Gebiedsanalyse Klimaatboeren

Analyse op basis van het bodem- en watersysteem voor knelpunten en kansen in relatie tot het klimaat.

AEQUATOR GROEN+RUIMTE

GEBIEDSANALYSE KLIMAATBOEREN – KLIMAAT KNELPUNTEN EN KANSEN

Uitgebracht aan:	Collectief Groningen West Mevrouw E. Alting Albert Harkemaweg 70 9831 TA Aduard
Uitgebracht door:	Aequator Groen + Ruimte bv Postbus 1171 3840 BD Harderwijk
Contactpersoon:	Mevrouw G. (Giulia) Homs 06-26544528
Auteur(s):	Mevrouw G. (Giulia) Homs De heer W. (Wiebe) Harder
Versie:	Definitief
Datum:	3-10-2023
Gecontroleerd door:	

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING 1

1.1 Achtergronden 1

1.2 Probleemverkenning 1

1.3 Aanleiding tot het project 1

1.4 Doel van het project 2

1.5 Leeswijzer 2

2 DOEL VAN HET GEBIEDSANALYSE 3

2.1 Doeleinde en gebruik 3

2.2 Afbakening gebied 3

3 AANPAK 5

3.1 Geanalyseerde data 5

3.2 Methode 5

4 ALGEMENE GEGEVENS EN KNELPUNTEN 6

4.1 Bodem 6

4.1.1 Bodemtypes 6

4.1.2 AHN 8

4.1.3 Grondgebruik 10

4.1.4 Bodemdaling 11

4.1.5 Verdichting 12

4.2 Water 13

4.2.1 Grondwaterstanden 13

4.2.2 Peilgebieden en kunstwerken 15

4.2.3 Ontwateringsdiepte 17

4.2.4 Boezems en bergingsgebieden 18

4.2.5 Kwel en infiltratie 19

4.2.6 Waterwingebieden 21

4.2.7 Waterkwaliteit 21

4.3 Klimaatverandering en de gevolgen voor het projectgebied 24

4.3.1 Water overschot 24

4.3.2 Droogte (neerslag en verdamping) 28

4.3.3 Hitte en kou 29

4.3.4 Verzilting 30
4.3.5 Klimaat kansen 30

5 KENMERKEN EN KANSEN PER DEELGEBIED 31

5.1 Polders ten noorden van Hoendiep 31
5.1.1 Knelpunten 32
5.1.2 Kansen en maatregelen 32
5.2 Polders ten zuiden van Hoendiep 33
5.2.1 Knelpunten 33
5.2.2 Kansen en maatregelen 34
5.3 Kreekrug 34
5.3.1 Knelpunten 34
5.3.2 Kansen en maatregelen 35
5.4 Grondmorene/zandgronden 36
5.4.1 Knelpunten 36
5.4.2 Kansen en maatregelen 36

6 CONCLUSIES 37

6.1 Knelpunten 37
6.2 Kansen en maatregelen 37
6.2.1 Klimaat adaptieve maatregelen 37
6.2.2 Klimaat mitigerende en waterkwaliteitsmaatregelen 38
6.2.3 Aanvullende maatregelen 39
6.2.4 Disclaimer 39

7 REFERENTIES 40

8 BIJLAGE A: ACHTERGROND INFORMATIE – NUTRIËNTENKRINGLOPEN EN EMISSIES VAN BROEIKASGASSEN BIJ EEN MELKVEEBEDRIJF 1

8.1 Broeikasgasemissies uit veen 1
8.2 Broeikasgasemissies van een (melk)veehouderij 3

1 INLEIDING

1.1 Achtergronden

Het klimaat overal ter wereld verandert en de verandering gaat harder dan voorspeld. Ook in Nederland ervaren wij de gevolgen en dragen wij bij aan deze verandering. Klimaatverandering wordt veroorzaakt door het uitstoten van broeikasgassen zoals CO_2, methaan (CH_4) en lachgas (N_2O). Deze stoffen komen vrij bij natuurlijke processen en menselijke activiteiten. Ook de landbouw heeft effect op de uitstoot van broeikasgassen. Enerzijds produceert de landbouw broeikasgassen: koeien en schapen produceren methaan, bij gebruik van (kunst)mest komt lachgas vrij, door ontwatering oxideert veen en komt CO_2 vrij. Anderzijds kan de landbouw veel CO_2 vastleggen in de bodem en (lang-/meerjarige)gewassen.

1.2 Probleemverkenning

De effecten van klimaatverandering kan de landbouw ervaren in extremere neerslag en weer (o.a. langere perioden van droogte, piekbuien, meer en heftigere stormen), extremere temperaturen (o.a. langere perioden van hitte, hogere temperaturen) en zeespiegelstijging. Op dit moment zijn de gevolgen hiervan al te merken en deze zullen in de nabije toekomst (2050) nog extremer zijn (KNMI, 2023). Zo worden het aantal en de intensiteit van piekbuien groter. In de zomer en het voorjaar zullen de perioden met extreme droogte en hitte toenemen, waardoor de vraag naar zoet(drink)water groter wordt, er meer zoetgrondwater wordt onttrokken en er meer gebieden met verzilting ontstaan. In de winter wordt het natter en minder koud, waardoor er vaker wateroverlast zal zijn en pathogenen minder op een natuurlijke wijze onder controle worden gehouden.

Tegelijkertijd liggen er veel opgaven voor het landelijk gebied. Er moet gewerkt worden aan waterkwaliteit (KRW), stikstof, biodiversiteit, veenweide, klimaat en brede welvaart. De landbouw speelt hierin een cruciale rol, maar kan deze alleen vervullen als zij wordt gesteund vanuit een integraal plan. Een dergelijk integraal plan voorkomt dat opgave-gerichte aanpakken elkaar tegenwerken en past binnen de trend die is ingezet binnen het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB), Nationaal Programma Landelijk Gebied (NPLG) en Deltaplan Agrarisch Waterbeheer (DAW). Recent hebben o.a. het GLB, NPLG en DAW als doel opgaves integraler aan te pakken. Daarom is het zaak ook plannen en doelen uit het GLB, NPLG en DAW samen te pakken met bovengenoemde opgaven, welke onder andere worden omschreven in het Gebiedsdocument Agrarische Wateropgave (GAW), Regionale Adaptatie Strategie (RAS) en Regionale Veenweide Strategie (RVS).

1.3 Aanleiding tot het project

De landbouwsector kan een belangrijke bijdrage leveren aan het verminderen van de uitstoot en vastleggen van broeikasgassen. Daarom kan de landbouwsector zowel klimaatverandering remmen (klimaatmitigatie), als inspelen op de veranderende klimaatomstandigheden (bijv. extremere neerslag) in de bedrijfsvoering (klimaatadaptatie). Aangezien de algehele prognoses zijn dat de effecten van klimaatverandering gaan toenemen, zal ook de landbouwsector vaker geconfronteerd worden met de gevolgen. Daarom is dit het moment voor het gebied om zich voor te bereiden en te anticiperen op toekomstige situaties.

Het voorbereiden op de klimaatverandering is een ingewikkelde uitdaging. Het vertalen van de opgaven naar concrete maatregelen is locatie- en bedrijfsafhankelijk. Daarnaast vraagt het vormgeven en

organiseren van een regionale, integrale gebiedsaanpak tijd, regie en kennis. Hiervoor is bewustwording, kennisdeling tussen alle gebiedspartijen en een goede samenwerking van belang.

1.4 Doel van het project

In dit project werken wij vanuit de opgaven van o.a. waterschap, provincie, Rijk en EU. Het waterschap werkt met het KRW aan de waterkwaliteit (incl. nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen) en via het DAW aan verbetering van grond- en oppervlaktewaterkwaliteit, het voorkomen van droogte- en natschade en het versterken van de landbouwbedrijven. Het Rijk heeft binnen het GLB een Nationaal Programma Landelijk Gebied (NPLG) opgesteld om te werken aan stikstof, natuur, water en klimaat. Hierbinnen maken de provincies de Provinciaal Programma Landelijk Gebied (PPLG) waarbinnen aan dezelfde doelen integraal wordt gewerkt.

In december 2022 is dit project al begonnen met een presentatie door de Wageningen University & Research (WUR) over klimaatverandering, de landschappelijke basis van het gebied en effecten van klimaatveranderingen op agrarische bedrijven.

In voorliggende analyse vertalen we deze opgaven op basis van de gebiedskenmerken naar specifieke maatregelen per deelgebied. Hierna bespreken we deze analyse met de agrariërs in het gebied om deze te verifiëren met de praktijk en aan te laten vullen op knelpunten en kansen. Aan de hand van o.a. deze analyse en de inbreng van de agrariërs stellen wij een maatregelenlijst op waaruit wij samen met de agrariërs maatregelen kiezen die bijdragen aan klimaatmitigatie en -adaptatie. Deze gekozen maatregelen worden afgestemd tussen de boeren onderling en met het waterschap, de provincie en verschillende strategieën op perceel-, bedrijfs- en gebiedsniveau. Met deze integrale aanpak biedt dit project handelingsperspectieven voor een klimaat neutrale landbouw en buitengebied in 2050 (dit heeft het Collectief Groningen West als doel voor dit project).

1.5 Leeswijzer

De gebiedsanalyse is als volgt opgebouwd. In hoofdstuk 2 wordt eerst het doeleinde of gebruik van de analyse en de afbakening van het gebied geschetst. Hoofdstuk 3 licht kort de aanpak van de analyse toe. In hoofdstuk 4 worden de algemene gebiedskenmerken en fysieke knelpunten omschreven voor het gehele gebied. In hoofdstuk 5 staan de knelpunten, kansen en de daaruit voortkomende maatregelen per deelgebied. Hoofdstuk 6 sluit af met de conclusies en een korte samenvatting.

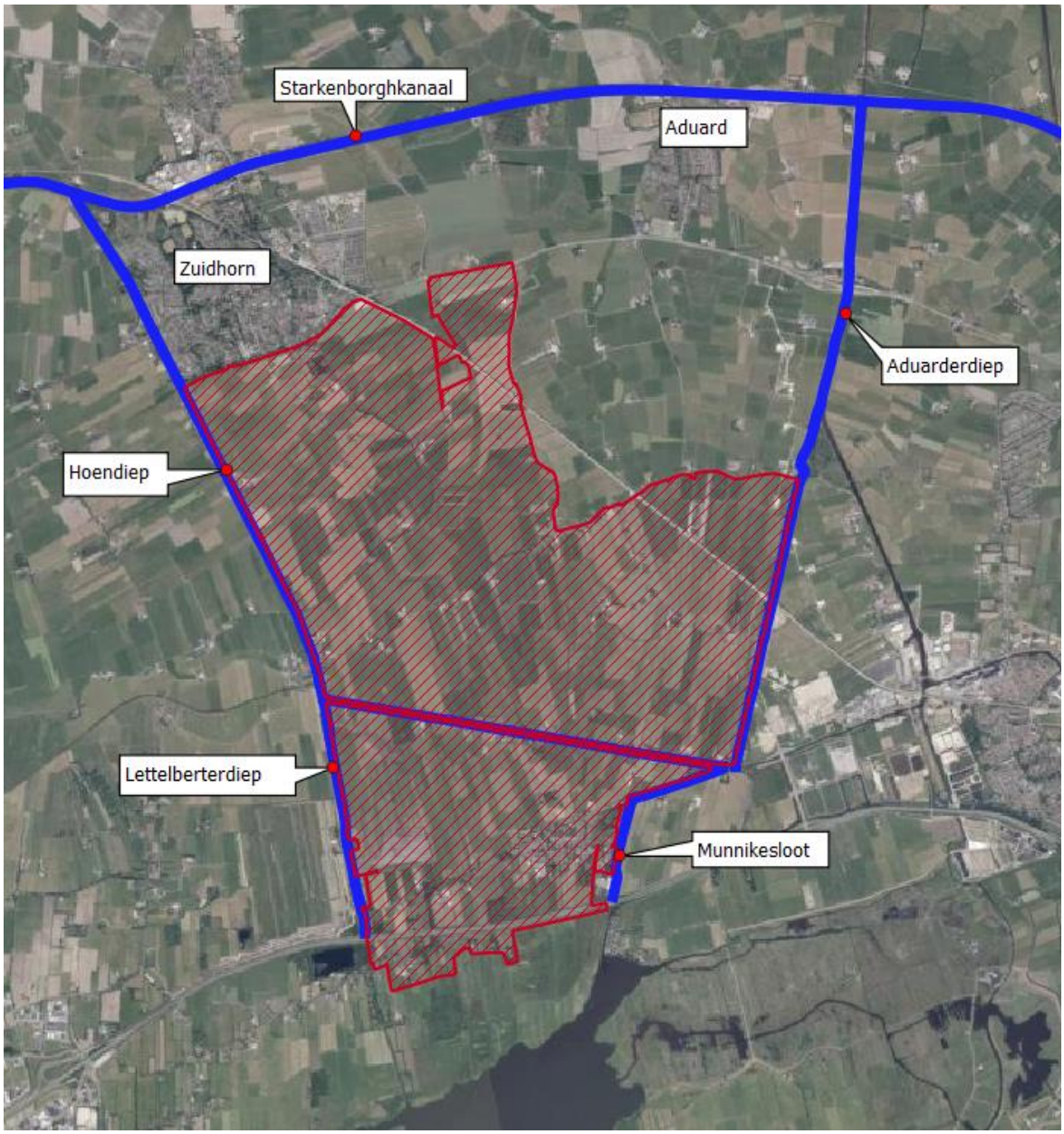
2 DOEL VAN HET GEBIEDSANALYSE

2.1 Doeleinde en gebruik

Voorliggende gebiedsanalyse geeft in vogelvlucht de kenmerken, knelpunten en kansen van het gebied weer voor klimaat, bodem en water. Deze analyse wordt besproken met de gebiedspartijen (Collectief Groningen West, Waterschap Noorderzijlvest, Provincie Groningen en de agrariërs) om de analyse te verifiëren met de praktijk en om deze aan te vullen met ervaringen en behoeftes van de partijen. Deze analyse dient als voeding voor de maatregelenlijst, uit te voeren Bodem- en WaterPlannen (BWP's). Deze BWP's worden samengevoegd tot het maatregelenplan dat in 2024 zal worden uitgevoerd.

2.2 Afbakening gebied

Dit pilotgebied is gekozen op basis van de begrenzing van de DAW-deelgebieden, naar het bodem- en watersysteem en het aantal agrariërs makkelijk samen te brengen is. Het gebied ligt volledig binnen het werkgebied van Collectief Groningen West en valt binnen de DAW-deelgebieden NZVO2 en NZVO3. Het gebied ligt ten zuiden van Zuidhorn, loopt een klein stukje door ten zuiden van de A7, wordt aan de westzijde begrensd door het Hoendiep en Lettelberterdiep, aan de oostzijde door het Aduarderdiep (zie Figuur 1). (Half) in het gebied liggen o.a. de plaatsen Enumatil, Den Horn en Oostwold.



Figuur 1: Afbakening pilotgebied. Ten zuiden van Zuidhorn, een stukje ten zuiden van de A7, ten oosten van het Hoendiep en Lettelberterdiep en ten westen van het Aduarderdiep (Bron: Projectplan – klimaatboeren).

3 AANPAK

In overleg met het Collectief Groningen West en het Waterschap Noorderzijlvest is besloten om bij de gebiedsanalyse van onderstaande data via onderstaande methode gebruik te maken. Hierbij sluiten we aan op de analyse en presentatie die door de WUR zijn uitgevoerd en gegeven in december 2022. Deze presentatie was de aftrap van dit project in dit gebied. Met voorliggende analyse en de hierop volgende stappen (klimaat BWP's, gebiedsbijeenkomsten, maatregelenplan) bouwen we voort op de presentatie van de WUR.

3.1 Geanalyseerde data

Voor het opstellen van de gebiedsanalyse zijn de volgende data en bronnen gebruikt:

- Bodem- en grondwaterkaarten
- Geomorfologische kaarten en presentatie WUR
- Topotijdreis (https://www.topotijdreis.nl/)
- BRP-data: grondgebruik nu en in de afgelopen jaren
- Hoogtekaart (AHN)
- Kwel, wegzijging, infiltratie en onttrekking
- Waterschapskaarten, o.a.:
    - Watergangen en kunstwerken
    - Gebiedsontwikkeling Zuidelijk Westerkwartier
    - Peilgebieden
    - Waterkwaliteit
- Klimaateffect atlas (https://www.klimaateffectatlas.nl/nl/)
    - Effecten
    - Gevolgen
- Agrarisch natuurbeheer (ANLb)/weidevogelgebied
- Natuurbeheerplan en biodiversiteitsstrategie

Wanneer er verschillende scenario's beschikbaar waren in bovenstaande bronnen, dan werd er gebruik gemaakt van het scenario met de hoge of grote effecten voor 2050. Hiervoor is gekozen omdat op dit moment de emissieniveau 's van het op een na hoogste scenario (van de 5 scenario's van het IPCC) wordt gevolgd (IPCC, 2021; UNEP, 2022).

3.2 Methode

Bovenstaande data zijn verkregen via openbare bronnen, het collectief en het waterschap. Eerst is bekeken welke informatie de WUR al had verzameld. Vervolgens is bovenstaande data verzameld, gefilterd en gecombineerd om het in GIS weer te geven. Met GIS zijn verschillende kaarten gemaakt en eerste resultaten opgeschreven. Deze resultaten zijn aangevuld in gesprekken in juli met het waterschap, collectief en de provincie. Aan de hand van deze eerste analyses is het pilotgebied onderverdeeld in vier deelgebieden. Per deelgebied zijn vervolgens verschillende knelpunten en kansen omschreven.

4 ALGEMENE GEGEVENS EN KNELPUNTEN

In dit hoofdstuk worden de verschillende parameters uit de data besproken en enkele knelpunten die hier direct uit volgen. Dit is opgedeeld in:

- Bodem
- Water
- Klimaatverandering

Waarbij elke parameter invloed heeft op of wordt beïnvloed door de andere parameters.

Bij de omschrijving van de parameters en de effecten hiervan is voortgebouwd op de presentatie die in december 2022 is gegeven door de WUR. Hierin is klimaatverandering (incl. scenario's, trends, effecten en kansen) uitgelegd en is de geomorfologische ontstaansgeschiedenis van het landschap beschreven. Deze omschrijvingen zijn dan ook weggelaten in deze analyse, maar de informatie is meegenomen.

