beschermd wordt.
- Vervolgens werden adaptatiepaden geschetst om de verschillende visies te bereiken. Hier kwamen de volgende stappen en knikpunten bij naar voren:
 - De eerste stap voor zowel de totalen vernatting en de tussenvariant (en daarmee het verbeteren van natuurwaarden) is het bevorderen van vrijwillige vernatting in de landbouwsector. Door landbouwers aan te moedigen om hun land te vernatten, kunnen positieve veranderingen worden bewerkstelligd en kan de basis worden gelegd voor verdere ontwikkeling.
 - In 2027 wordt het eerste belangrijk knikpunt bereikt met de KRW (Kaderrichtlijn Water) afweging. Afhankelijk van de voortgang van de vrijwillige vernatting, zal deze afweging bepalen of verdere vernatting dient te worden voortgezet door dit te verplichten of dat er concessies kunnen worden gedaan met betrekking tot de nagestreefde natuurontwikkeling. Op dit punt splitsen de ontwikkelpaden voor de Totale vernatting en de tussenvariant uitgangspunten. Het is daarom cruciaal dat op dit punt het uitgangspunt voor vernatting duidelijk te zijn. Dit moment markeert een cruciale fase in het proces.
 - Rond 2030-2035 is het essentieel om een grondige evaluatie uit te voeren om de mate van vernatting te beoordelen en te bepalen of vastgestelde doelen met betrekking tot natuurwaarden haalbaar zijn. Op basis hiervan kan worden besloten of de huidige koers moet worden voortgezet of dat aanpassingen nodig zijn in de natuurdoelen. Het proces van evaluatie en aanpassing is van groot belang om ervoor te zorgen dat de natuurwaarden op de lange termijn behouden blijven en verbeteren.

Monitoren en Ontwikkelpaden – sessie Chaamse Beek

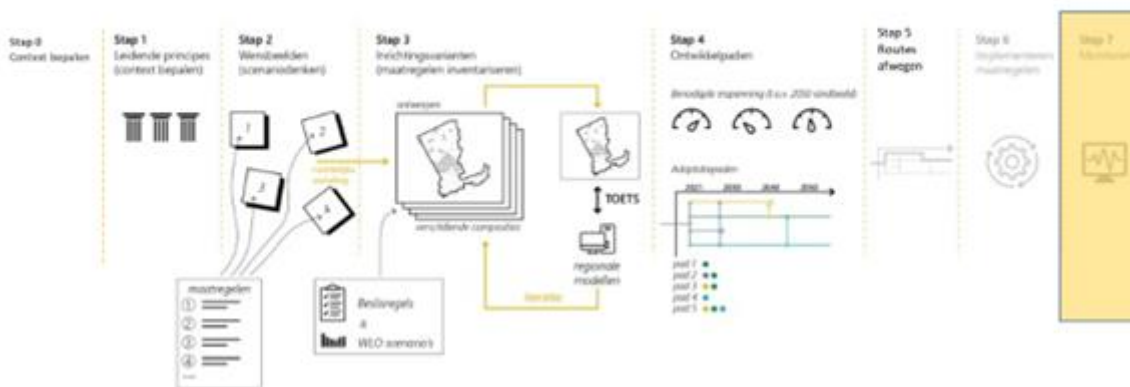
Verslag workshop: 17-10-2023

Aanwezig: Waterschap Brabantse Delta: Tommy Radkiewicz, Kees Peerdeman, Patrick de Rooij.
Deltares: Eva Schoonderwoerd en Gerald Jan en Wageningen University: Bregje van der Bolt

Inleiding

Het doel van de online sessie op 17 oktober was om nader in te gaan op het belang, de rol en de invulling van monitoring in relatie tot de methodiek van ontwikkelpaden. In de methodiek van ontwikkelpaden zoals deze binnen KLIMAP nader is uitgewerkt/aangescherpt voor regionale toepassing, is monitoring een belangrijk stap (zie onderstaand schema). Op basis van analyses van eerdere toepassing van het concept van ontwikkelpaden zien we dat veel energie en tijd met name in de eerste 4 stappen van de methodiek gaat zitten terwijl juist de stappen rond routes afwegen, implementeren van maatregelen en met name ook monitoring – immers de kern van het “monitor and adapt” paradigma – vaak minder aandacht krijgen.