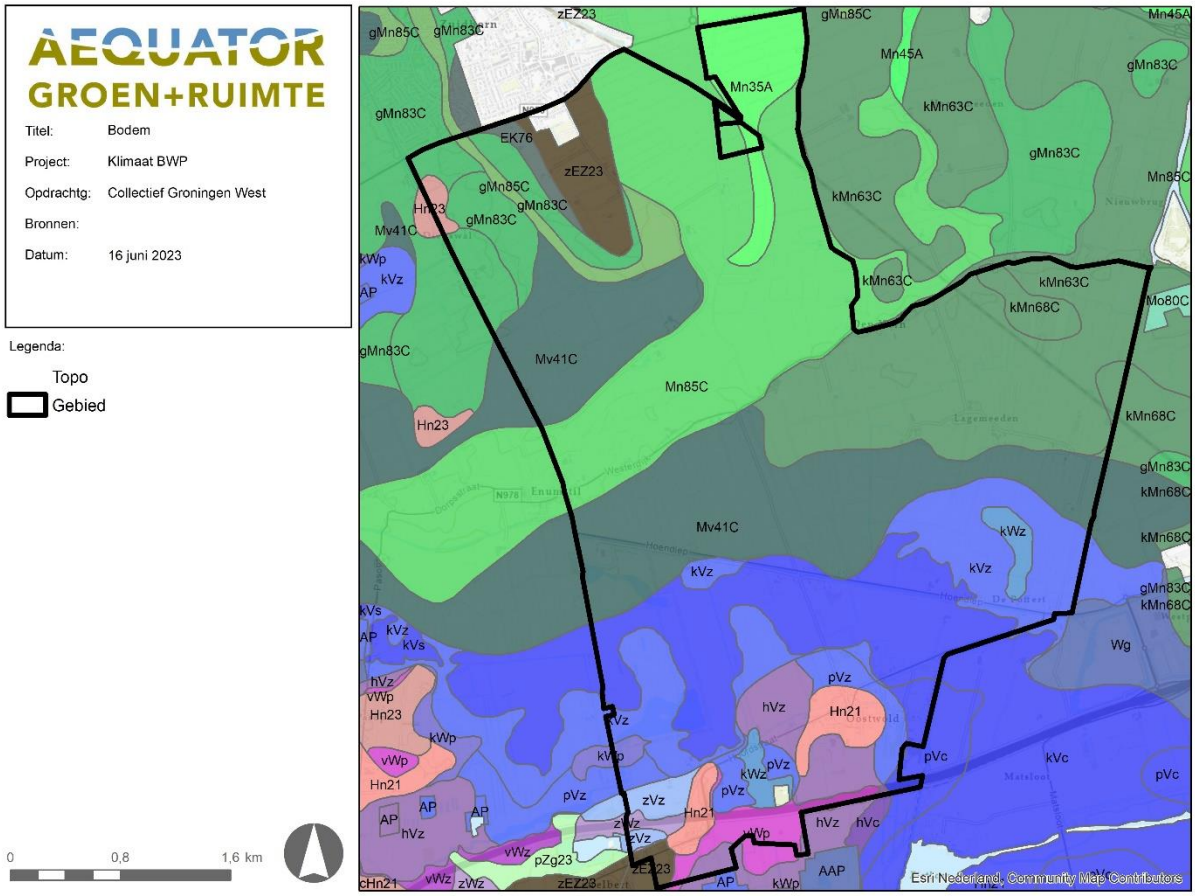
4.1 Bodem

(Bronnen: open brondata, Waterschap Noorderzijlvest, WUR en Klimaateffect atlas)

4.1.1 Bodemtypes

Het gebied bestaat voornamelijk uit veen (licht- en donkerblauw en paars) of klei op veen (donkergroen). De dikte en aard van het veenpakket is wisselend van 0 cm tot ruim 200 cm dikte. Het maaiveld kan dus ook bijna 200 cm dalen, afhankelijk van of en hoeveel er klei en zand in het veen zit gemengd (zie paragraaf 4.1.4). Het veen direct onder het kleidek is sterk veraard, de diepte waarop dit overgaat naar intact veen verschilt per (polder)gebiedje. Veraard veen bestaat nog grotendeels uit organische stof dat nog verder kan afbreken tot CO_2. Veraard veen heeft dus al een deel van zijn volume verloren, maar het kan zeker nog meer volume verliezen. Daarom loont het ook om veraard veen onder water te zetten.

Er loopt een oude kreekrug door het gebied die bestaat uit (zware) kalkloze kleigronden (licht groen). Vroeger lag de kreek lager dan de omgeving, maar door veenoxidatie is de bodem van de omliggende grond zo ver gedaald dat de kreekrug nu hoger ligt dan de omgeving. Ten noorden en zuiden van deze kreekrug neemt de dikte van de kleilaag die op het veen is afgezet steeds verder af. Ten zuiden van het Hoendiep is deze kleilaag dermate dun geworden dat deze bodems worden aangeduid als een veengronden (blauwe kleuren). Daarnaast golft de (pleistocene) zandondergrond door het gebied en komt deze lokaal zelfs aan het maaiveld. Deze zandopduikingen zijn te vinden in het zuiden (zalmroze) en noorden (bruingroenig) van het gebied. Door de goede draagkracht van deze gronden zijn vanuit het verleden de nederzettingen hierop gebouwd.

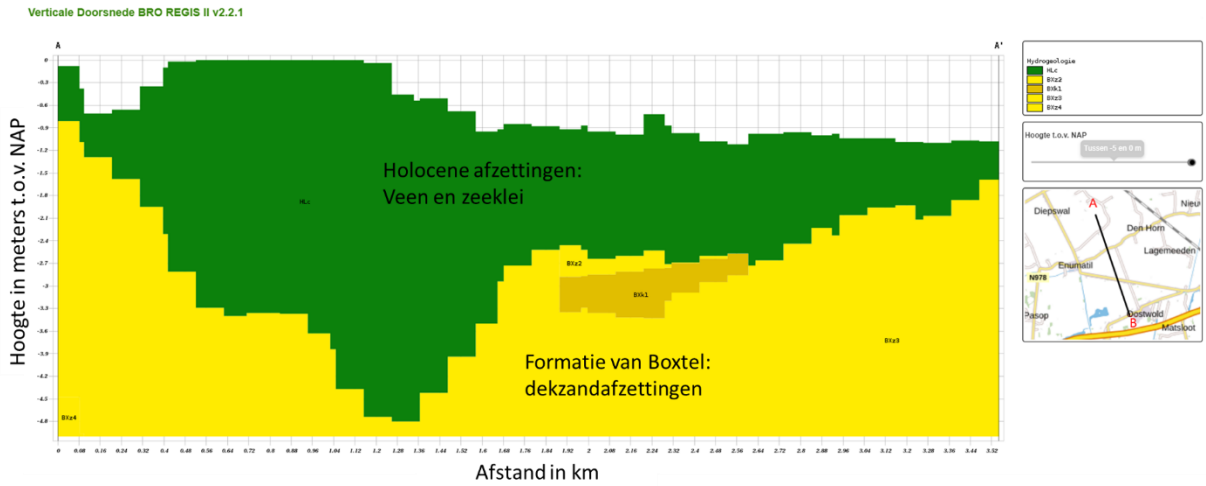


Figuur 2: Bodemtypes in het gebied.

- *Mv41C (donkergroen) = kalkarme drechtvaaggronden, zware klei;*
- *en kMn68C/kMn63C (groen) = knippoldervaaggronden, zavel en lichte klei;*
- *Mn85c (lichtgroen) = kalkarme poldervaaggronden, klei;*
- *Mn35A (heel lichtgroen) = kalkrijke poldervaaggronden, lichte klei;*
- *en gMn85C/gMn83C (groen) = knippige poldervaaggronden, klei;*
- *kVc (donkerblauw) = waardveengronden op zeggeveen, rietzeggeveen of (mesotroof) broekveen;*
- *kVz (lichtblauw) = waardveengronden op zand, beginnend ondieper dan 120 cm;*
- *pVc (donkerblauw) = weideveengronden op zeggeveen, rietzeggeveen of (mesotroof) broekveen;*
- *pVz (lichtblauw) = weideveengronden op zand, beginnend ondieper dan 120 cm;*
- *kWz (groenblauw) = moerige eerdgronden met zavel- of kleidek en moerige tussenlaag op zand;*
- *hVz (paars) = koopveengronden op zand, beginnend ondieper dan 120 cm;*
- *Hn21 (zalmroze) = veldpodzolgronden, leemarme en zwak lemig fijn zand;*
- *vWp (roze) = moerige podzolgronden met moerige bovengrond;*
- *zEZ23 (bruin) = hoge zwarte enkeerdgronden, lemig fijn zand;*
- *EK76 (groenbruin) = tuineerdgronden, zware zavel en klei*

(Bron: BRO, Bodemkaart 1:50.000).

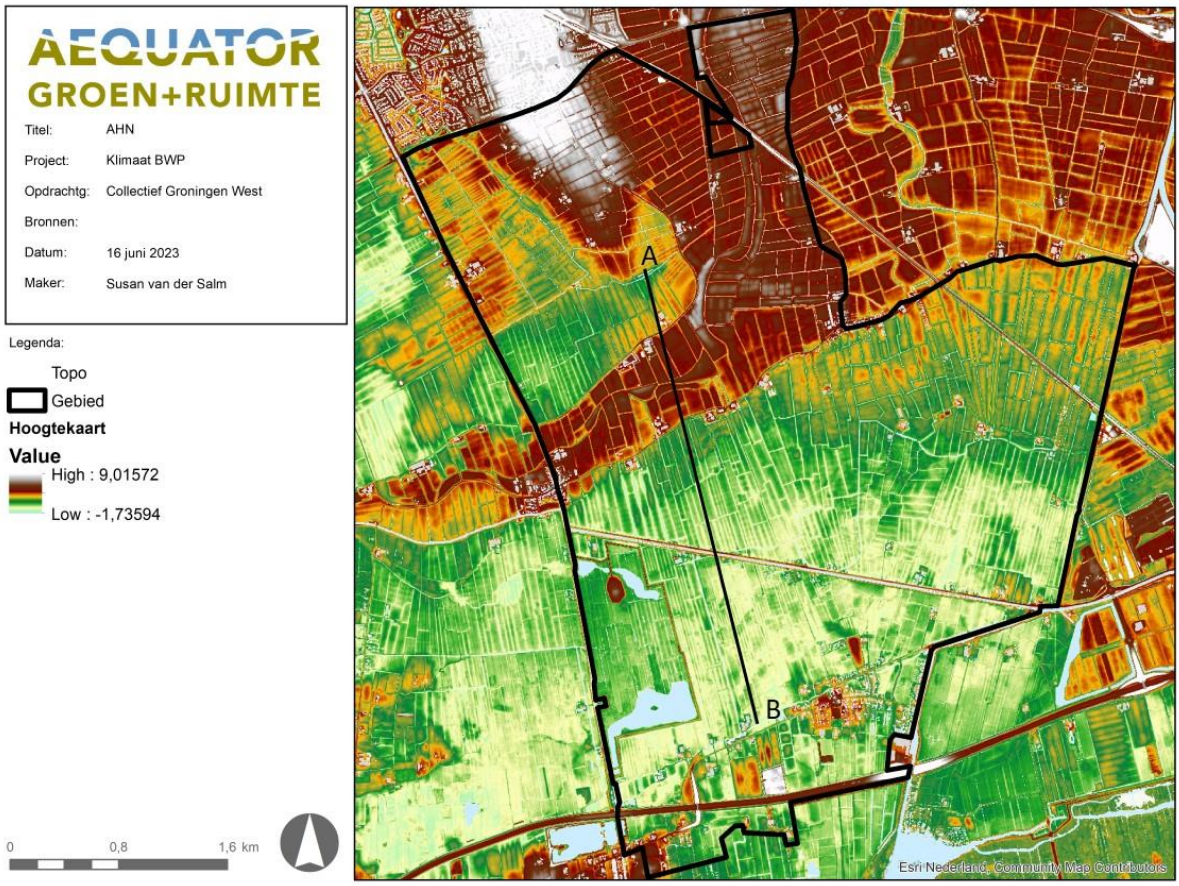
Op de verticale dwarsdoorsnede van het gebied is vooral de diepte van de zandondergrond te zien. De klei- en veenafzettingen zijn onder holocene afzettingen geschaard. Wel is duidelijk de kreekrug te zien: de kreek heeft vroeger het zand weggesleten (het dekzand ligt dieper) en het maaiveld is nu hoger dan de omgeving (Figuur 3).



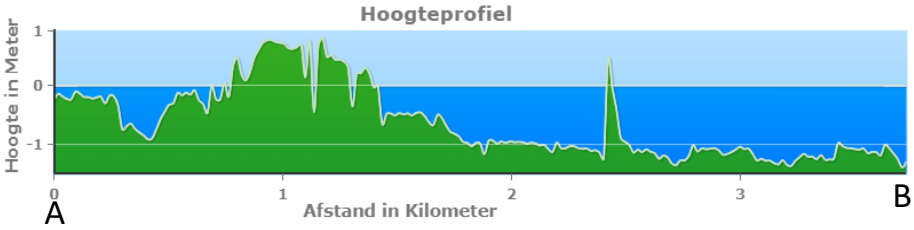
Figuur 3: Verticale doorsnede van de bodem (Bron: DINO-loket, BRO REGIS v2.2.1).

4.1.2 AHN

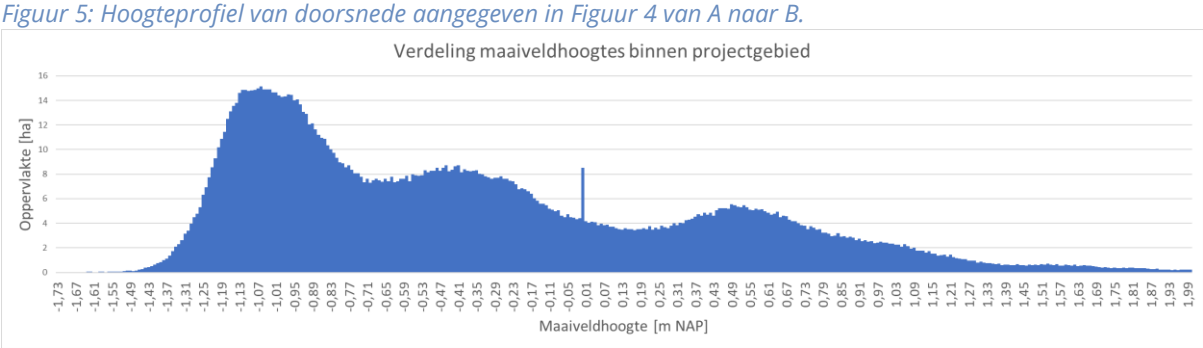
Het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) laat duidelijk de kreekrug zien. Vroeger lag de kreek lager dan de omgeving, maar door veenoxidatie is de bodem zo ver gedaald dat de kreekrug nu hoger ligt dan de omgeving. De kreekrug ligt nu ruim een meter (en op sommige plekken zelf 2 meter) hoger dan de omgeving, zie Figuur 5. Verder is te zien dat hoe verder af van de kreekrug en dus hoe dunner het kleidek, hoe lager de bodem ligt. Ook zijn duidelijk de zandkoppen van Zuidhorn en Oostwold in het noorden en zuiden te onderscheiden. Het grootste deel van het gebied rond de -0,2 tot -1,2 m N.A.P. ligt, slechts ongeveer 5% van het gebied ligt lager dan -1,1 m N.A.P. (zie Figuur 6).



Figuur 4: Hoogte kaart (AHN, Actueel Hoogtebestand Nederland) van het gebied met daarin een doorsnede aangegeven van A naar B (Bron: AHN 4).



Figuur 5: Hoogteprofiel van doorsnede aangegeven in Figuur 4 van A naar B.

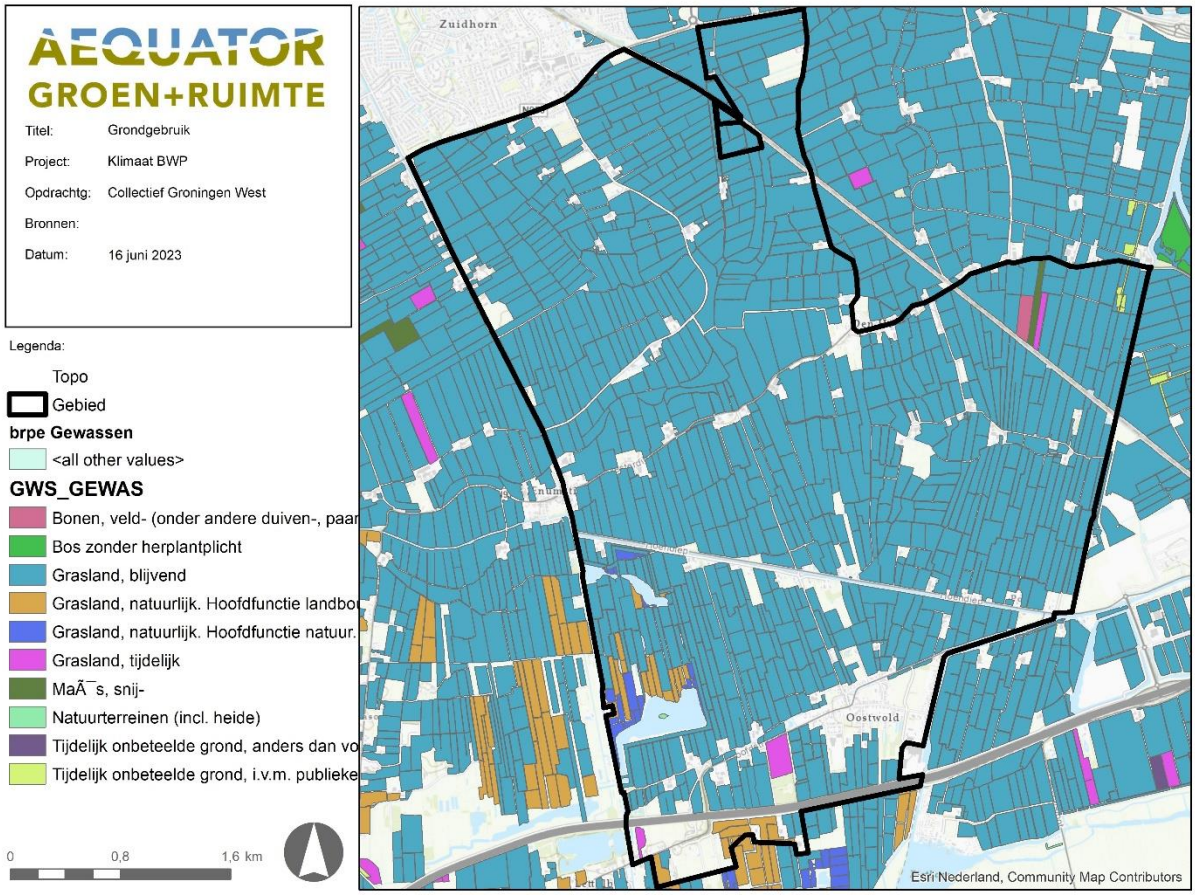


Figuur 6: Spreiding van maaiveldhoogte t.o.v. N.A.P. (Bron: AHN 4).