Stappen voor ontwikkelpaden – focus vandaag



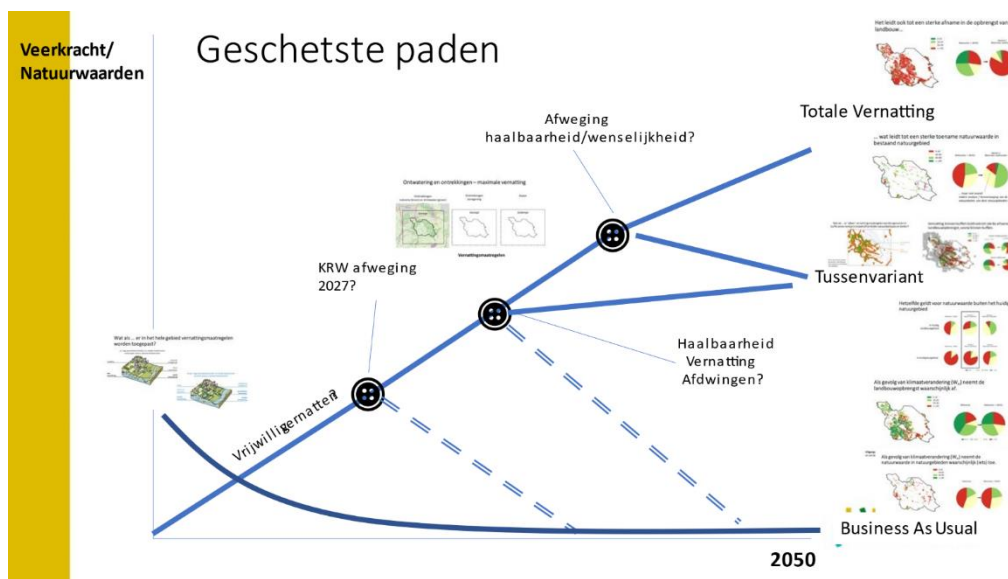
Tekstkader - monitoring en ontwikkelpaden¹

Binnen de stappen die worden genomen in het ontwikkelpaden-proces wordt een monitoringsysteem ontwikkeld dat besluitvormers informeert over acties die kunnen worden ondernomen als reactie op nieuwe omstandigheden. Dit vormt het leerelement dat ontwikkelpaden de flexibiliteit geeft om zich in de loop van de tijd aan te passen aan nieuwe omstandigheden. Dit introduceert het element van adaptieve robuustheid, wat de ontwikkelpaden methodiek in staat stelt om te gaan met diepe onzekerheid, en onderscheidt het van op scenario's gebaseerde benaderingen die gebaseerd zijn op het reageren op een enkele of kleine reeks veronderstelde toekomstscenario's om statische robuustheid te bereiken. Het monitoringsprogramma bestaat uit *signposts* en *triggers*. Mijlpalen specificeren de soorten informatie en variabelen die moeten worden gemonitord om aan te tonen (1) of het oorspronkelijke plan momenteel zijn doelen bereikt en/of (2) of de in het proces geïdentificeerde kwetsbaarheden en kansen het plan in de toekomst belemmeren om zijn doelen te bereiken. Triggers zijn de kritieke mijlpaalniveaus of gebeurtenissen die, wanneer ze zich voordoen, aangeven dat acties moeten worden ondernomen om ervoor te zorgen dat het oorspronkelijke plan op koers blijft.