4.1.3 Grondgebruik

Agrarisch grondgebruik

Het agrarisch grondgebruik bestaat uit blijvend grasland (blauw in Figuur 7), een van de weinige grondgebruiken die de bodemtypes en ontwateringssituatie toelaten. Het areaal tijdelijk grasland is beperkt. In de zuidwesthoek komt natuurlijk grasland voor, zowel vanuit de hoofdfunctie landbouw als natuur (wel of geen landbouwactiviteit met een extensief beheer). Slechts sporadisch komt er een andere teelt voor zoals mais of veldbonen. Op twee percelen werden in 2022 wat anders geteeld dan grasland, namelijk één perceel mais (donkergroen) en één perceel veldbonen (zalm donkerroze) geteeld. De grondbewerking die nodig is voor het telen van dergelijke gewassen zorgt voor veenoxidatie en bodemdaling, daarom is blijvend grasland geschikter voor deze gronden.

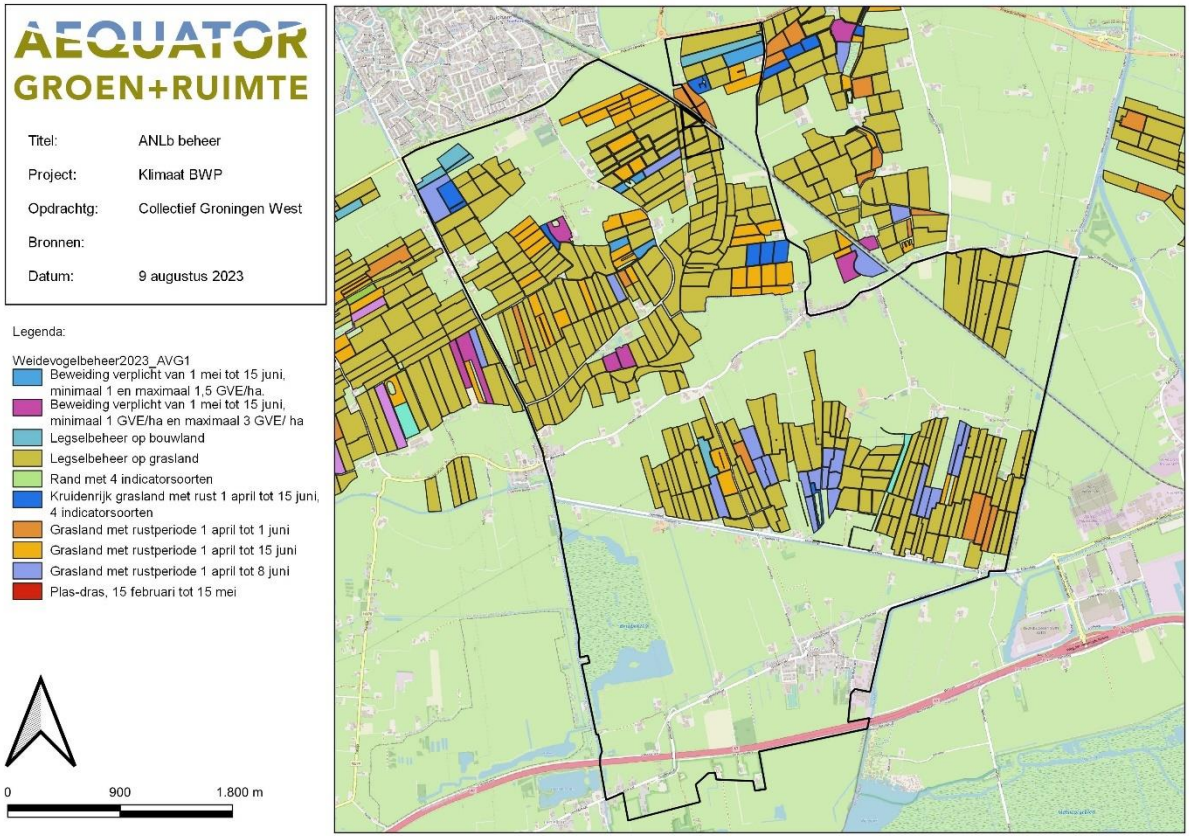


Figuur 7: Gewastypen in 2022 in het gebied (Bron BRP, Basisregistratie gewaspercelen).

ANLb

Ten noorden van het Hoensdiep ligt weidevogel kerngebied met voornamelijk legselbeheer op grasland (zie Figuur 8). Ook zijn er een aantal percelen met grasland die extensief worden beweid een rustperiode hebben of plas-dras zijn. Dit beperkt de mogelijkheden om het land op te gaan, wat kan botsen met de juiste omstandigheden om het land (met zware machines) te betreden.

Daarnaast zijn er enkele randen aangelegd waar 4 indicatorsoorten voorkomen. Dit zijn nog relatief weinig stukken en korte randen, wat een kans biedt om dit uit te breiden.



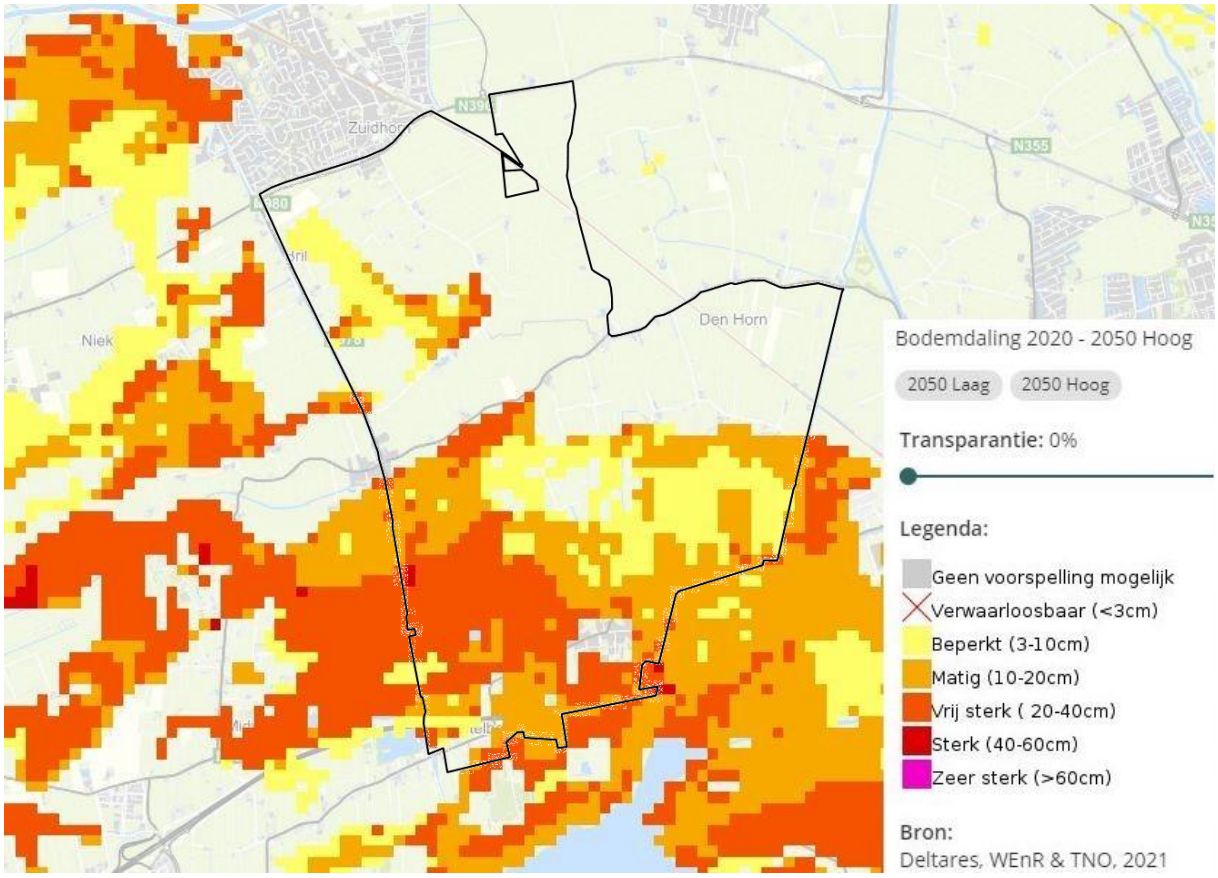
Figuur 8: ANLb-beheerpakketten in het pilotgebied (Bron: Collectief Groningen West).

Biodiversiteit en randen(netwerk)
Het Zuidelijk Westerkwartier, waar dit pilotgebied onder valt, is een gebied met een kleinschalig, besloten karakter. Vooral op de hogere zandopduikingen en kreekrug zijn bosjes, houtsingels en andere begroeiing aanwezig langs de randen van percelen. Op de lagere veengronden zijn de percelen gescheiden door sloten, wat aansluit op de veenweidestrategie, maar waar nog meer aan biodiversiteit kan worden gewerkt. In deze open gebieden worden onder andere bloemrijke graslanden nagestreefd door de biodiversiteitsstrategie, welke nu nog niet aanwezig zijn in het pilot gebied.
In de biodiversiteitsstrategie is extra aandacht voor randen. Deze focus gaat goed samen met de GLB-bufferstroken (sinds 2023 verplicht) of de eco-regeling en ANLb-pakketten met bufferstroken. Door randen te clusteren en op elkaar te laten aansluiten kunnen leefgebieden worden uitgebreid en met elkaar worden verbonden.

4.1.4 Bodemdaling

Bodemdaling is het gevolg van peilverlaging of (te) diepe ontwatering van percelen. Doordat het veen wordt blootgesteld aan zuurstof kan het veen oxideren (dit is in feite het verbranden van het veen, waardoor het verdwijnt en er CO_2 vrij komt) en neemt het volume af. Hierdoor zakt de bodem, waardoor het waterpeil relatief hoger komt te liggen en de percelen natter zijn (de drooglegging minder is). Het waterschap kan met een nieuw peilbesluit het polderpeil verlagen, zodat het veen verder daalt. In de polders van het pilotgebied hanteert het Waterschap Noorderzijlvest een dynamisch peilbeheer, waarmee er rekening wordt gehouden met het weer en het veen in de ondergrond. Er kan gemotiveerd het winter- of zomerpeil worden losgelaten binnen een vastgestelde bandbreedte, zodat situaties met te veel (door veel neerslag) of te weinig (door aanhoudende droogte) water wordt beperkt.

In de polders ten noordwesten en ten zuiden van de kreekrug ligt veel veen. De oxidatie van veen is de voornaamste oorzaak van bodemdaling. Ten zuiden van het Hoensdiep ligt het dikste pakket veen en hier zal dan ook de grootste bodemdaling plaatsvinden. De verwachte bodemdaling in 2050 ten opzichte van de hoogte van de bodem in 2020 is hieronder te zien in Figuur 9. In de jaren voor 2020 (voornamelijk in de laatste 4 jaar) is de bodem in het grootste deel van het gebied al significant gedaald. Bij bodemdaling door veenoxidatie dalen slootbodems en andere waterlopen niet mee. Hierdoor wordt het verval van maaiveld naar waterloop kleiner, wat gevolgen heeft voor de waterhuishouding. Voor het behoud van voldoende ontwatering en watertoevoer gaan uiteindelijk grote kosten gepaard.



Figuur 9: Verwachte bodemdaling in 2050 in vergelijking met niveau in 2020 (Bron: Klimaateffect atlas: Deltares, WEnR & TNO, 2021).

4.1.5 Verdichting

In Figuur 10 is de het risico op ondergrondverdichting te zien. Het risico op verdichting is in dit gebied hoger waar het kleidek dikker is. Deze gronden zijn gevoelig voor bodemverdichting, omdat het kleidek bestaat uit zware klei, met knippige eigenschappen. Knipklei is sterk natriumhoudend en daardoor erg gevoelig voor o.a. verslempen. Bij verslempen ontmengen de bodemdeeltjes en wordt de toplaag dichtgesmeerd met kleine kleideeltjes. Hierdoor is de grond zeer slecht bewerkbaar en eigenlijk enkel geschikt voor grasland. Bij droogte wordt de klei erg hard en kunnen er door krimp grote scheuren ontstaan (die bovendien als schoorsteen werken voor het vrijkomende CO_2 van veenoxidatie). Door uitdroging raken aan de bovenzijde bodemdeeltjes los en deze vullen de scheuren weer op. Hierdoor neemt het bodemvolume weer toe en wordt de bulkdichtheid nog zwaarder. In veengrond treedt over het algemeen geen verdichting op, mede door het zelfherstellende vermogen van deze bodem. Structuurbederf wordt door beworteling en

uitdrogingskrimp deels hersteld. Wanneer de veenbodem geheel is uitgedroogd kan het wel gebeuren dat dit veen hierna slecht water opneemt en langzaam herstelt.

Ondergrondverdichting wordt veroorzaakt door het betreden en/of bewerken van de grond in te natte omstandigheden of met zware machines (zonder brede banden of lage druk in de banden). Daarnaast kan de verdichting ook al van nature voorkomen door de hierboven beschreven eigenschappen van de knipklei, zie de grijze vlakken in de noordoostelijke punt van het gebied (Figuur 10) en de groene bodemcodes met een kleine letter k of g ervoor in de noordoosthoek van Figuur 2.
Ondergrondverdichting creëert storende lagen in de ondergrond. Dit kan o.a. zorgen voor slechte afvoer van water bij piekbuien, slechte toevoer van grondwater bij droogte en oppervlakkige afspoeling van nutriënten. Ook remt het de wortelontwikkeling en kunnen wortels niet diep wortelen. Hierdoor is het gewas gevoeliger voor droogte en zal ook de nutriëntenopname beperkt worden. Dit resulteert weer in een hogere af- en uitspoelingsrisico's.

Figuur 10: Risico op ondergrondverdichting (Bron: Klimaateffect atlas: WEnR, 2017).

4.2 Water

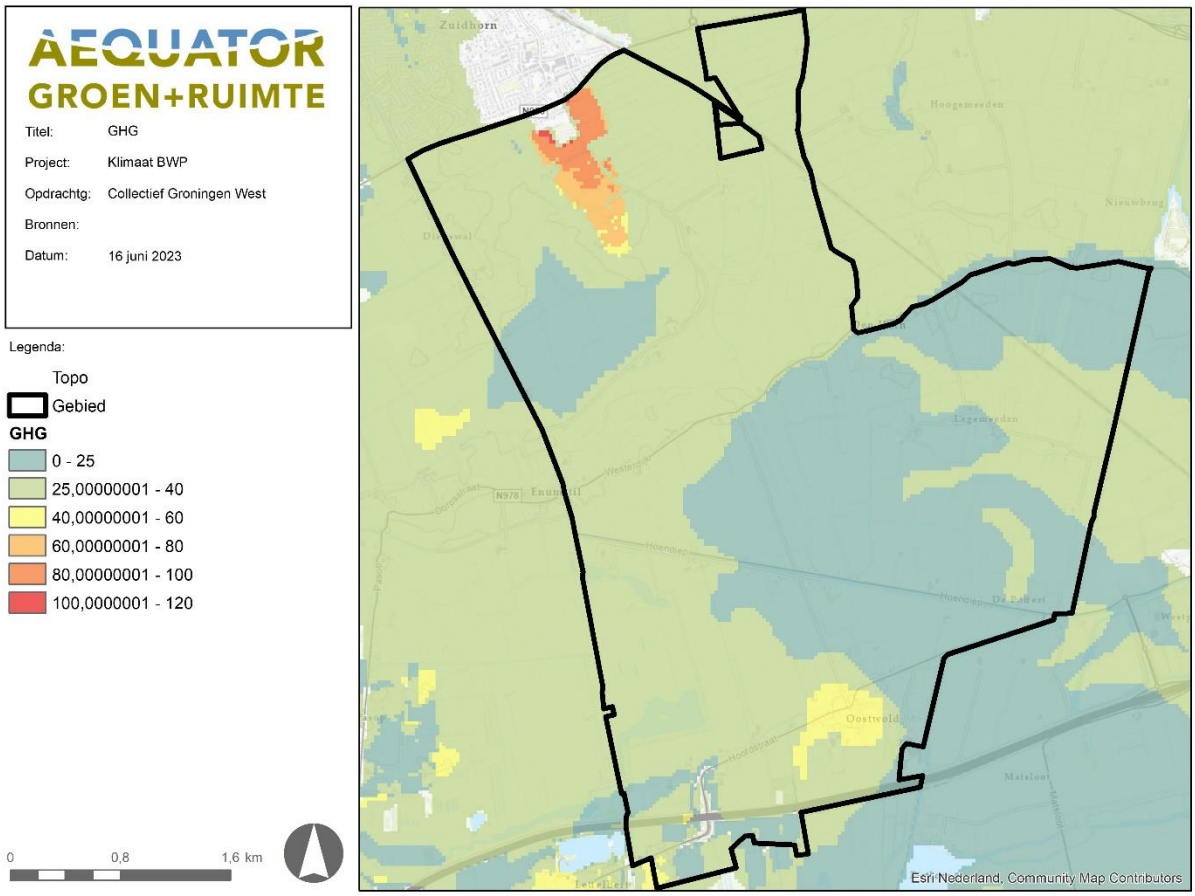
(Bron: Waterschap Noorderzijlvest, Klimaateffect atlas, WAM-portaal en Bestrijdingsmiddelenatlas)

4.2.1 Grondwaterstanden

Hieronder worden de modelberekening weergegeven van de Gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en de Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG). Doordat het maaiveld hoger ligt op de zandkoppen en de kreekrug is ook de grondwaterstand in verhouding tot het maaiveld lager. Deze landschapsonderdelen zijn dan ook makkelijk terug te vinden in de geeloranje vlakken in Figuur 11 en oranjerode vlakken Figuur 12.