Doel van de workshop monitoring Chaamse beken

Met de monitoring sessie willen we inzicht krijgen in de aanpak en sturing vanuit monitoring – in relatie tot de – voor de Chaamse beken - geschetste ontwikkelpaden. We steken dit in vanuit het

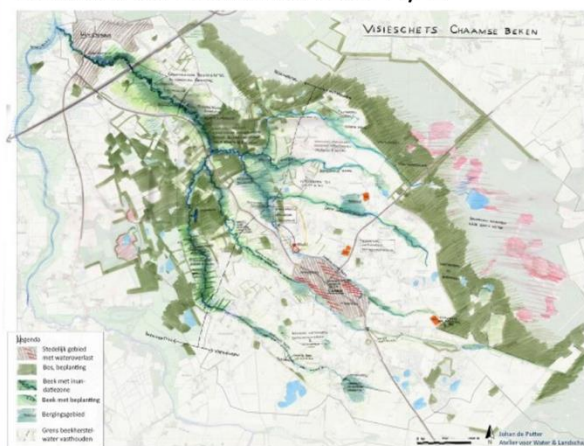
concept van veerkracht. De reden hiervoor is dat we op de y-as van de verschillende ontwikkelpaden die voor de Chaamse zijn geschetst (zie figuur hieronder) veerkracht als dimensie hebben gehanteerd.



Daarnaast maken we bij het adresseren van monitoring onderscheid naar drie operationele lenzen: 1) beleid/strategie, 2) omgeving en 3) hydrologie/fysiek systeem. De reden hiervoor is dat we hiermee grofweg de verschillende gebruikersgroepen van een regionale methodiek van ontwikkelpaden adresseren. Door deze drie gebruikersgroepen expliciet naar voren te laten komen willen wij de kans vergroten dat de methodiek ook bruikbaar is en verbindend werkt binnen de verschillende overheidsorganisaties.

Korte update stand van zaken rond Chaamse Beken door Tommy

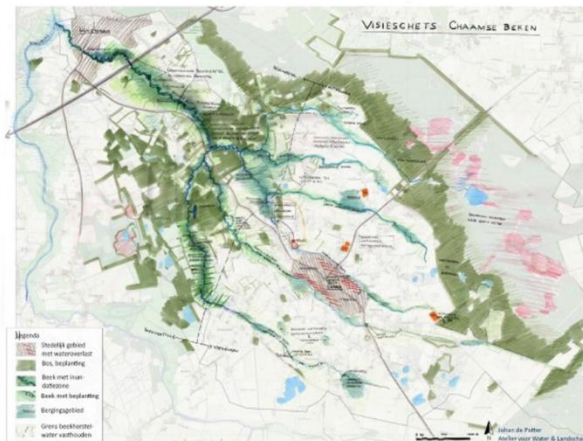
Context: Bekenvisie 1/2



Doel van de bekenvisie is tweeledig.

1. Het verkrijgen van een beeld hoe het stroomstroomgebied van de Chaamse beken toekomstbestendig ingericht kan worden (2050), vanuit het principe water bodem sturend. (beleidsinput)
2. Vanuit dit beeld invulling geven aan concrete inrichtingsmaatregelen (KRW 2022-2027), zodat deze iig bijdragen aan een toekomstbestendig stroomgebied van de Chaamse beken.

Context: Bekenvisie 2/2

**Resultaat**

Als waterbeheerder hebben we nu een watervisie opgeleverd. Dit is vanuit het perspectief van het watersysteem. Het waterschap wil samen met een brede coalitie toewerken naar een gebiedsvisie.

Waar staan we nu en welke stappen nog te nemen, wanneer en met wie?

De eerste visie is opgeleverd. Deze zal met het bestuur van het WSBD besproken worden om:

- Bestuurlijke draagvlak
- Allocatie van middelen
- Bestuur in staat stellen om een brede coalitie te vormen richting een gebiedsvisie



De laatste stand van zaken is:

Het projectteam Chaamse Beken is nu nog zoekend hoe we de bekenvisie bestuurlijk kunnen bespreken. Het gevoel is dat de bekenvisie nog niet voldoende is uitgewerkt om een bestuurlijke discussie aan te gaan. Op dit moment zijn we ook vooral in gesprek met de directie/management om te bespreken welke rol we ook als waterschap hebben of willen nemen. En hebben we ook het mandaat dat past bij de rol die we ambiëren?

Daarnaast lopen op dit moment veel ontwikkelingen in het gebied zelf lopen. Bijvoorbeeld het gebiedsproces Markdal – wat ook recentelijk geëvalueerd is. Hier komt o.a. uit naar voren dat het belangrijk is om het proces juist op stroomgebied niveau in te steken. Als dit ook gaat gebeuren dan pak je eigenlijk ook de Chaamse Beken mee. Het voordeel is dat Markdal al een eigen, ambtelijke en bestuurlijke structuur heeft. Dus dan ga je ook geen nieuw overlegplatform introduceren. Alleen dat vraagt wel wat masserend werk om de dat soort processen in elkaar te schuiven.

Vanuit het perspectief van onderzoek/wetenschap loopt nu nog de grondwaterstudie die Kees Peerdeman trekt (bijna afgerond) en daarnaast zijn er studenten van de Wageningen Universiteit nu onderzoek aan het doen naar de vraag: *Wat zijn vanuit een analyse naar de maatschappelijke context en sentiment in het gebied van de ABG-gemeenten, de bewegingsleutels en -personen om gericht en beter aansluitend met het gebied in gesprek te kunnen gaan.*

Daarnaast zijn we bezig de bekenvisie verder uit te werken op een meer gedetailleerd niveau in 4 deelgebieden, om zodoende ook te komen tot een schetsontwerp en uiteindelijk tot realisatie van projecten.

Naast initiatieven waar het waterschap nu al in een (mede) aansturende rol zit, zijn er ook ontwikkelingen die vanuit het gebied het waterschap opzoeken voor advies/verbinding. Voor deze meer reactieve manier van gebiedsontwikkeling is de bekenvisie ook goed in te zetten als input.

- Ruimtelijke Visie van de gemeente Chaam: deze hebben de bekenvisie gebruikt als 'water bouwsteen'.
 - Het lijkt er nu op dat in ieder geval de onderbouwing vanuit water richting de provincie ook een belangrijke afweging gaat worden om af te wijken van het beleid van *eerst inbreiden dan pas uitbreiden* rondom Chaam. Het verhaal is dan dat Chaam al dusdanig versteend/verhard is dat als je de wateropgave dan een

plek wil geven, dan moet je eigenlijk gaan uitbreiden en binnen de kern moet je de juiste plekken vrij gaan spelen.

- Andere gesprekken met private initiatieven in het gebied – bijvoorbeeld rond een wellness centrum: Het gaat daarbij om vragen als: *beste waterbeheerder, hoe zou je het systeem hier willen zien? En hoe kan ik met mijn plan meerwaarde bieden dan het gebied?*

Op dit moment hanteren we de bekenvisie nog vooral reactief. We reageren op de plannen die op het waterschap afkomen en dat sluit niet helemaal aan bij een strategie die je eigenlijk zou willen kiezen vanuit het watersysteem, waarbij een meer sturende verbinding lange en korte termijn centraal staat. Waterschap de Dommel hanteert een andere strategie: zij beginnen bij het brongebied en zakken dan langzamerhand af naar benedenstrooms in hun watersysteem.

Tot slot merkt Patrick op dat ook de regiodeals nog spelen. Hier acteert Brabantse Delta ook in. Hierbij heeft het waterschap haar wateropgaven en inbreng juist verbonden aan het sociale spoor, waarbij de relatie met de gemeenschap en een brede welvaart centraal staan.

Onderdeel 1: Wat zijn mogelijke indicatoren voor het (maatschappelijke, beleids- en fysieke) systeem die we moeten monitoren om beslismomenten van de ontwikkelpaden tijdig in beeld te hebben?

Voordat we met deze eerste stap aan de slag gaan presenteert Bregje van der Bolt het concept veerkracht en hoe dit te vergroten.

Wat is veerkracht?

“Resilience is the ability to deal with disturbances of any kind, including unforeseen ones; resilience relates strongly to adaptability and transformability.”

Complex en te generiek; niet werkbaar in de praktijk...