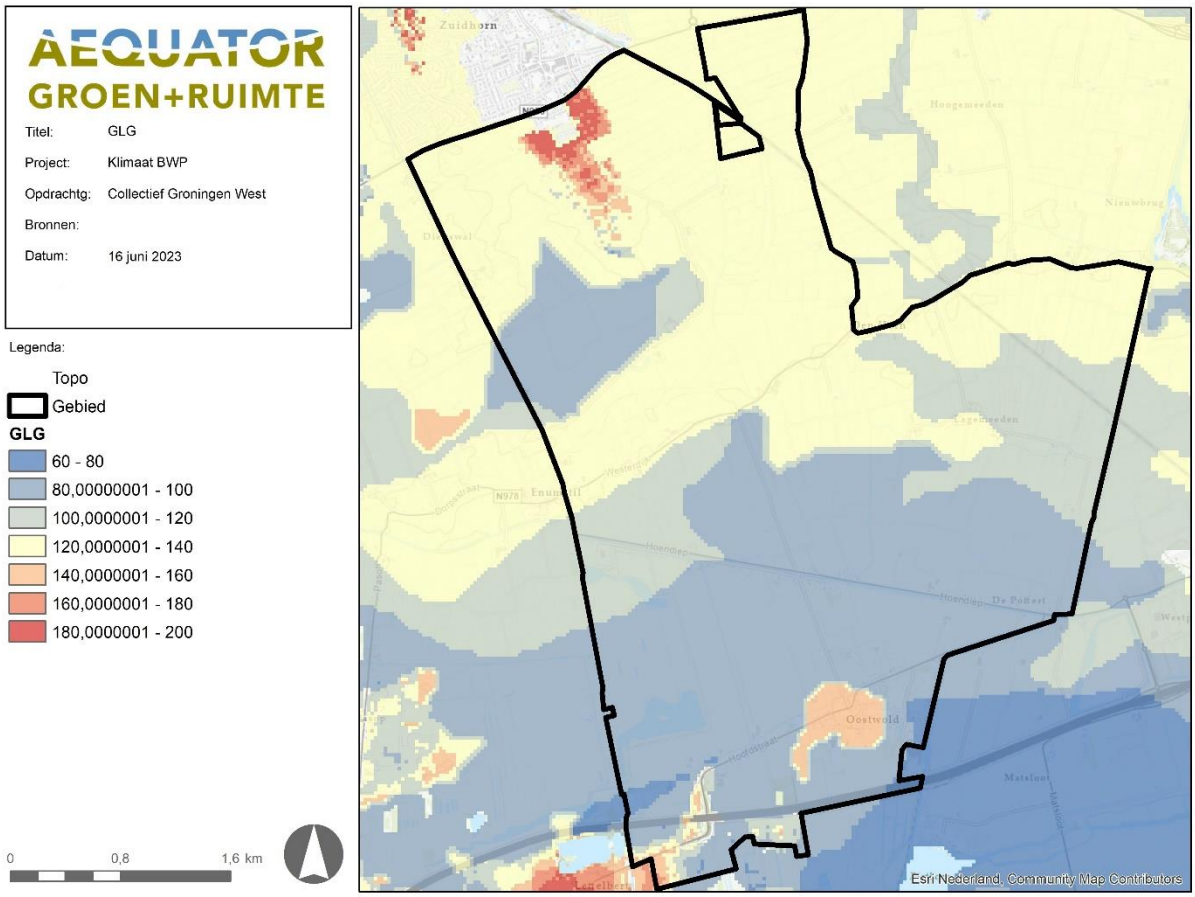
De GHG en GLG worden gemeten in hiervoor geplaatste peilbuizen. De grondwaterstanden worden meestal rond de 14e en de 28e van elke maand gemeten. De drie hoogste grondwaterstanden per jaar worden gebruikt om de gemiddelde hoogste grondewaterstand over 8 jaar te berekenen. De drie laagste grondwaterstanden per jaar worden gebruikt om de gemiddelde hoogste grondewaterstand over 8 jaar te berekenen.

De GHG ligt in het grootste deel van het gebied tussen de 25 en 40 cm onder maaiveld (groen). In het oosten van het gebied en een deel ten noorden van de kreekrug ligt de GHG tussen de 0 en 25 cm onder maaiveld (blauw). Deze percelen zijn nat in de winterperiode en kennen een hoge grondwaterstand in het vroege voorjaar waardoor deze percelen in het voorjaar pas later begaanbaar zijn, later kunnen worden bemest en de gewasgroei ook later op gang komt.



Figuur 11: Gemiddeld hoogste grondwaterstand in cm minus maaiveld (GHG) (Bron: Waterschap Noorderzijlvest).

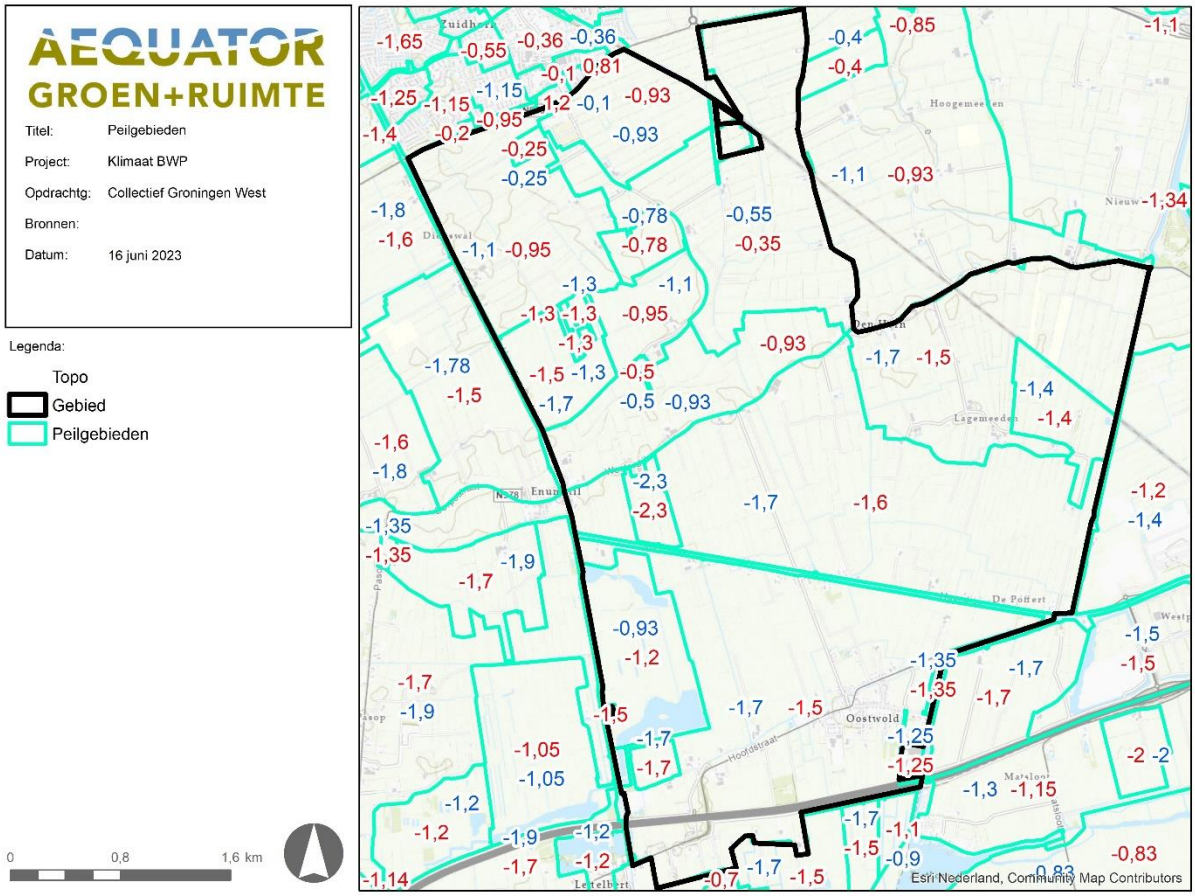
De GLG ligt rondom de kreekrug tussen de 120 en 140 cm onder maaiveld (geel). In de zuidelijke helft van het gebied en een deel ten noorden van de kreekrug ligt de GLG tussen de 80 en 120 cm onder maaiveld (licht- en donkerblauw). De grondwaterspiegel is nauwelijks gevoelig voor droogte en alleen bij extreem droge jaren zal er een tekort zijn aan oppervlaktewater. Een gevolg van de lage GLG i.c.m. droge jaren zijn ver wegzakkende grondwaterstanden in de zomerperiode, waardoor o.a. er watertekort voor het gewas, scheuren in de klei en veenoxidatie kan ontstaan.



Figuur 12: Gemiddeld laagste grondwaterstand in cm minus maaiveld (GLG) (Bron: Waterschap Noorderzijlvest).

4.2.2 Peilgebieden en kunstwerken

Het gebied is onderverdeeld in verschillende peilvlakken. Het rode getal geeft het zomerpeil en blauwe getal het winterpeil weer. Beide getallen zijn t.o.v. het NAP. Het verschil tussen zomer en winterpeil bedraagt 10-20 cm. Zoals in paragraaf 4.1.4 al benoemd was, hanteert het Waterschap Noorderzijlvest een dynamisch peilbeheer, zoals in het nieuwste peilbesluit van 2019 is vastgesteld. In de afgelopen jaren is vaak het zomerpeil langer aangehouden om meer water in het gebied vast te kunnen houden. Hierdoor kan maaivelddaling worden geremd, ook kan de gewasgroei langer worden doorgezet en kan men langer beweiden vooral in een droge nazomer en najaar. De komende jaren zal men moeten blijven kijken of met de huidige, versnelde klimaatverandering alle peilen nog toekomstbestendig zijn.



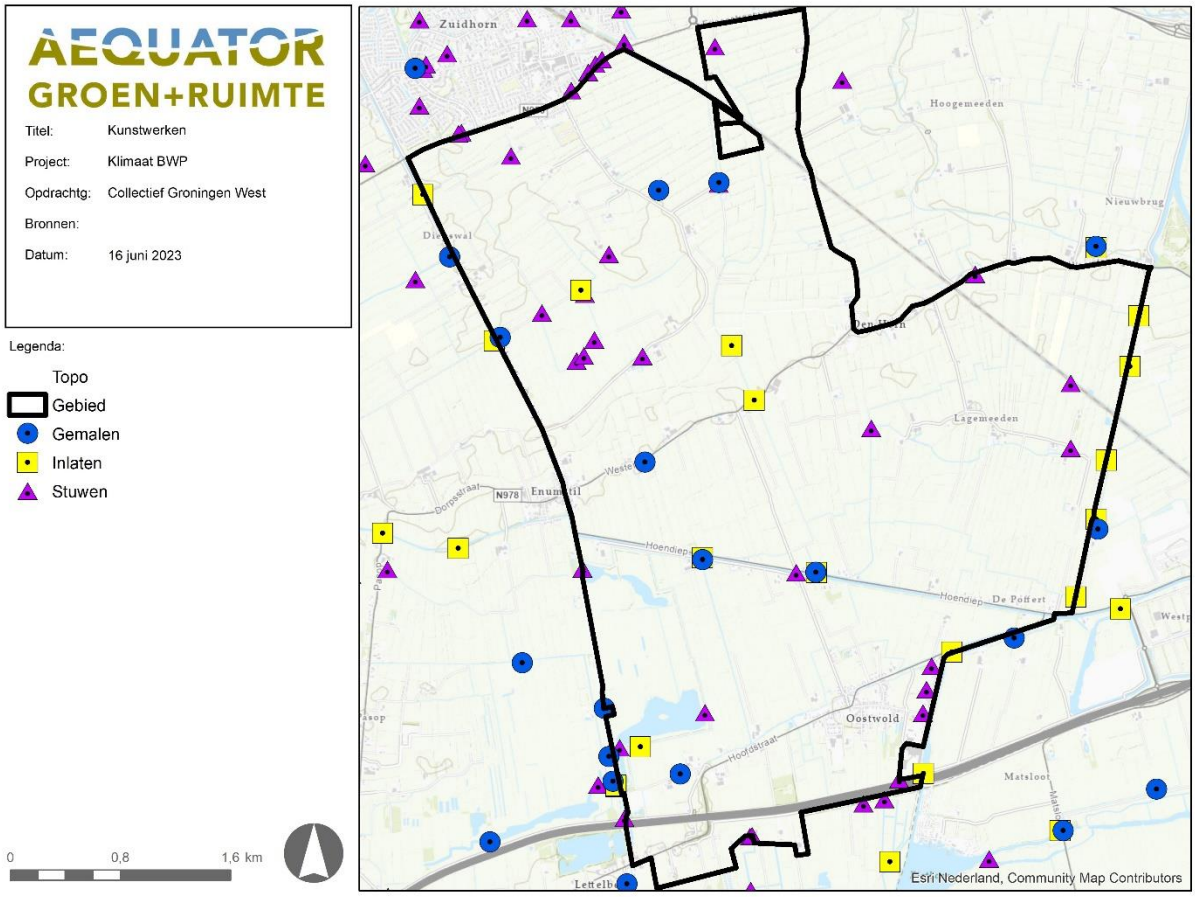
Figuur 13: Peilgebieden met daarin het zomer- (blauwe getallen) en winterpeil (rode getallen) t.o.v. het NAP (Bron: Waterschap Noorderzijlvest).

Kunstwerken
De peilvlakken staan door middel van gemalen en inlaten in verbinding met de grotere watergangen: Hoendiep, Lettelberterdiep, Aduarderdiep en Munnikesloot. Met de gemalen, inlaten en stuwen worden de peilen in de verschillende peilgebieden beheerd. Zie Figuur 14 voor de locaties van de gemalen, inlaten en stuwen. In gebieden met hoogteverschillen zijn er kansen om met stuwtjes meer water vast te houden en te bergen voor droge periodes. Ook in de polders zelf kunnen boeren belangstelling hebben voor een “eigen peilgebiedje” indien het polderpeil (te) droog of nat is. Hierbij is meestal een combinatie van stuw met een pomp nodig.

Gebiedsontwikkeling Zuidelijk Westerkwartier
In de Gebiedsontwikkeling Zuidelijk Westerkwartier wordt integraal gewerkt aan het ontwikkelen van een natuurnetwerk, de waterberging en een betere waterkwaliteit. Er worden nieuwe natuurgebieden ingericht die dienen o.a. om de biodiversiteit te vergroten, water vast te houden en op te slaan, de waterkwaliteit en -huishouding te verbeteren, de landbouwstructuur te verbeteren en meer mogelijkheden te creëren voor toerisme, recreatie en leefbaarheid. Deze ontwikkeling sluit aan op Natuurnetwerk Nederland en heeft als doel om te voldoen aan normen van het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW) om knelpunten voor natuur en landbouw op te heffen.

Hiervoor zijn o.a. compartimenteringsstuwen geplaatst in het Hoendiep en in het Lettelberterdiep. Hiermee kan beter worden gestuurd op water vasthouden in verschillende delen van het gebied, terwijl bij wateroverlast de stuwen opgetrokken kunnen worden.

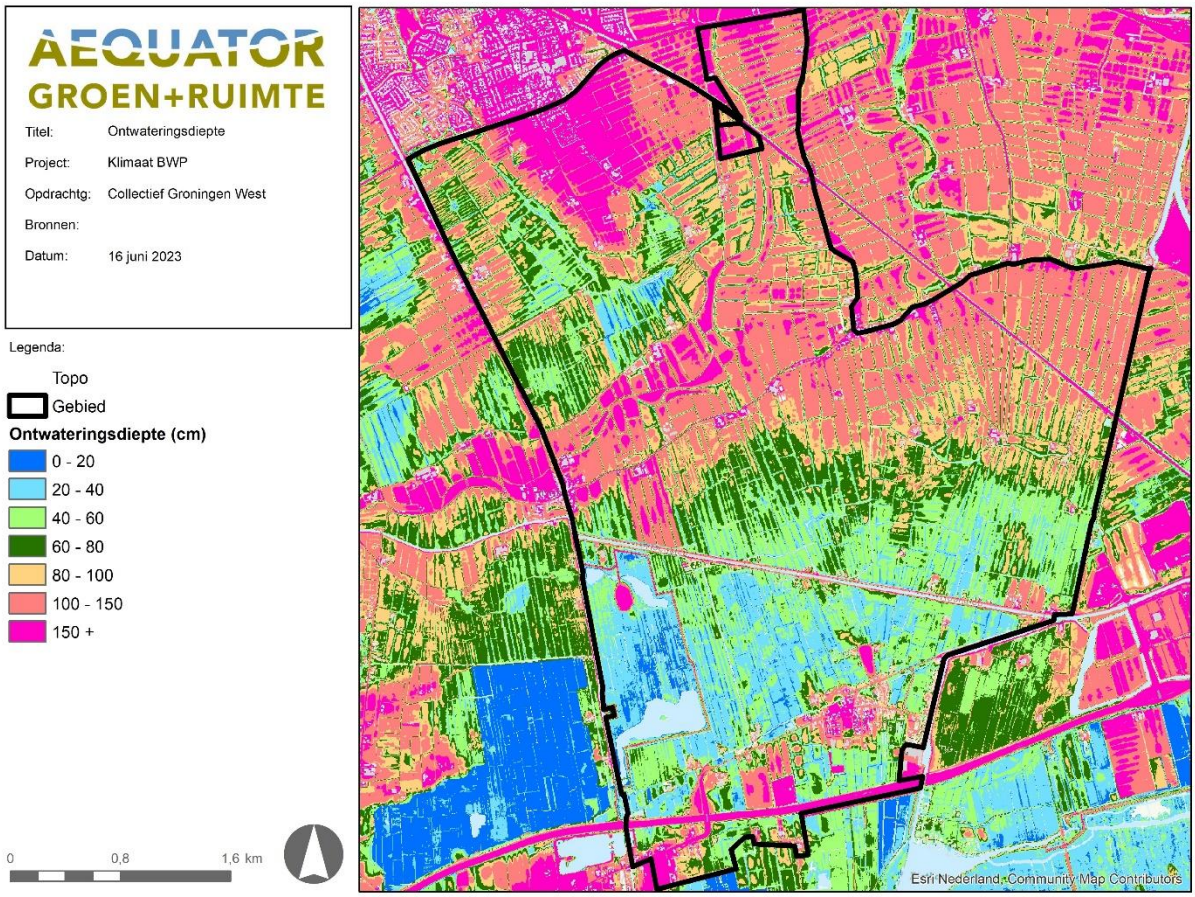
Doordat deze gebiedsontwikkeling al bezig is en het gesprek over maatregelen al begonnen is, kan er worden aangesloten op maatregelen m.b.t. waterkwaliteit en -kwantiteit en biedt deze gebiedsontwikkeling een basis voor nauwere samenwerking tussen agrariërs en het waterschap.



Figuur 14: Kunstwerken (gemalen, inlaten en stuwen) (Bron: Waterschap Noorderzijlvest).

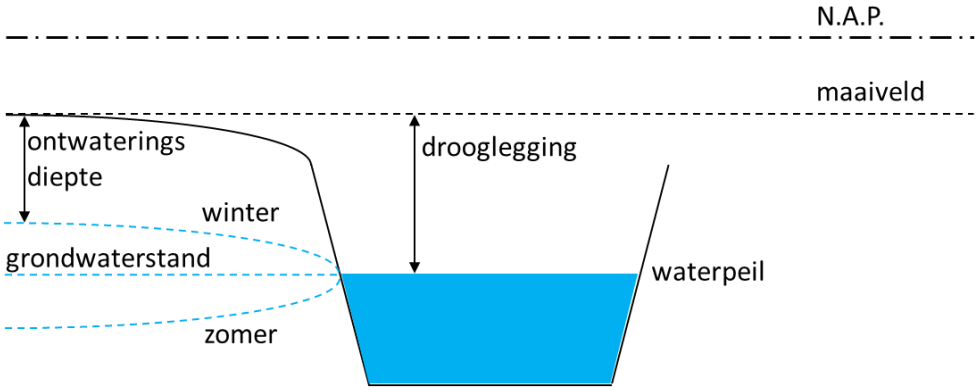
4.2.3 Ontwateringsdiepte

De ontwateringsdiepte is de maaiveldhoogte minus de gehanteerde peilen (Figuur 15). De echte kleigronden (dus met weinig tot geen veen in ondergrond) hebben een ruime ontwateringsdiepte (roze/paars). De veengrond hebben dit niet (blauw en groen). Gronden die in de huidige situatie al een beperkte ontwateringsdiepte hebben (<40cm) bieden weinig ruimte om meer (grond)water te kunnen bergen. Het tegenovergestelde (gronden met ruimere ontwateringsdieptes, roze en paarse zones in Figuur 15) geeft juist aan dat er potentie is om door middel van peilverhoging meer grondwater in het gebied vast te houden. Een consequentie van peilverhoging is echter dat de draagkracht van de bodem minder is. Vooral tijdens en vlak na natte periodes duurt het langer voordat men het land weer kan betreden zonder schade.



Figuur 15: Ontwateringsdiepte of drooglegging (Bron: Aequator Groen + Ruimte).

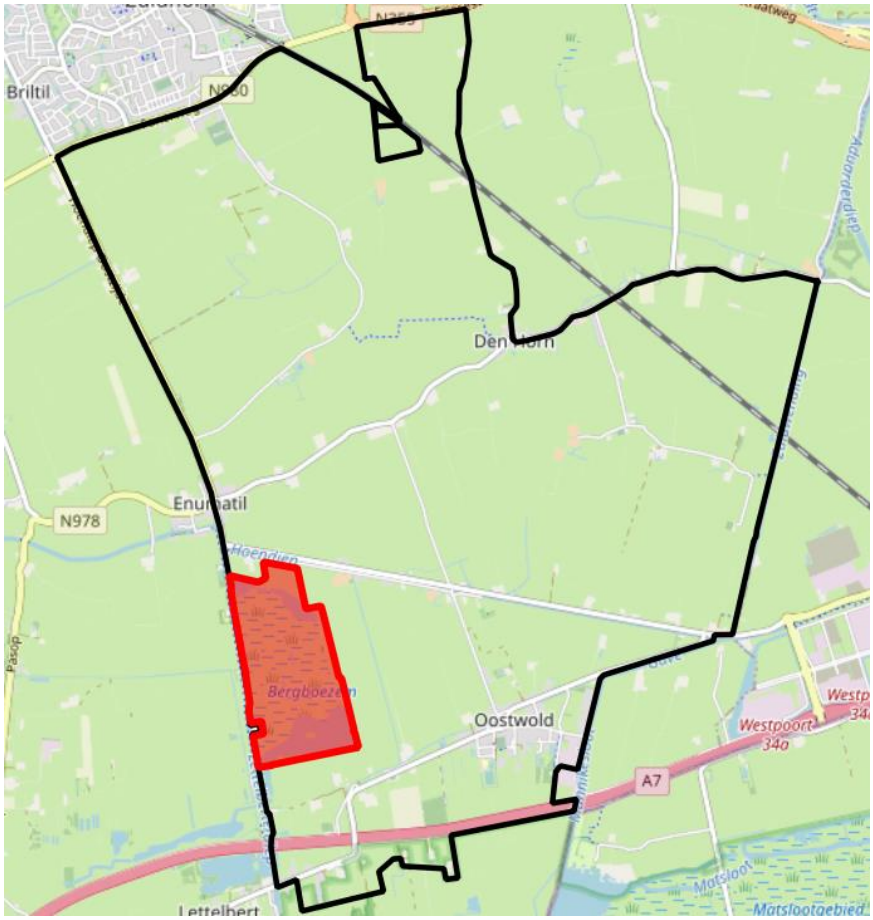
De hoogtes van de GHG en GLG worden deels veroorzaakt door het peilbeheer. Echter volgen de grondwaterstanden in de zomerperiode niet altijd de polderpeilen. Bij sommige bodemtypes zoals veen en klei kan er een (zeer) holle grondwaterstand ontstaan (zie Figuur 16). Doordat veen een grotere weerstand heeft dan bijvoorbeeld zand kan het grondwater in het midden van een perceel slechts in beperkte mate worden aangevuld vanuit de sloot.



Figuur 16: Grondwaterstanden in de zomer en winter, de ontwateringsdiepte en de drooglegging t.o.v. het maaiveld.

4.2.4 Boezems en bergingsgebieden

Het waterschap heeft in 2003 het bergingsgebied Lettelberter bergboezem ingericht in de zuidwest kant en ten zuiden van het gebied. De boezem heeft een oppervlakte van ongeveer 100 ha en kan 700.000 m^3 water bergen. De boezem wordt beheerd door pachter en agrarische ondernemer Jaap Moes.

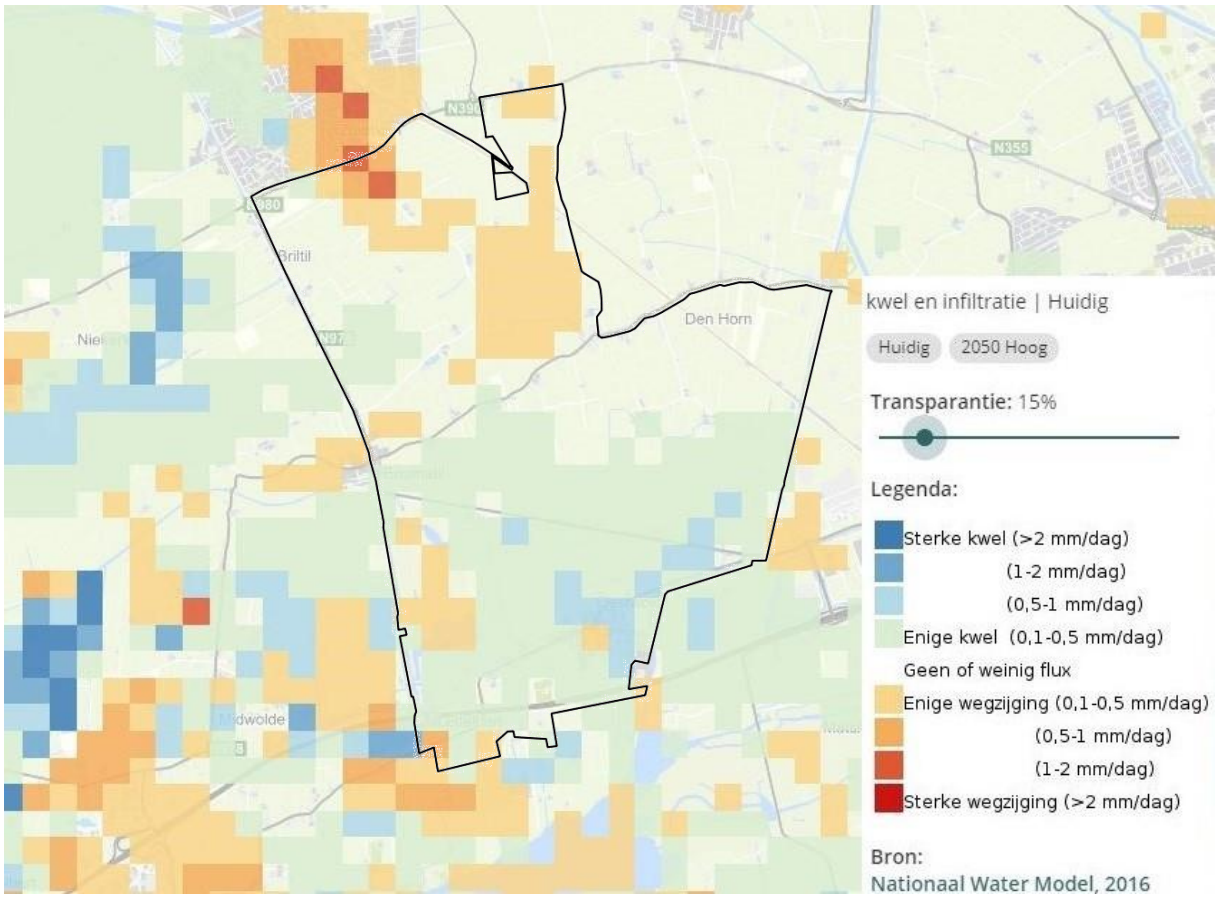


Figuur 17: Lettelberter bergboezem (rood) in het gebied (zwart kader).

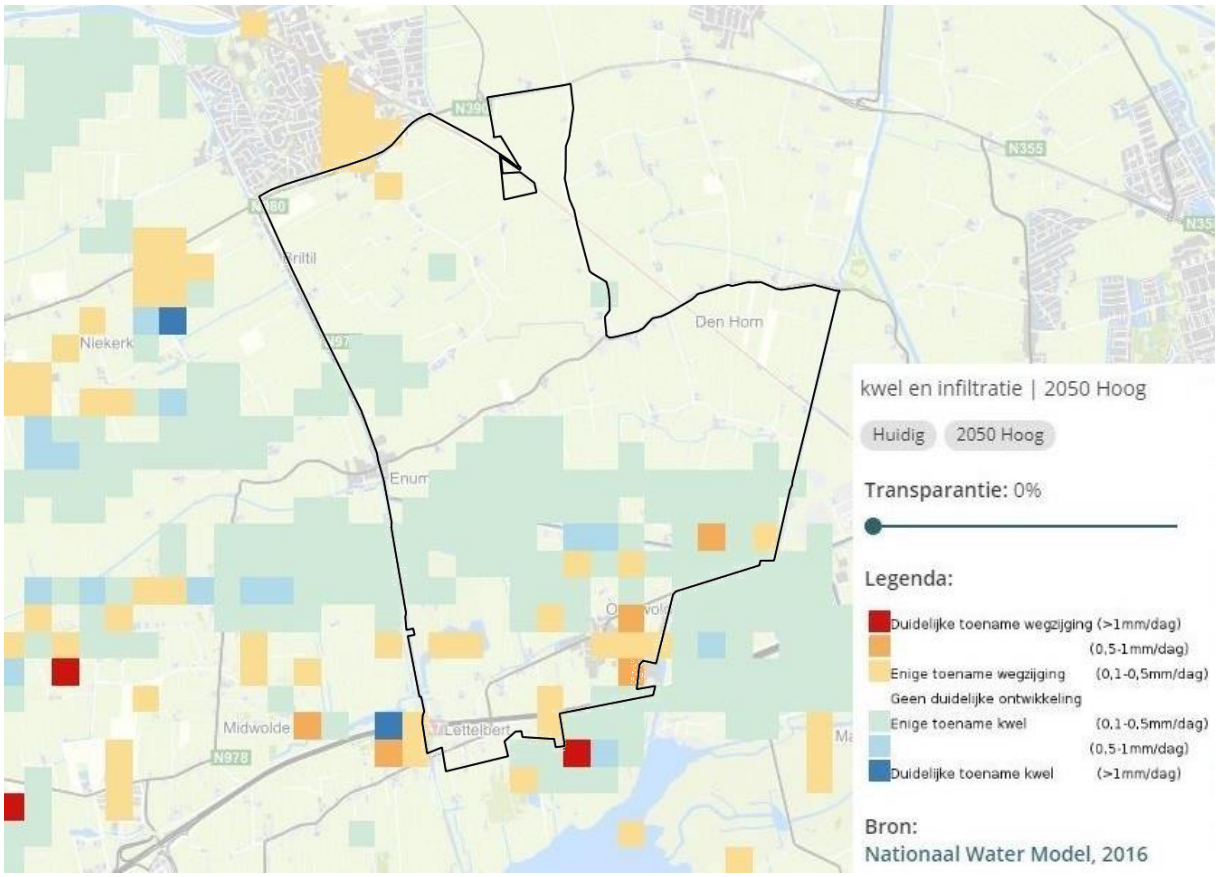
Het gebied wordt omsloten door verschillende boezems: Aduarderdiep (langs gebied aan oostzijde), Hoendiep (langs westzijde en midden door gebied), De Gave (langs gebied aan zuidzijde), Lettelberterdiep (langs gebied aan westzijde). Hierdoor kan er in droge periodes voldoende water worden ingelaten in het gebied en in natte periodes het water snel genoeg worden afgevoerd.

4.2.5 Kwel en infiltratie

De huidige kwel en wegzijging is te zien in Figuur 18. In vrijwel de gehele Vredewold polder en een groot deel van de Lagemeeden is enige kwel (0,1 – 0,5 mm/dag). Op enkele plekken in de Vredewold is enige wegzijging (0,1 – 0,5 mm/dag), dit is vooral in de Lettelberder bergboezem en bij bebouwing. Op de kreekrug is ook enige wegzijging en bij de zandkop waar Zuidhorn deels op ligt is op sommige plekken zelfs wegzijging van 1 – 2 mm/dag.
In 2050 zal op enkele landelijke delen van het gebied de kwel zijn toegenomen (met 0,1 – 0,5 mm/dag; zie Figuur 19). Op een paar plekken zal dit zelfs met 0,5 – 1 mm/dag zijn toegenomen. Ook de wegzijging zal op enkele plekken zijn toegenomen, dit is vooral bij bebouwd gebied en in de Lettelberter bergboezem. De kwel zal echter geen zoute kwel zijn, doordat het gebied dichter bij het Drents Plateau dan de zee ligt en de druk van zoet water dus hoger is. De toenames in kwel en wegzijging worden deel veroorzaakt door de toename in hoogteverschillen, die wordt veroorzaakt door de verdere veenoxidatie en bijbehorende bodemdaling. De toename van kwel kan droogte(schade) in de zomer voorkomen, maar in de winter kan dit voor extra wateroverlast zorgen.



Figuur 18: Huidige kwel en wegzijging in 2016 (Bron: Klimaateffect atlas: Nationaal Water Model, 2016).



Figuur 19: Toename van kwel en wegzijging in 2050 in vergelijking met de huidige hoeveelheid (Bron: Klimaateffect atlas: Nationaal Water Model, 2016).

4.2.6 Waterwingebieden

In het pilotgebied liggen geen waterwingebieden van waterbedrijven. Het dichtstbijzijnde waterwingebied ligt ongeveer 2,5 km ten zuiden van het pilotgebied in de Provincie Drenthe. Hier wordt water gewonnen door Waterbedrijf Groningen (WBG).

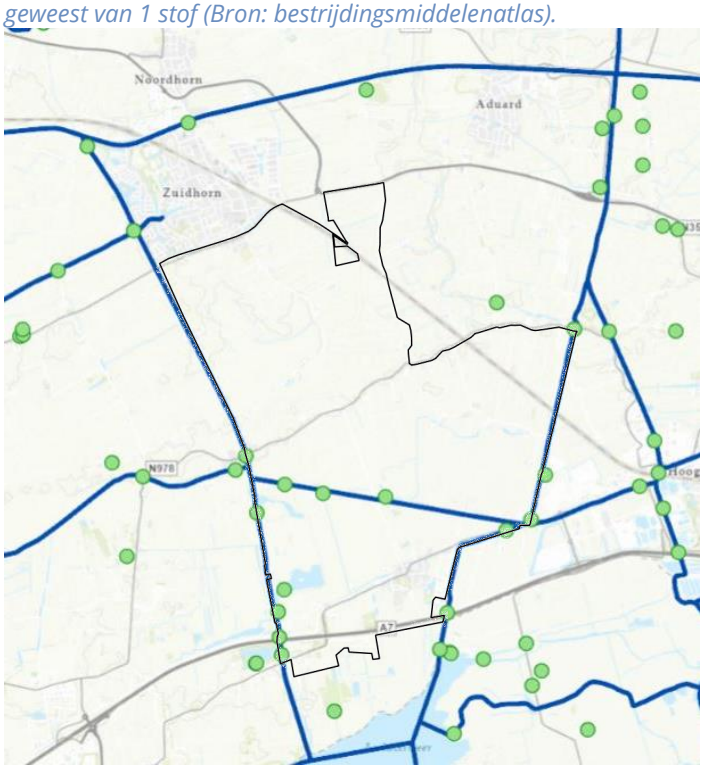
4.2.7 Waterkwaliteit

Het doel van de Kaderrichtlijn Water (KRW) is om uiterlijk in 2027 de waterkwaliteit op chemisch en ecologisch vlak op orde te hebben.

Fysisch-chemisch

In het gebied zijn geen overschrijdingen van gewasbeschermingsmiddelen aangetroffen. In 2020 t/m 2022 zijn er geen aantastingen van de milieubelasting (SNO) van alle gemeten stoffen bij de meetpunten rondom het gebied. In 2019 is er bij twee punten bij beide een keer een maand een overschrijding geweest. Deze overschrijding was van diethyltoluamide bij het punt ten westen van het pilotgebied en van tribenuronmethyl bij het oranje punt ten zuidenoosten van het gebied, zie Figuur 20. Bij de fysisch-chemische meetpunten in het gebied (zie Figuur 21) zijn er weinig metingen gedaan en is geen variatie gemeten gedurende het jaar voor de stoffen waar wel metingen voor beschikbaar zijn.

Figuur 20: Milieubelasting (SNO) van alle stoffen in 2019-2022. De groene stip geeft aan dat er geen overschrijding is van gemeten stoffen, de oranje stippen geeft aan dat er 1 maand in de periode van 3 jaar een overschrijding is geweest van 1 stof (Bron: bestrijdingsmiddelenatlas).



Figuur 21: Fysisch-chemische meetpunten in en rondom het gebied (Bron: WAM-portaal).

De hoeveelheden aangetroffen stikstof en fosfaat in (de watergangen rondom) het projectgebied vallen binnen de KRW-normen (Tabel 1). In het Leekstermeer is de waterkwaliteit matig, doordat de norm lager is. De invloed vanuit de landbouw op de waterkwaliteit in het Leekstermeer is echter beperkt.

Tabel 1: Overzicht metingen van stikstof (N) en fosfaat (P) ten opzichte van de KRW-doelen voor 2022-2027 (SGBP3) (Bron: GAW Noorderzijlvest).