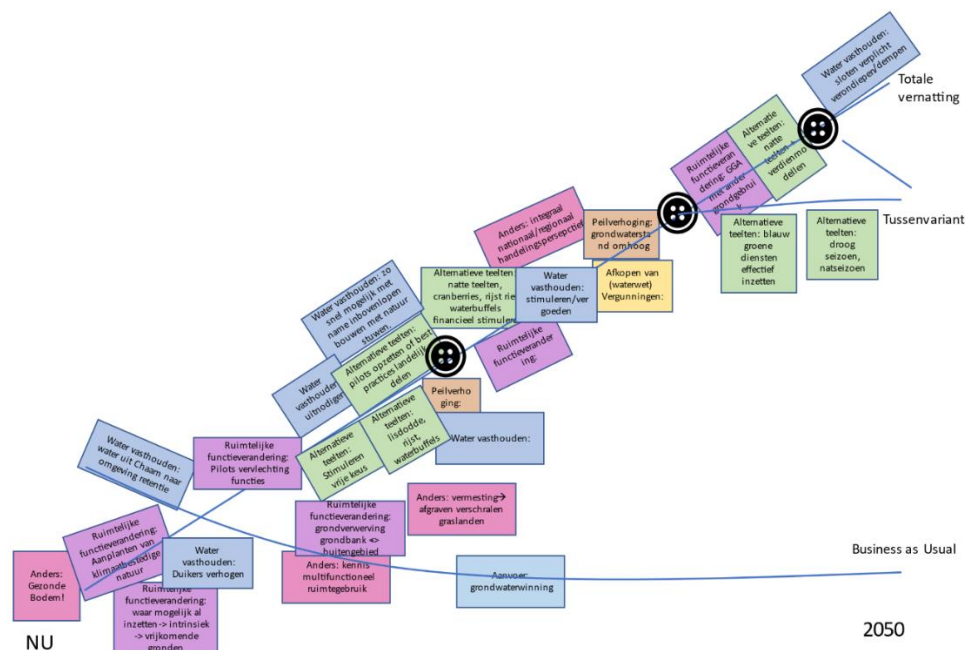
Veerkracht van wat, tegen wat, en tot welk doel?

Hoe kun je veerkracht vergroten?

7 principes (Stockholm Resilience Centre):

1. Zorg voor diversiteit en redundantie
2. Beheer connectiviteit
3. Beheer trage variabelen en feedbacks
4. Bevorderen en begrijpen van sociaal-ecologische systemen als complexe adaptieve systemen
5. Moedig leren en experimenteren aan
6. Participatie verbreden
7. Bevorder polycentrische bestuurssystemen

Bij stap 1 is uitgegaan van de versie van de ontwikkelpaden zoals geschetst door groep 1 in de eerdere sessies (zie onderstaande figuur). Hierin zijn de belangrijkste besispunten weergegeven door de knopen en zijn de verschillende gekleurde blokjes de maatregelen die de verschillende ontwikkelpaden vormen(blauw: waterbeheer, groen: agrarisch, paars: ruimtelijke ingrepen en geel: wettelijk/juridische).



Mogelijke indicatoren vanuit de drie gebruikersperspectieven worden hieronder beschreven.

Strategisch

Indicatoren (Signposts)	Toelichting	Bron	Grenswaarden? (triggers)
Bevolkingsopbouw en -prognoses (leeftijd, opleiding, gezondheidsindex, criminaliteit, sociale cohesie, ..)	zegt iets over verandering in de gemeenschap en welke invloeden er om het systeem heen zitten. Deze indicator kan ook worden ingezet als het gaat om een breder perspectief: denk ook aan andere teelten en een reality check: voor wie bouw je de huizen/woningbouwopgave?	CBS verzameld veel van deze informatie en is dus ook relatief toegankelijk.	Niet besproken
Economische sectoren – opbouw hiervan (verdeling/kentallen)	Zegt iets over verandering in gebruik van het systeem. En ook wie de gebruikers van het systeem zijn. Dat in relatie met bevolkingsopbouw helpt om de context scherp te krijgen.		Niet besproken
Specifiek voor landbouw: verdeling in teelten, veranderingen daarin, opbrengsten e.d.	Dit geeft een beeld van de veranderingen in de landbouw – intensief – extensief en veranderingen van gewassen/teelten inclusief economische draagkracht. We benoemen de landbouw specifiek omdat dit toch het van de	Er is veel meer statistiek te vinden over de landbouw i.r.t. andere sectoren. CBS/WUR/	Niet besproken