KRW waterlichaam	N (gemeten / doel)	P (gemeten / doel)
Hoendiep-Aduarderdiep	2,40 / ≤3,8	0,11 / ≤0,25
Leekstermeer	1,90 / ≤1,3	0,15 / ≤0,09

Ondanks dat KRW-waterlichamen in en rondom het gebied fysisch-chemisch voldoen die aan de parameters. Toch is de belasting met stikstof hoog, namelijk 4500 mg/m2/dag. Hiervan komt 33% van af- en uitspoeling vanuit de landbouw. Verder is er een stijgende trend in de fosfaat concentraties. De belangrijkste stap die hiervoor door de landbouw kan worden genomen is de reductie van nutriënten, d.m.v. o.a. bodemverdichting oplossen of voorkomen, precisiebemesting, het verminderen van erfafspoeling en de mestgift afstemmen op het weer.

Er wordt water ingelaten op verschillende plekken in het gebied (zie Figuur 14). Een aantal inlaten staan vrijwel elk zomer open (de inlaten onder Zuidhorn en rondom Lagemeeden), bij andere inlaten is het afhankelijk van de waterbehoefte of er water ingelaten wordt. Dit is deels stikstofrijk, zoetwater water ingelaten vanuit het IJsselmeer via de Friese boezem.

Ecologisch en biologisch

De waterkwaliteit in de hoofdwatergangen die het gebied omsluiten is veelal matig tot ontoereikend voor de Kaderrichtlijn Water in 2021. De Lettelberterdiep en Munnikesloot hebben veelal een goede ecologische en biologische waterkwaliteit, terwijl het Leekstermeer zelfs op sommige parameters een slechte kwaliteit heeft (zie Tabel 2). Het waterschap gaat natuurvriendelijke oevers aanleggen in de Munnikesloot en Aduarderdiep en gaan de Aduarderdiep baggeren. Daarnaast zullen zij maatregelen voor het verlagen van landbouwemissies (dit zijn bovenwettelijke maatregelen) vanuit het DAW hier toepassen. Tot slot gaan zij net buiten het projectgebied het Dwarsdiep herinrichten en worden de rioolwaterzuiveringsinstallatie Marum en Friesland Campina verplaatst naar de rioolwaterzuiveringsinstallatie Westerkwartier in Gaarkeuken. Dit zal zorgen voor een lagere nutriënten belasting in de wateren in het gebied.

Tabel 2: Overzicht van ecologische en biologische waterkwaliteit in de boezems rondom het projectgebied.

	Grote watergangen en meren					
Waterkwaliteit	Starkenborghkanaal	Aduarderdiep	Hoendiep	Lettelberterdiep	Munnikesloot	Leekstermeer
Ecologische						
Biologische						
Algen						
Macrofauna						
Waterplanten						
Vissen						

Legenda	
	Goed

	Slecht
	Ontoereikend
	Slecht

4.3 Klimaatverandering en de gevolgen voor het projectgebied

(Bron: Klimaateffect atlas)

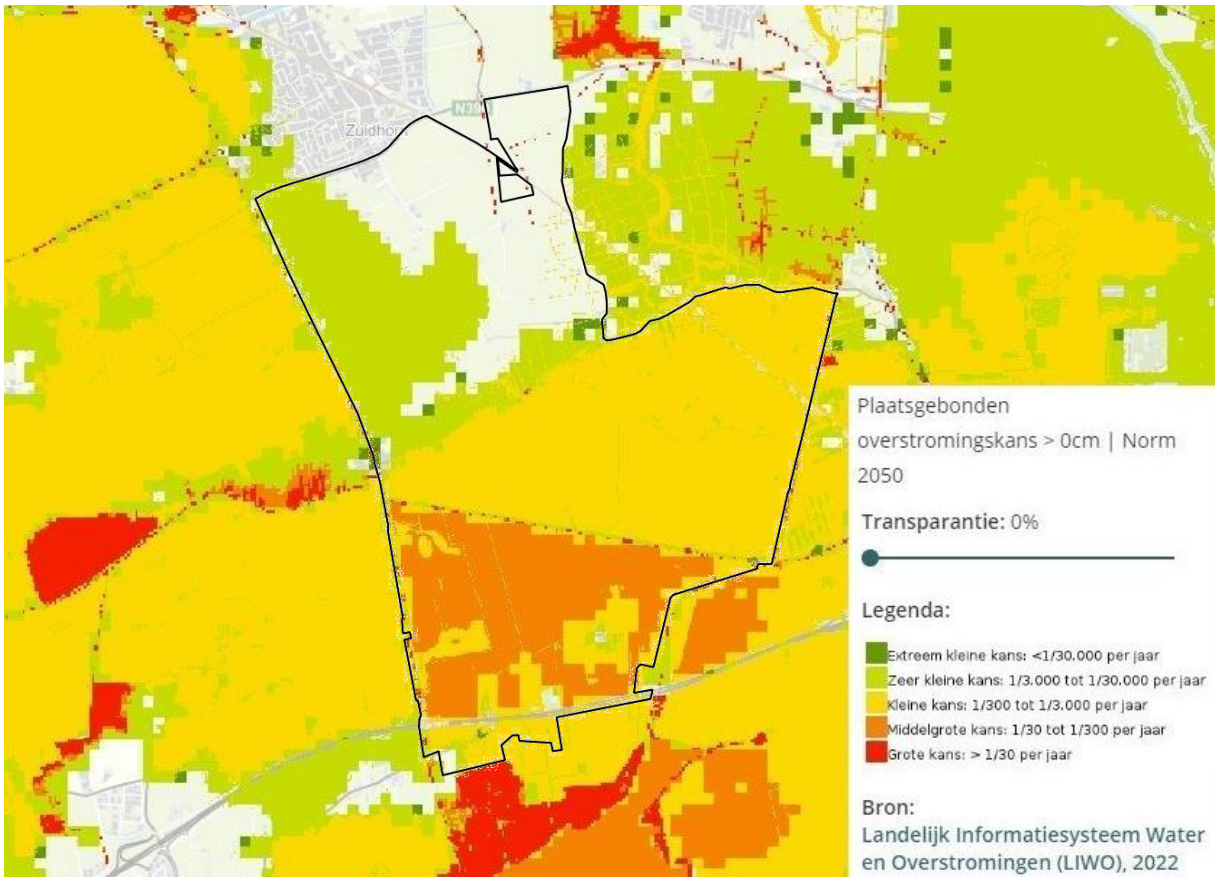
De algemene effecten van klimaatverandering in Nederland zijn uitgewerkt door de WUR aan het begin van dit project in december 2022. In deze paragraaf worden kort de belangrijkste aspecten en de impact van de klimaatverandering op het projectgebied aangegeven.

4.3.1 Water overschot

De huidige jaarlijkse neerslag zal met gemiddeld 50 mm toenemen (van 850-900 mm/jaar in 2022 naar 900-950 mm/jaar in 2050). Er gaat voornamelijk meer neerslag vallen in de winter, terwijl er zelfs een afname in neerslag is in de zomer. Ook gaat het aantal dagen met een neerslag van ≥ 15 mm toenemen van 9 – 11 dagen in 2022 naar 11 – 15 dagen in 2050. Het aantal dagen met een neerslag van ≥ 25 mm neemt ook toe van 2 – 3 dagen in 2022 naar 3 – 4 dagen in 2050.

Deze toename in neerslag per jaar en per dag zorgt voor een grotere kans op overstromingen en een groter risico op zuurstofstress (zie Figuur 22 tot Figuur 25).

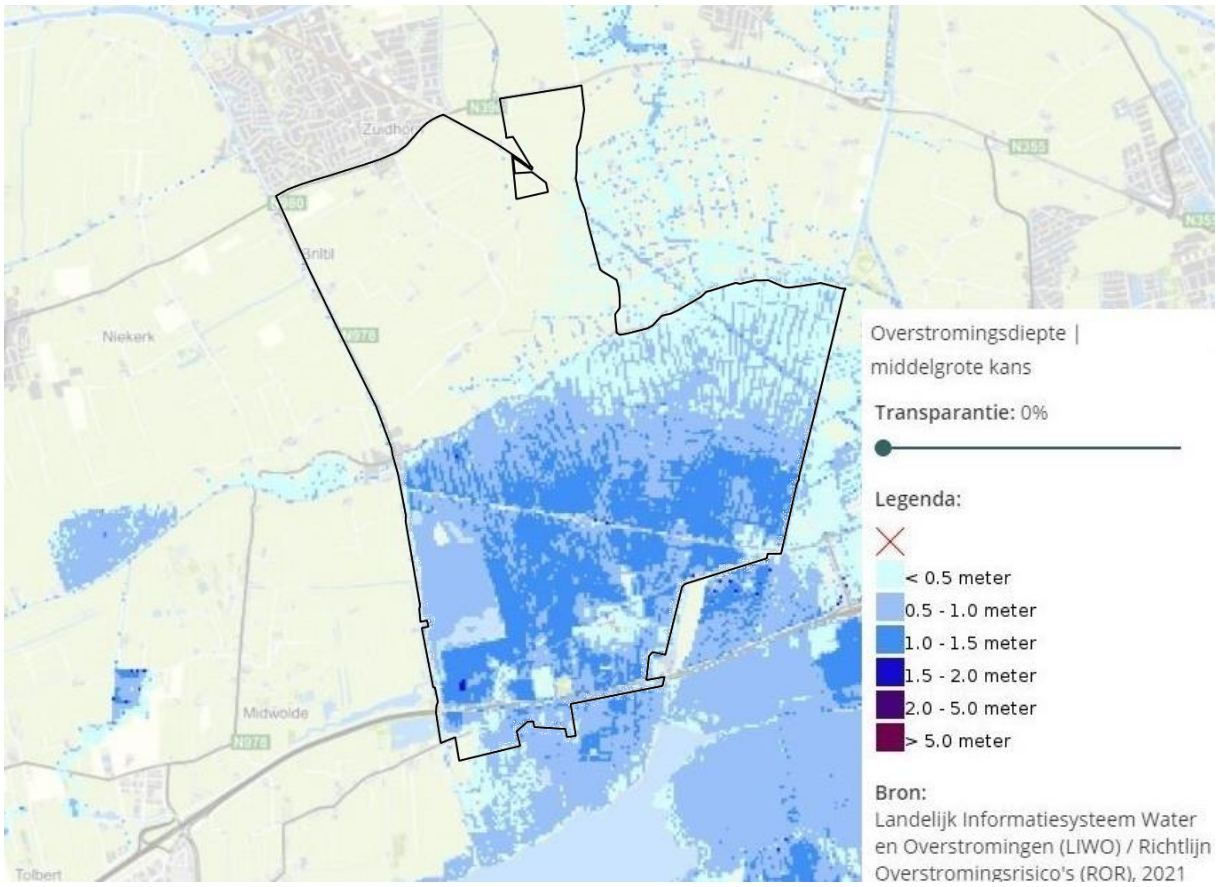
Kans op overstromingen
De kans op overstromingen van 0 – 20 cm in 2050 is middelgroot (van 1 op 30 tot 1 op 300 per jaar) in het grootste deel van de Vredewold polder, klein (van 1 op 300 tot 1 op 3.000 per jaar) in het grootste deel van de Lagemeeden polder, en zeer klein (van 1 op 3.000 tot 1 op 30.000 per jaar) in het grootste deel van de Zuidhorner Zuidpolder. Zie Figuur 22.



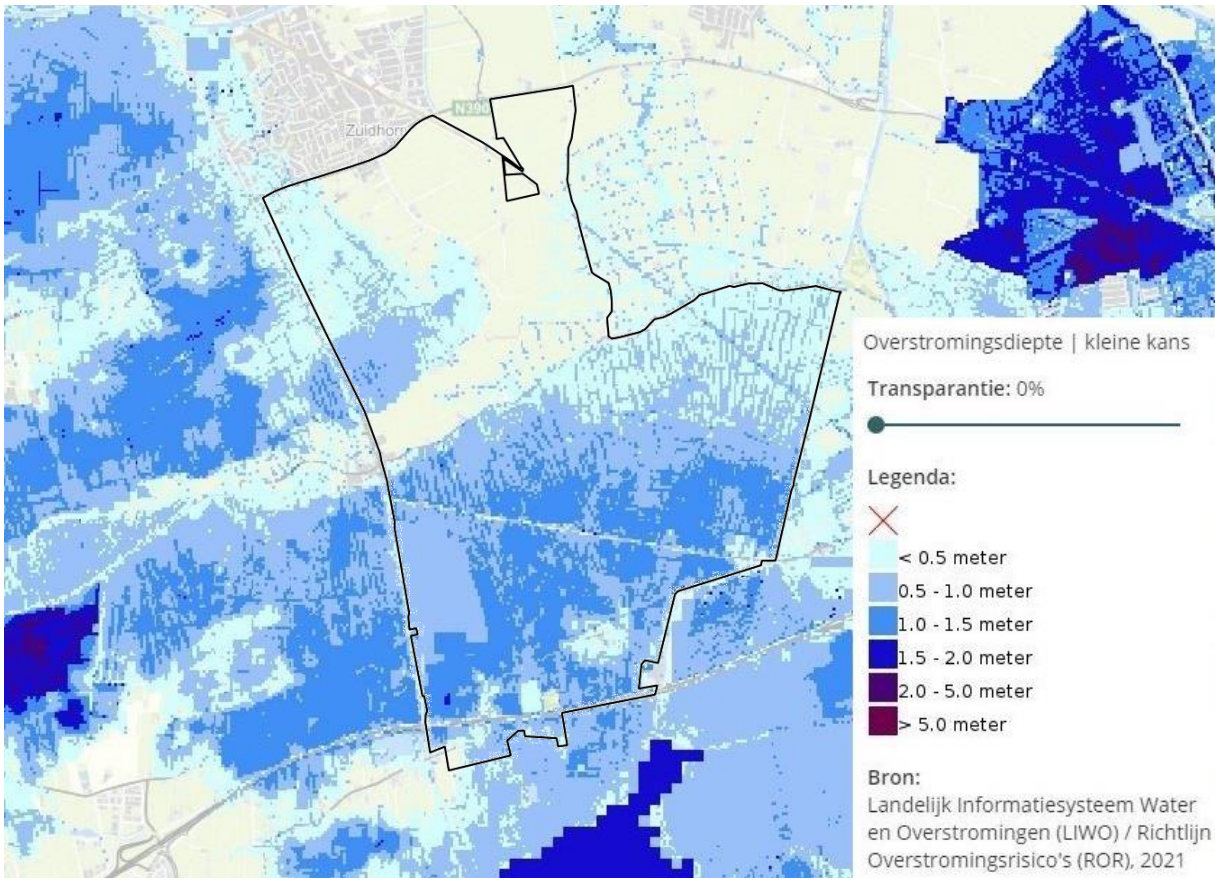
Figuur 22: Plaatsgebonden overstromingskans op een overstroming van meer dan 0 cm water op het maaiveld in 2050 (Bron: Klimaateffect atlas: Landelijk Informatiesysteem Water en Overstromingen (LIWO), 2022).

Overstromingsdiepte

In 2050 hebben de twee zuidelijke polders (Lagemeeden en Vredewold) een middelgrote kans op overstromingen (zie Figuur 23). In de noordoosthoek van Lagemeeden is de diepte van de mogelijke overstroming veelal minder dan 0,5 meter. Deze dieptes nemen toe wanneer men meer naar het zuiden van deze polder gaat. Rondom het Hoendiep en in de Vredewold polder bestaat een middelgrote kans op overstromingsdieptes tot zelfs 1,5 meter. Zie Figuur 23. In 2050 is er bovendien een kleine kans dat ook de Zuidhorner Zuidpolder overstroomt met dieptes tot 1,5 meter. Ook is er een kleine kans op overstromingen tot 2 meter diepte op enkele kleine plekken in het gebied (zie Figuur 24). Deze overstromingen met een kleine kans zullen grote gevolgen hebben en kunnen dus al binnen afzienbare tijd plaatsvinden.



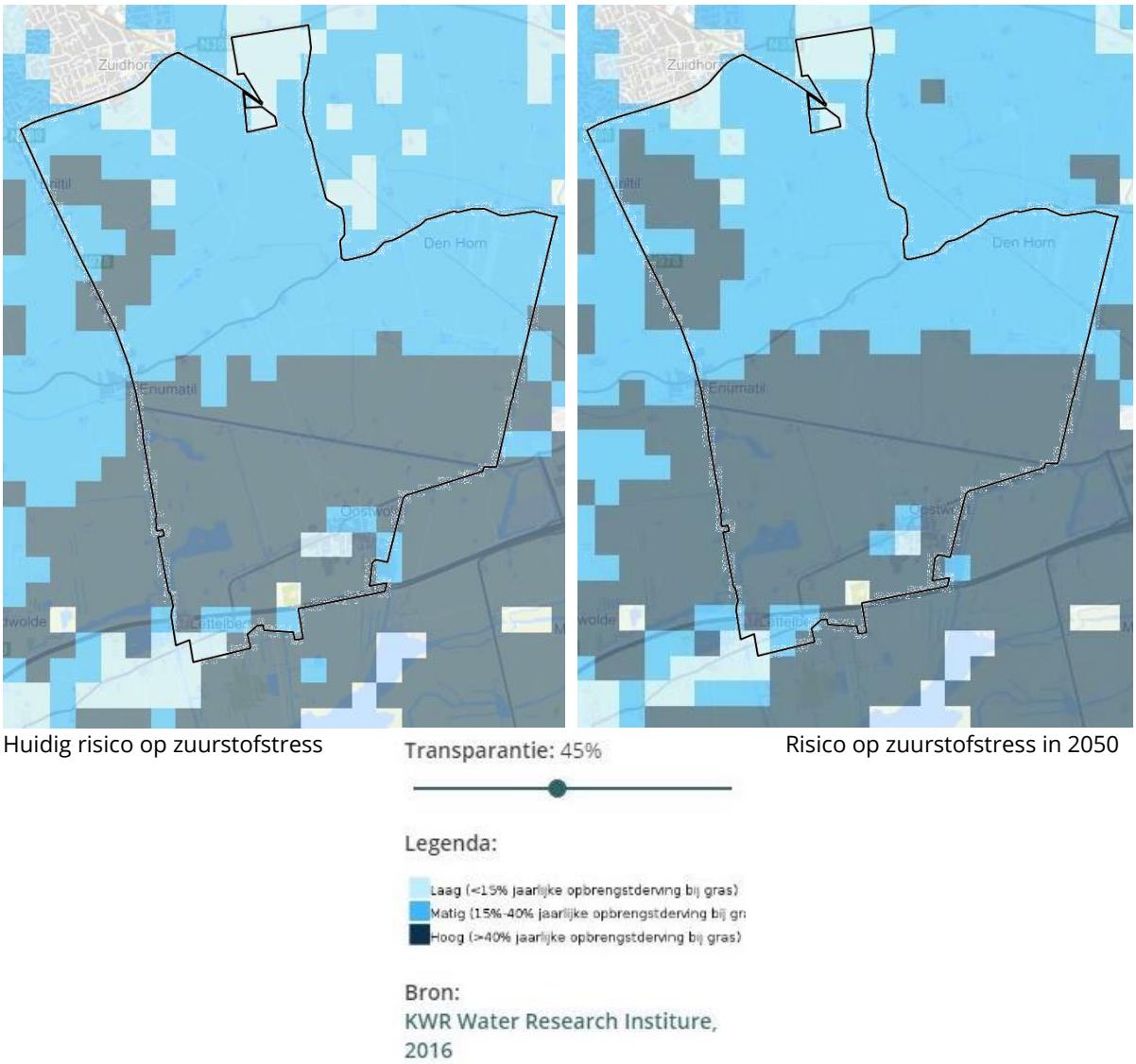
Figuur 23: Het gebied heeft een middelgrote kans om met deze overstromingsdieptes te zijn overstroomd in 2050 (Bron: Klimaateffect atlas: Landelijk Informatiesysteem Water en Overstromingen (LIWO) / Richtlijn Overstromingsrisico's (ROR), 2022).