	economische sectoren het grootste areaal betreft in het buitengebied.		
Klimaatscenario's en veranderingen daarin.	Dit geeft inzicht in de mate waarin de druk op het systeem onder druk komt te staan.	KNMI en IPCC zijn op schaal van Nederland en Mondiaal hier de ijkpunten. De 6 jaarlijkse cyclus sluit aan bij een continue monitoring.	Niet besproken
Klimaatscenario's en veranderingen daarin.	Dit geeft inzicht in de mate waarin de druk op het systeem onder druk komt te staan.	KNMI en IPCC zijn op schaal van Nederland en Mondiaal hier de ijkpunten. De 6 jaarlijkse cyclus sluit aan bij een continue monitoring.	Niet besproken

Fysisch systeem

Indicatoren (Signposts)	Toelichting	Bron	Grenswaarden? (triggers)
Dichtheid en diepte van waterlopen	Dit is direct zichtbaar buiten. Verondiepen is belangrijk om infiltratie te vergroten. Verondiepen kan ook een maatregel zijn. Het geeft dan inzicht in hoeveel, hoe ver je al bent met een maatregel die je wenst te nemen.	Schouw	Nog vastgelegd in de legger voor de korte termijn.?
Grondwaterstanden	Dit geeft aan in hoeverre infiltratie - onttrekking – verdamping in evenwicht zijn. Hierbij is de tijdsdimensie belangrijk (over welke tijdsperiode vind aanvulling plaats). Het geeft ook inzicht in de bereikbaarheid van natuurdoelen.	Meetnet – waarbij de plaats van het meetpunt van grote invloed is. De vraag is dan ook of dit voldoende betrouwbaar is. Een basis meetnet is in wording.	Voor natuurdoelen is ondiep grondwater belangrijk. Dat kan je gewoon volgen In de tijd en zien wat de trend is (gecorrigeerd voor de verschillen tussen jaren). Nog vastgelegd in de legger voor de korte termijn?
Vegetatietypes en landgebruik	Verandering natuur/behalen van natuurdoeltypen.	Dit is moeilijk om te volden.	Niet besproken
KRW Score en Doelen	KRW score zegt iets over de de gezondheid van het	Dit wordt gemeten/wettelijke taak. Ook hier is wederom de	KRW doelen - stroomgebied

	watersysteem en die hangt mede af van afvoer dynamiek en waterkwaliteit	invloed van het meetpunt/meetnet groot. Het blijft lastig om op systeemniveau alles op een evenwichtige manier te meten.	
Afvoerdynamiek	Hier wordt wel aan gerekend maar wordt niet gemeten.	Dichtheid van het meetnet is hier een punt van discussie. De debietmetingen waren wegbezuinigd – advies tijdens het opstellen van de bekenvisie was om die weer terug te plaatsen.	Niet besproken
Toename basisafvoer	Zie KRW score	Idem	Niet besproken
Dempen piekafvoer	Zie KRW score	Idem	Niet besproken
Natuurdoeltypen	Behoud van biodiversiteit.	Is ook moeilijk om te volgen. Maar wordt wel in kaart gebracht.	
Watergebruik door verschillende functies in het gebied	Hierbij gaat het om de toepassing (waarvoor wordt het water gebruikt en waar)	Vergunningen Meldingsplicht	Niet besproken
Onttrekkingen door verschillende functies in het gebied	Hierbij gaat het om de hoeveelheid en locatie van de onttrekking. En om te bepalen of bij droogte het aantal onttrekkingen toeneemt.	Vergunningen Meldingsplicht	Niet besproken