Figuur 24: Het gebied heeft een kleine kans om met deze overstromingsdieptes te zijn overstroomd in 2050 (Bron: Klimaateffect atlas: Landelijk Informatiesysteem Water en Overstromingen (LIWO), 2022).

De waterdiepte bij een hevige bui van 70 mm/2 uur zorgt voor overstromingen van (oude) secundaire waterlopen en (oude) greppels met een waterdiepte van 10 – 30 cm en overstroming van enkel percelen in de Vredewold polder (waterdiepte van 5 – 10 cm). Bij een bui van 140 mm/2 uur zullen ook percelen in de Lagemeeden onderwater komen te staan.

Planten hebben zuurstof nodig in de bodem voor respiratie via de wortels. Wanneer de bodem geheel verzadigd is met water, kan er zuurstofstress ontstaan in het gewas. Planten hebben meer zuurstof nodig in warm weer. Zuurstofstress komt voornamelijk voor na hevige neerslag of overstromingen in een zeer warme periode. Vooral de plekken waar het risico op zuurstofstress hoog is (meer dan 40% jaarlijkse opbrengstderving bij gras) breiden verder uit. Ook de plekken met een matig risico op zuurstofstress (15 – 40% jaarlijkse opbrengstderving bij gras) worden groter. Zie Figuur 25.



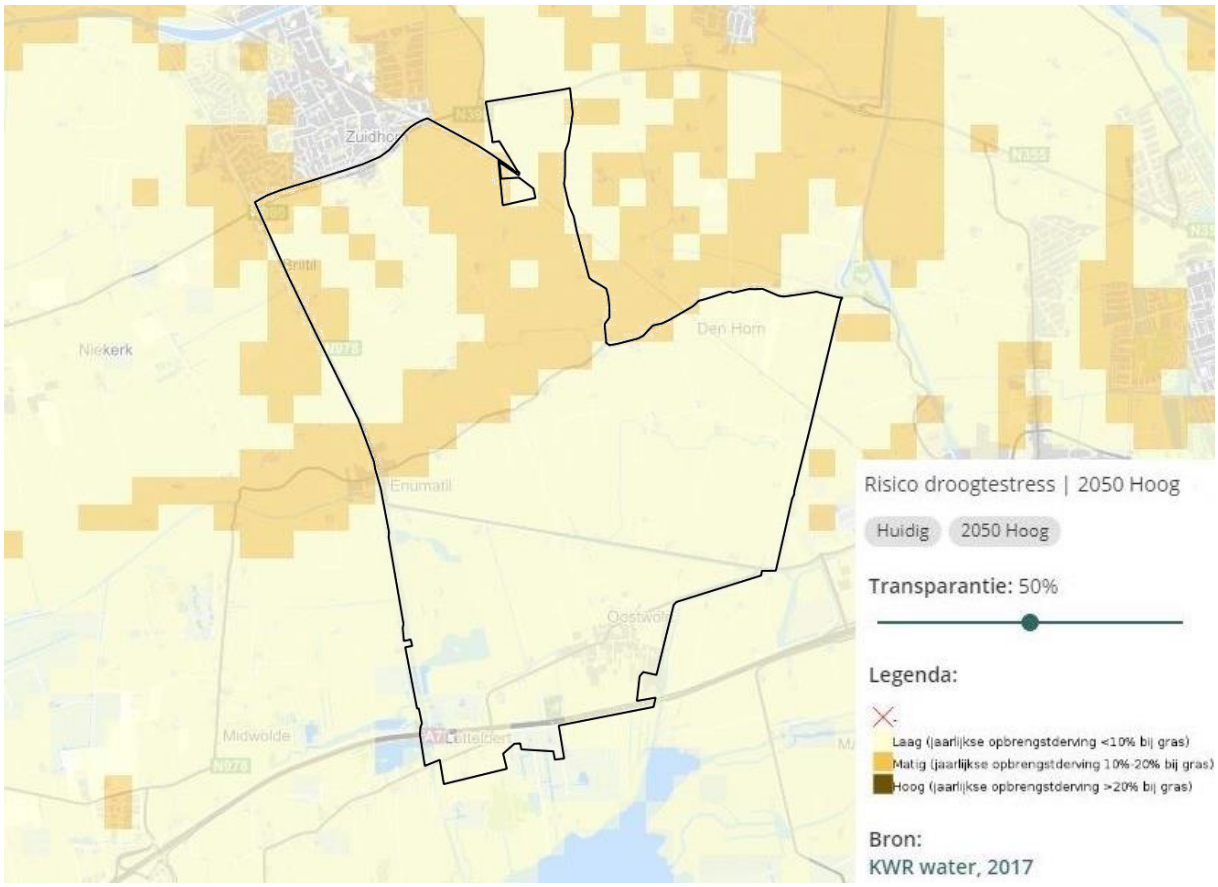
Figuur 25: Risico op zuurstofstress in 2016 en 2050 (Bron: Klimaateffect atlas: KWR Water Research Institute, 2016).

Dit veroorzaakt natschade aan de graszode en opbrengstderving van het gras. Ook kunnen de nattere of overstroomde percelen minder worden gebruikt voor beweiden of maaien. Waarbij de kans op ondergrondverdichting en (oppervlakkige) af- en uitspoeling van nutriënten groter zijn.

4.3.2 Droogte (neerslag en verdamping)

Het maximale potentiële neerslagtekort zal met gemiddeld 60 mm toenemen (van 120-150 mm/jaar in 2022 naar 180-210 mm/jaar in 2050). Een neerslagtekort ontstaat wanneer er meer verdampt dan er neerslag valt. De verdamping zal namelijk toenemen van 530 – 570 mm/jaar in 2022 naar 570 – 610 mm/jaar in 2050.

Dit neerslagtekort zorgt voor een groter risico op droogtestress, zie Figuur 26. Het huidige risico op droogtestress is in het hele gebied laag (minder dan 10% jaarlijkse opbrengstderving bij gras). In 2050 zal vooral op de kreekrug en het noordwestelijk deel van het gebied het risico op droogtestress zijn toegenomen naar een matig risico (10 – 20% jaarlijkse opbrengstderving bij gras).



Figuur 26: Risico op droogtestress in 2050 (Bron: Klimaateffect atlas: KWR water, 2017).

Een neerslagtekort of droogte(stress) veroorzaakt een tekort van zoet grond- en oppervlaktewater. Dit reduceert de groei, zorgt voor een verminderde kwaliteit van de oogst en vergroot het risico op een vertraagde of onregelmatige opkomst van het gewas. Bovendien versnelt droogte de veenoxidatie, wat weer zorgt voor bodemdaling (zie paragraaf 4.1.4) en CO_2-emissies (wat klimaatverandering verder versnelt).

Over het algemeen is het gebied echter goed voorzien van zoetwater. De grondwaterspiegel is nauwelijks gevoelig voor droogte en alleen bij extreem droge jaren zal er een tekort zijn aan oppervlaktewater. Op dit moment is er nog voldoende zoetwater om te beregenen, dit wordt op het moment nauwelijks gedaan in het gebied aangezien dit nog niet nodig is. Door aanhoudende droogte en watertekorten kunnen overheden in de toekomst echter genoodzaakt zijn om onttrekking van beregeningswater te beperken of tijdelijk te verbieden.
Door de goede watervoorziening is de natuurbrandgevoeligheid laag (behalve rond de bebouwde kom die op hogere zandkoppen liggen en de kreekrug).

4.3.3 Hitte en kou

Het aantal tropische dagen (maximumtemperatuur boven de 30 °C) stijgt van 0 – 6 in 2022 naar 3 – 9 dagen per jaar in 2050. Het aantal zomerse dagen (maximumtemperatuur boven de 25 °C) stijgt van 10 – 20 in 2022 naar 30 - 40 dagen per jaar in 2050. Het aantal warme dagen (maximumtemperatuur boven de 20 °C) stijgt van 60 – 75 in 2022 naar 90 – 105 dagen per jaar in 2050.

Daarnaast daalt het aantal ijsdagen (maximumtemperatuur onder de 0 °C) daalt van 10 – 12 in 2022 naar 0 – 2 dagen per jaar in 2050. Het aantal vorst dagen (minimumtemperatuur onder de 0 °C) daalt van 50 – 70 in 2022 naar 20 – 30 dagen per jaar in 2050.

Meer warmere dagen, minder koude dagen en langere warme periodes zorgen voor een verschuiving van de plaagdruk en hogere plaag-, schimmel- en onkruiddruk. Pathogenen worden niet meer op een natuurlijke wijze in toom gehouden door vorst en pathogenen uit warmere klimaatzones kunnen verspreiden in Nederland. Zo kunnen aaltjes onder invloed van hogere temperaturen meer cycli doorgaan en sneller verspreiden en zorgen voor grotere opbrengstderving in bijv. grasland. Ook zorgt warmer weer, i.c.m. meer wind, voor meer verdamping en dus vergroting van het neerslagtekort. Dit alles zorgt samen voor een lagere biomassaproductie van Engels raaigras (dat voornamelijk in het gebied te vinden is).

Daarnaast zorgt warmer weer voor hittestress . De optimale temperatuur voor melkvee ligt tussen de 5 en 20 °C. Er ontstaan problemen wanneer de temperatuur langere tijd hoger is dan 25 °C. Deze temperatuurgrenzen van melkvee liggen lager wanneer de luchtvochtigheid hoger is. Ook bij gras speelt hittestress een rol, bij Engels raaigras dit is vanaf 27 °C. Wanneer er geen schaduw is en dus direct zonlicht, kan de temperatuur hoger oplopen en het gras eerder hittestress ervaren. Boven deze temperatuur is het gras vooral aan het overleven en het is moeilijk te voorspellen of en hoe het zal herstellen.

4.3.4 Verzilting

In veel gebieden in Nederland speelt de toenemende verzilting een rol, doordat het neerslagtekort toeneemt en de zeespiegel stijgt. Echter speelt verzilting in dit gebied geen rol (ten minste tot aan 2050), zoals al benoemd is in paragraaf 4.2.5.

4.3.5 Klimaat kansen

De klimaateffect atlas noemt de volgende kansen. Hierin zijn echter alleen enkele fysische parameters en klimaatmodellen meegenomen.

Kansen uit de klimaateffect atlas:

- Het gebied biedt kansen voor waterberging in de ondiepe en diepe ondergrond.
- Ook wordt op enkele plekken in het noordwesten (onder de zandkop) en de zuidpunt (ten zuiden van de A7) het grondwater op dit moment weinig aangevuld. Hier ligt een kans om dit grondwater meer aan te vullen en zo water op te slaan.
- Verder is het veen een natuurlijke klimaatbuffer: het kan veel water vasthouden en CO_2 wordt vastgelegd in groeiend veen. Er is echter geen groeiend veen in of rondom het gebied.
- Tot slot is het landschap relatief open doordat er relatief weinig bomen en struiken staan. Mits het in het landschap past (rekening houdend met weidevogelgebied en cultuurhistorie), zouden er meer houtige randen kunnen worden aangeplant die CO_2 opslaan.

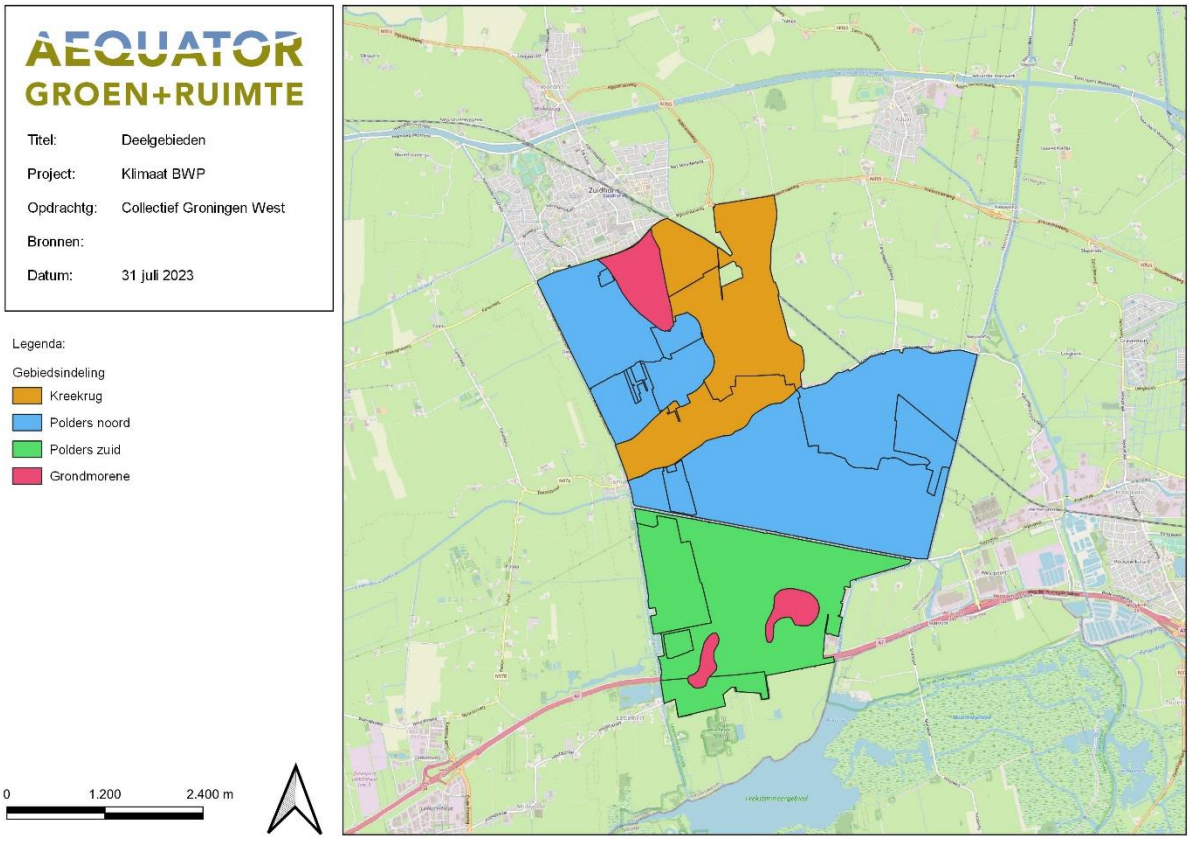
5 KENMERKEN EN KANSEN PER DEELGEBIED

Het pilotgebied is opgedeeld aan de hand van “landschappelijke eenheden”, namelijk:

- Polders:
    - Ten noorden van het Hoendiep
    - Ten zuiden van het Hoendiep
- Kreekrug
- Grondmorene Zuidhorn en Oostwold

Door deze indeling (zie Figuur 27), op basis van o.a. het bodemtype en de ontwateringsdiepte, wordt de effectiviteit van de mogelijk maatregelen beter gewaarborgd. De effectiviteit van veel van de maatregelen is sterk afhankelijk van de veldsituatie. Door het gebied te splitsen op basis van de verwachte veldsituatie (aan de hand de eerder gepresenteerde kaarten) kunnen de kansen het beste worden toegespitst op het deelgebied.
Bovendien is er een onderscheid gemaakt tussen de polders ten noorden en ten zuiden van het Hoendiep. Het kleidek, dat op zijn dikst is op de kreekrug, is ten zuiden van het Hoendiep dermate afgenomen dat men van veengronden spreekt en op de percelen die hier liggen andere knelpunten en kansen spelen.

De maatregelen die worden genoemd aan de knelpunten en kansen zijn veelal geen lange termijn maatregelen. Of het gebied geschikt blijft voor landbouw in de huidige of een vergelijkbare vorm in de komende 25 tot 30 jaar is niet met zekerheid te zeggen.



Figuur 27: Indeling deelgebieden in het pilotgebied.

5.1 Polders ten noorden van Hoendiep

De polders die ten noorden liggen van het Hoendiep zijn de Lagemeeden en Zuidhorner Zuidpolder.

De polders zijn de laagste delen van het gebied. Deze polders staan via een gemaal in verbinding met de grotere watergangen in en langs het gebied. Het bodemtype is een veengrond met een kleidek. (De zandopduikingen die binnen de polders vallen bespreken we in paragraaf 5.4.) De dikte van dit kleidek varieert in het gebied. Naar mate de afstand tot de invloed van de zee (via de kreek, die pas vorige eeuw is afgedamd) en de kreekrug groter wordt, neemt de dikte van het afgezette kleidek af. De GHG ligt op 0 – 40 cm en de GLG op 80 – 140 cm minus maaiveld.

5.1.1 Knelpunten

Te nat/zuurstofstress - hoog
Er zijn vooral veel plekken met een hoog risico op zuurstofstress (jaarlijkse opbrengstderving >40% bij gras) en de rest van het poldergebied met een matig risico op zuurstofstress (jaarlijkse opbrengstderving 15 – 40% bij gras).

Te droog/droogtestress - laag
Er zijn een paar plekken met een matige risico op droogtestress (jaarlijkse opbrengstderving 10 – 20% bij gras).

Draagkracht/ondergrondverdichting – hoog in deel
Het kleidek bestaat uit zware klei, met knippige eigenschappen. Hierdoor is de grond zeer slecht bewerkbaar en eigenlijk enkel geschikt voor grasland. Deze grond zijn gevoelig voor bodemverdichting. Vooral in de noordoostelijke punt van de Lagemeeden polder is het risico op ondergrondverdichting zeer groot, doordat het kleidek hier nog aanzienlijk is en er van nature ook verdichting voorkomt. In combinatie met extreme neerslag is de kans op plassen op het land groter.
Daarnaast heeft veen een lage draagkracht. Zeker als de grondwaterstand hoog is en het veen dus nat, is de grond slecht te betreden. Door meer en extremere neerslag in de toekomst, zullen de veengronden op minder momenten te betreden zijn.