Omgeving/Maatschappij

Indicatoren (Signposts)	Toelichting	Bron	Grenswaarden? (triggers)
economisch potentieel van het gebied			Niet besproken
omvang en verdeling landbouwteelten	Dit geeft ook inzicht in de transitie die plaatsvindt van veehouderij (met een bepaalde voetprint) naar andere soorten landbouw en of dit een kant op gaat waarbij de voetprint afneemt (extensivering ipv toeneemt (tuinbouw/intensieve vormen van landbouw)		Niet besproken
economische waarde landbouw			Niet besproken
Relatie overheid en inwoners	Cruciaal maar wordt niet gemonitord. Het gaat hierbij om vertrouwen, en als dit laag is leidt dat ook weer tot	Brabantse Omgevingsscan LINK	Niet besproken

	terughoudendheid van initiatieven die dan loskomen. Wel gedeeld? Klanttevredenheid bijvoorbeeld?		
Houding belangenorganisaties	Landbouw en natuur vinden elkaar nu - maar als dit verandert is het een indicator voor spanning het gebied.		Niet besproken
Zienswijzen/schadeclaims/juridische procedures in de planvorming/bij het nemen van maatregelen.	Idem houding belangenorganisaties		Niet besproken
actieve burger platforms, wijkverenigingen, dorpsraden		Er is niet echt een methode om dit te monitoren – dit is iets dat naar voren komt in gebiedsprocessen en gesprekken met het gebied.	
Bestuurlijke stabiliteit	Worden plannen ook uitgevoerd + meetlat Duidelijke koers voor het gebied. Dan blijven burgers ook stabiel op dezelfde partijen stemmen.	Dit zit meer in het hier en nu, lastig om hier vooruit te kijken en lange termijn ontwikkelingen te identificeren.	
Ambtelijke capaciteit	Ambtelijke capaciteit kan naast bestuurlijke stabiliteit ook een belangrijke indicator zijn.	Kun je die ook niet meten door te kijken naar van hoeveel plannen die voorgenomen waren ook binnen een bepaalde termijn überhaupt uitgevoerd worden?	
Beleving landschap	Ruimtelijke kwaliteit	Complex om te meten – veel over geschreven.	

Onderdeel 2: Hoe kunnen we sturen/richting geven aan keuzes op basis van de in deel 1 beschreven monitoring?

Belangrijk punt dat hierbij werd genoemd is dat het erom gaat om relaties te leggen tussen de indicatoren die in deel 1 van de werksessie zijn genoemd. Sommige indicatoren zijn ingebed in beleid (KRW) ook best wel uitgekauwd en zijn heel kwantitatief van aard. Het is dan belangrijk om deze in de context van de meer kwalitatieve indicatoren te plaatsen die worden genoemd vanuit de omgevingslens (zoals bestuurlijke stabiliteit en relatie overheid en omgeving).

De situatie is nu zo dat het Waterschap ook vaak de indicatoren die nu worden genoemd vanuit de lens ‘omgeving’ ook niet altijd als hun kerntaken zien en ook niet altijd hun kerncompetenties hier hebben. Het waterschap is minder bekend met de indexen en informatie die hierover bekend is. Soms zijn deze ook heel kwantitatief gemaakt. Zie hiervoor bijvoorbeeld de Omgevingsscan van de Brabantse GGD’s ([LINK](#)).

Op dit moment is het waterbeheerprogramma een 6 jarige cyclus om te zien wat er op ons afkomt. Hierin zou het opnemen van ontwikkelpaden, beslispunten en bijbehorende monitoring rond Signposts en Triggers een rol kunnen spelen waarbij de verbinding tussen fysieke, omgevings- en strategische indicatoren zou kunnen worden gelegd. Voor projecten en gebiedsprocessen is dit echter niet het geval – we gaan hier niet per gemeente of per stroomgebied op inzoomen. Voor de Chaamse Beken visie doen we dit nu omdat het een uitzonderlijke situatie is.

Met name de omgevingsindicatoren worden nu vooral op basis van expert judgement ingeschat en worden niet structureel in kaart gebracht. Wat wellicht ook heel moeilijk/tijdrovend is om te doen. Monitoring en ontwikkelpaden kunnen belangrijk zijn vanuit twee perspectieven: de ene is dat je op de lange termijn gewoon wil weten: Wat komt er op ons af? En niet alleen maar vanuit de techniek van het systeem of het klimaat. Het tweede perspectief is ook hoe er nu naar gekeken wordt, hoe er gebruik van gebruikt wordt en hoe dit zich gaat veranderen. Op het moment dat je weet dat er iets op je afkomt, dan kun je daar ook op gaan anticiperen. Want het waterbeheer dat we doen als waterschap dat staat natuurlijk op zichzelf maar is dienend aan maatschappelijke processen. De vraag blijft dan ook: geeft monitoring ons handvaten om te sturen/richting te bepalen en bij te sturen om aan te sluiten op de geschetste ontwikkelpaden? De vraag kan echter ook anders gesteld worden, namelijk duidelijkheid krijgen over waarom doen we dit? Waarom doen we het nu niet als waterschappen?

Een ander belangrijke vraag is ook of er ruimte is voor deze monitoring/ Binnen het waterschap en tussen de waterschappen is het ook zo dat de focus ligt op het watersysteem, daar zijn ‘wij’ als waterschappen van. Vanuit die redenering is de mores dat we vooral een kaart moet maken hoe het watersysteem eruit moet zien waarmee je als waterschap dan zegt: “dit is het watersysteem en zo moet jij je bestemmingsplan maken”.

Het is dus heel belangrijk om te snappen wat monitoring betekent in waterschaps land. Als we als wij het in ons Huis over monitoring hebben, dan hebben we het echt over de over de standaard waterschaps dingen. Als het gaat over maatschappelijke ontwikkelingen dan noemen we dat geen monitoring maar ‘onderzoeksvraag’ of een ‘analyse’.

Suggesties en leerpunten

Terugblikkend op de sessie onderscheiden we een aantal suggesties en leerpunten voor de methodiek rondom monitoring:

- **Terminologie:** we maken onderscheid naar de lenzen strategie, omgeving en fysisch systeem. Deze drie lenzen zijn uiteraard met elkaar verbonden. Strategie is echter meer gericht op maatschappelijke- en economische ontwikkelingen en invloed van beleid dat vanuit provinciaal, nationaal of EU komt. Omgeving is meer gericht op ontwikkelingen in en de situatie van het gebied vanuit institutioneel, maatschappelijk en economisch perspectief.
- **Reactief of Proactieve monitoring:** de monitoring die benoemd is richt zich toch op relatief korte termijn veranderingen (reactief) – denk bijvoorbeeld aan de veranderingen in economische sectoren. Daarnaast hebben we in deze sessie vooral gekeken naar *wat* we zouden willen meten om te anticiperen op veranderingen die gevolgen hebben op welk ontwikkelpad het systeem terecht komt. Dit worden ook wel de Signpost indicatoren genoemd. We hebben echter niet voldoende stil gestaan bij de *waarden* van deze

indicatoren (triggers) die een aanwijzing zijn dat een systeem zich op 1 van de drie ontwikkelpaden beweegt en wat er voor nodig is om dit bij te sturen op het moment dat een dergelijke *trigger* zich voordoet.

- **Ontwikkelpaden en monitoring en toepassing in de praktijk:** de toegevoegde waarde van ontwikkelpaden zit er vooral in hoe kan worden omgegaan met onzekerheden in de tijd. Op dit moment ligt er een bekenvisie die nu gehanteerd wordt, hierbij zijn de ontwikkelpaden nog niet meegenomen. Voordeel van de bekenvisie is dat het concreet is – kaartbeeld met mogelijke ontwikkelingen. Nadeel kan zijn dat 1 bekenvisie geen/weinig rekening houdt met belangrijke onzekerheden in het gebied en dat er 1 optimum lijkt. Door ontwikkelpaden – gevoed door de storylines vanuit het hydrologisch instrumentarium en waterwijzer landbouw en waterwijzer natuur – toe te voegen kan een beter beeld worden verkregen van:

- De invloed van onzekerheden
- In beeld brengen van *Lockins*: waar ontstaan padafhankelijkheden?
- In beeld brengen van *signposts* – belangrijke aspecten die van invloed zijn op het realiseren van de visie en *triggers* – kritische waarden van de *signposts*. En het Benoemen van strategieën die mogelijk zijn op het moment dat een trigger wordt bereikt.