Bodemdaling/veenoxidatie – hoog in deel
Onder het kleidek ligt een veenondergrond. De dikte en aard van het veenpakket is wisselend. Het veen is sterk veraard onder het kleidek. Hoe verder naar het zuiden en hoe dichter het veen bij de oppervlakte ligt, hoe verder het veen droog komt te liggen bij dezelfde polderpeilen en grondwaterstanden, dus hoe groter de bodemdaling zal zijn in 2050. In de zuidelijke helft van de Lagemeeden zal de bodemdaling in 2050 variërend tussen beperkt (3 – 10 cm) tot vrij sterk (20 – 40 cm) en op een paar plekken zelfs sterk (40 – 60 cm) zijn gedaald.

Knelpunt met weidevogels – laag
Deze polders liggen in weidevogel kerngebied met voornamelijk legselbeheer op grasland en een aantal percelen met grasland met een rustperiode (met 4 indicatorsoorten), een aantal percelen met extensief beweid grasland en een paar percelen met legselbeheer op bouwland. Ook liggen hier een aantal stukken rand met 4 indicatorsoorten, maar het aantal en de lengtes zijn beperkt. Daarnaast liggen er enkele percelen met plas-dras van 15 februari tot 15 juni met een grondwaterpeil op 5 tot 20 cm minus maaiveld. Voor dit weidevogelbeheer heeft men idealiter plasdras percelen nodig, maar is geen inundatie (bij te nat of als infiltratie/waterberging perceel) mogelijk doordat te natte percelen een knelpunt is voor de pullen.

5.1.2 Kansen en maatregelen

In dit gebied is het vooral zaak toekomstige (potentiële) zuurstofstress, veenoxidatie en ondergrondverdichting te voorkomen. Er liggen koppelkansen met weidevogelbeheer en de biodiversiteitsstrategie. Dit kan worden gedaan m.b.v. de volgende maatregelen:

Maatregel	Op welke plekken	Kansrijkheid in dit deelgebied	
Peil opzetten voor veenbehoud	Plekken met (te) grote drooglegging	+	Hogere (grond)waterpeilen in de zomer zorgen voor verminderde veenoxidatie.

			Goed te combineren met *onderwaterdrainage*
Onderwaterdrainage (voor zowel infiltratie als drainage)	Veen in ondergrond	++	Het is voornamelijk zeggeveen, wat redelijk doorlatend is en daarom geschikt voor onderwaterdrainage
Goede kavel-/koeien paden	Natte plekken	+	Een verhard pad voorkomt vertrapping en verdichting op plekken waar veel vee langs komt
Natte teelten	Natte plekken, met veen in ondergrond	+	Vraagt om grote omschakeling in bedrijfsvoering, maar in combinatie met hoger peil kan dit een goede optie zijn
Creëren eigen peil (door boer) binnen peilgebied	Plekken met (te) grote/kleine drooglegging	+	Goede afstemming met buren nodig
Biodiverse randen en bloemrijke graslanden	Indien perceel groot genoeg is en het niet al verplicht is door het GLB	+	Biodiversiteit in de omgeving vergroten en afspoeling van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen verminderen

5.2 Polders ten zuiden van Hoendiep

De polders die ten zuiden liggen van het Hoendiep is de polder Vredewold.

De polders zijn de laagste delen van het gebied. Deze polders staan via een gemaal in verbinding met de grotere watergangen in en langs het gebied. Het bodemtype is een veengrond met een kleidek. (De zandopduikingen die binnen de polders vallen bespreken we in paragraaf 5.4.) De kleilaag is dermate dun dat we van veengronden spreken. De GHG ligt grotendeels op 0 – 40 cm minus maaiveld en de GLG grotendeels op 80 – 100 cm minus maaiveld.

5.2.1 Knelpunten

Te nat/zuurstofstress - hoog
Er zijn veelal plekken met een hoog risico op zuurstofstress (jaarlijkse opbrengstderving >40% bij gras). Daarnaast zijn er enkele plekken met een middelgrote overstromingskans met een overstromingsdiepte van 20 cm.

Draagkracht/ondergrondverdichting – veelal laag
Het kleidek is dermate dun dat deze grond beperkt (door veenlagen) gevoelig is voor bodemverdichting. Op enkele plekken, vooral ten zuiden van da A7, is het risico op bodemverdichting echter zeer groot. Dit zijn moerige podzolgronden (vWp in Figuur 2) die relatief nat zijn.
Daarnaast heeft veen een lage draagkracht. Zeker als de grondwaterstand hoog is en het veen dus nat, is de grond slecht te betreden. Door meer en extremere neerslag in de toekomst, zullen de veengronden op minder momenten te betreden zijn.

Bodemdaling/veenoxidatie – hoog
Onder het kleidek ligt een veenondergrond. De dikte en aard van het veenpakket is wisselend. Het veen is sterk veraard onder het kleidek. Hoe verder naar het zuiden en hoe dichter het veen bij de oppervlakte ligt, hoe groter de bodemdaling zal zijn in 2050. De bodemdaling in 2050 zal variëren tussen beperkt (3-10 cm) tot vrij sterk (20-40 cm) en op een paar plekken zelfs sterk (40-60 cm) zijn gedaald.

Natuurbrandgevoeligheid uiterste zuidpunt – middel

In de uiterst zuidelijke zijn enkele omstandigheden anders (bodemtype, ontwatering, etc.) waardoor er deels andere knelpunten spelen. Door deze andere omstandigheden speelt hier een middelmatige natuurbrandgevoeligheid.

5.2.2 Kansen en maatregelen

In dit gebied is het vooral zaak toekomstige (potentiële) zuurstofstress, overstromingen, veenoxidatie en deels ook natuurbrandgevoeligheid te voorkomen. Dit deelgebied is veenweidegebied. Daarom worden de percelen idealiter nat gehouden om veenoxidatie tegen te gaan. Dit kan worden gedaan m.b.v. de volgende maatregelen:

Maatregel	Op welke plekken	Kansrijkheid in dit deelgebied	
Peil opzetten voor veenbehoud	Plekken met (te) grote drooglegging	+	Hogere (grond)waterpeilen in de zomer zorgen voor verminderde veenoxidatie. Goed te combineren met *onderwaterdrainage*
Onderwaterdrainage (voor zowel infiltratie als drainage)	Veen in de ondergrond	++	Het is voornamelijk zeggeveen, wat redelijk doorlatend is en daarom geschikt voor onderwaterdrainage
Natte teelten	Natte plekken, met veen in ondergrond	+	Vraagt om grote omschakeling in bedrijfsvoering, maar in combinatie met hoger peil kan dit een goede optie zijn
Inundatie land of beschikbaar stellen voor bovenwettelijke waterberging	Plekken die al erg nat zijn, met een klei dek	+	Dit kan toch nog zorgen voor inkomsten van erg natte plekken, maar er kan meer methaan vrijkomen uit het natte veen
Creëren eigen peil (door boer) binnen peilgebied	Plekken met (te) grote/kleine drooglegging	+	Goede afstemming met buren nodig

5.3 Kreekrug

Deze kreekrug loopt door het gebied. Hij komt ter hoogte van Enumatil het gebied in en volgt dan de Westerdijk ten noorden van deze dijk. Bij Den Horn buigt de kreekrug naar het noorden om dan oostelijk van Zuidhorn het gebied weer te verlaten. De kreekrug ligt ruim een meter hoger dan de omgeving en bestaat uit (zware) kalkloze kleigronden. De GHG ligt op 25 – 40 cm en de GLG op 120 – 140 cm.

5.3.1 Knelpunten

Te nat/zuurstofstress - laag
Doordat de kreekrug relatief hoog ligt vergeleken met de omgeving is de kans op overstromingen minimaal en het risico op zuurstofstress lager dan de omgeving (nog steeds matig: jaarlijkse opbrengstderving van 15 – 40% bij gras). Het risico op droogtestress is groter dan in de rest van het gebied (matige kans: jaarlijkse opbrengstderving 10 – 20% bij gras).

Te droog/droogtestress - hoog
Doordat de kreekrug bestaat uit kleigronden (zo goed als geen bodemdaling in 2050 t.o.v. 2020) en de omgeving voornamelijk uit veengronden, zal de kreekrug relatief gezien ook steeds hoger komen te liggen. Hierdoor wordt de kans op droogtestress groter, doordat het grondwater deels wegstroomt naar de omgeving.

Ondergrondverdichting - hoog
Het risico op ondergrondverdichting is groot, doordat het (zware) kleigronden betreft (zie paragraaf 4.1.5 voor de uitleg). Hierdoor is de grond zeer slecht bewerkbaar en eigenlijk enkel geschikt voor grasland. Ondergrondverdichting wordt veroorzaakt door het betreden en/of bewerken van de grond in te natte omstandigheden of met zware machines (zonder brede banden of lage druk in de banden). De verdichting creëert storende lagen in de ondergrond, dat o.a. kan zorgen voor slechte afvoer van water bij piekbuien, slechte toevoer van grondwater bij droogte, oppervlakkige afspoeling van nutriënten en verminderde wortelontwikkeling. Hierdoor is het gewas gevoeliger voor droogte en zal ook de nutriëntenopname beperkt worden. Dit resulteert weer in een hogere af- en uitspoelingsrisico's, wat tegen de KRW-doelen in werkt.

Knelpunt met weidevogels – laag
De kreekrug ligt in weidevogel kerngebied met voornamelijk legselbeheer op grasland en een aantal percelen met grasland met een rustperiode en een aantal met extensief beweid grasland. Ook liggen hier een aantal stukken rand met 4 indicatorsoorten, maar het aantal en de lengtes zijn beperkt. Voor dit weidevogelbeheer heeft men idealiter plasdras percelen nodig, maar op de hogere kreekrug is dit niet overal haalbaar met de huidige drooglegingen.

5.3.2 Kansen en maatregelen

In dit gebied is het vooral zaak toekomstige (potentiële) droogte en ondergrondverdichting te voorkomen. Er liggen koppelkansen met weidevogelbeheer en de biodiversiteitsstrategie. Dit kan worden gedaan m.b.v. de volgende maatregelen:

Maatregel	**Op welke plekken**	**Kansrijkheid in dit deelgebied**	
Water vasthouden d.m.v. bijv. stuwen, drempels in greppels	Hoge, droge delen. Gebieden met hoogteverschillen	++	Geeft grotere waterbeschikbaarheid wanneer in drogere periodes. Grondwaterstanden langzamer laten uitzakken, zodat bodem langzamer opdroogt. Het komt overeen met weidevogelbeheer
Sloten en greppels verondiepen en verbreden	Hoge, droge delen	++	Ondiepere sloten trekken minder hard aan het grondwater
Peilopzet	Kreekrug peilgebied	++	Hoger slootpeil zorgt voor hogere grondwaterstanden in de aanliggende percelen. Het komt overeen met weidevogelbeheer
Gebruiken lichtere machines en niet bij te natte percelen het land op	Zware/knipklei gronden	+	Voorkomen van bodemverdichting
Biodiverse randen en bloemrijke graslanden	Indien perceel groot genoeg is en het niet al verplicht is door het GLB	+	Biodiversiteit in de omgeving vergroten en afspoeling van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen verminderen

5.4 Grondmorene/zandgronden

Zuidhorn en Oostwold liggen op grondmorenes. Door de goede draagkracht van deze zandgronden zijn vanuit het verleden de nederzettingen hierop gebouwd.
Direct ten zuiden van Zuidhorn liggen ook enkele landbouwpercelen ook op de morene. Hier liggen zwarte enkeerdgronden: zandgronden met een dik humus houdende toplaag. Deze rug ligt tot ruim 3 meter hoger dan de aanliggende polders.
Oostwold ligt op een lagere morene dan Zuidhorn, namelijk ongeveer 2 meter hoger dan de omgeving. Doordat de zandkop onder Oostwold niet zo hoog ligt, en dus minder goed ontwaterd is, is deze vanuit het verleden niet grootschalig in gebruik geweest als bouwland. Hierdoor is er geen esdek (enkeergrond) op ontstaan en op de bodemkaart staat deze grond dan ook aangegeven als een veldpodzolgrond.

5.4.1 Knelpunten

Te droog/wegzijging - hoog
Doordat de zandkoppen hoger liggen dan de rest van het gebied ligt de grondwaterstand lager. Rondom de dorpen neemt de wegzijging toe. Het grondwater wordt hier weinig aangevuld en de sterke wegzijging zal nog verder toenemen in de toekomst.

Natuurbrandgevoeligheid uiterste zuidpunt – middel
Door de hogere en drogere omstandigheden is er een (weliswaar lage) kans op natuurbrandgevoeligheid.

Uitspoelingsgevoelig – hoog
Zandgronden zijn van nature gevoelig voor uitspoeling. Dit zorgt voor een groter risico op hoge nutriëntengehaltes in het grond- en oppervlaktewater, met bijbehorende gevolgen voor de biodiversiteit-, KRW- en klimaatdoelen (zoals vastgelegd in de klimaatstrategie van de Provincie Groningen).

5.4.2 Kansen en maatregelen

In dit gebied is het vooral zaak toekomstige (potentiële) (potentiële) droogte en natuurbranden te voorkomen. Dit kan worden gedaan m.b.v. de volgende maatregelen:

Maatregel	Op welke plekken	Kansrijkheid in dit deelgebied	
Water (langer) vasthouden d.m.v. bijv. stuwen, drempels in greppels	Hoge, droge delen. Gebieden met hoogteverschillen. Waar van nature weinig grondwateraanvulling is	++	De bodemtypes hier hebben een goede doorlatendheid in de bovenste meters. Hierdoor is er ruimte om extra grondwater te bergen
Sloten en greppels verondiepen en verbreden	Hoge, droge delen	++	Ondiepere sloten trekken minder hard aan het grondwater
Organische stof verhogen bovengrond	Daar waar een schrale bovengrond is	++	Dit kan het vochtbergend vermogen van de bodemtypes vergroten en uitspoeling van nutriënten verminderen
Diepwortelende gewassen	Droogtegevoelige plekken met een dikke bovengrond	+	Zodat het gewas (ook bij droogte) nog bij het grondwater kan
Aanleggen en beheer droge/natte bufferstroken of natuurvriendelijke oevers	Vooral op natte plekken/polders	+	Hier kunnen door oppervlakkige afspoeling en uitspoeling snel nutriënten verloren gaan

6 CONCLUSIES

6.1 Knelpunten

Er spelen verschillende knelpunten nu en in de toekomst in het gebied. Van alle geanalyseerde kenmerken zijn deze vooral afhankelijk van het bodemtype, de grondwaterstanden en de neerslag.

In de polders speelt vooral het risico op zuurstofstress en bodemdaling door veenoxidatie een grote rol. De kreekrug en de zandkoppen liggen hoger t.o.v. de rest van het gebied, waardoor hier vooral het risico op droogtestress groot is. Op de zandgronden (en ook deels in het uiterste zuiden van het gebied) is natuurbrandgevoeligheid een risico. Ook speelt uitspoeling een relatief groot risico op de zandgronden.

Ten noorden van het Hoendiep ligt weidevogelgebied, waar rekening mee moet worden gehouden met het uitkiezen van maatregelen. Ook is het kleidek hier dikker dan meer naar het zuiden, waardoor het risico op ondergrondverdichting en verslemping groter is. Terwijl ten zuiden van het Hoendiep veenweidegebied ligt, wat inhoudt dat er rekening moet worden gehouden met het nathouden van veen.

6.2 Kansen en maatregelen

Er zijn verschillende kansen in het gebied wat betreft klimaatadaptatie, klimaatmitigatie en waterkwaliteit die rekening houden met de andere opgaven in het gebied. De kansen en maatregelen voor klimaatadaptatie zijn in bovenstaande hoofdstukken vooral naar voren gekomen. Hieronder worden ook enkele maatregelen voor klimaatmitigatie en verbetering van waterkwaliteit benoemd. Deze zullen in volgende fases van het project worden onderzocht met de verschillende gebiedspartijen.

6.2.1 Klimaat adaptieve maatregelen

Hierboven zijn verschillende maatregen benoemd waarmee het gebied kan omgaan met de huidige omstandigheden en toekomstige klimaatverandering. Hieronder vallen maatregelen op perceel- en bedrijfsniveau, zoals het plaatsen van onderwaterdrainage.

Ook zijn er een aantal maatregelen op gebiedsniveau wenselijk om het gebied minder kwetsbaar te maken voor de risico's van klimaatverandering. Indien dit vraagt om een andere verdeling van peilvlakken of hogere waterpeilen, dan moet dit goed met de desbetreffende agrariërs worden besproken. Een hoger waterpeil kan worden gezien als een maatschappelijke dienst, maar dit vraagt wel om een aanpassing van de bedrijfsvoering als het aandeel van de percelen met een peilverhoging substantieel is. De maatregelen op (deel)gebiedsniveau worden nog besproken met alle betrokken indien men hier interesse in heeft en de potentie groot genoeg is.

Onderstaande klimaat adaptieve maatregelen zullen echter ook een effect hebben in klimaatmitigatie. Zo zal veenbehoud zorgen voor minder CO_2-emissies, maar zal de methaanemissie stijgen.

	Gebied				**Niveau**
Maatregel	Polders ten noorden van Hoendiep	Polders ten zuiden van Hoendiep	Kreekrug	Grondmorene / zandgronden	Perceel/ bedrijf gebied
Peil opzetten voor veenbehoud	+	+			Gebied
Onderwaterdrainage (voor zowel infiltratie als drainage)	++	++			Perceel/ bedrijf
Goede kavel-/koeien paden	+				Bedrijf
Natte teelten	+	+			Bedrijf/ perceel

Creëren eigen peil (door boer) binnen peilgebied	+	+			Bedrijf/ gebied
Inundatie land of beschikbaar stellen voor bovenwettelijke waterberging		+			Perceel
Biodiverse randen en bloemrijke graslanden	+		+		Perceel/ bedrijf
Water vasthouden d.m.v. bijv. stuwen, drempels in greppels			++	++	Bedrijf/ gebied
Sloten en greppels verondiepen en verbreden			++	++	Bedrijf
Peilopzet			++		Gebied
Gebruiken lichtere machines en niet bij te natte percelen het land op			+		Bedrijf
Organische stof verhogen bovengrond				++	Perceel
Diepwortelende gewassen				+	Perceel
Aanleggen en beheer droge/natte bufferstroken of natuurvriendelijke oevers				+	Bedrijf/ perceel

6.2.2 Klimaat mitigerende en waterkwaliteitsmaatregelen

Het gebied kan bijdragen aan het verminderen van de toekomstige klimaatverandering door het nemen van klimaat mitigerende maatregelen. Deze zijn niet tot nauwelijks besproken in de analyse hierboven, omdat deze niet direct voortkomen uit de fysieke omstandigheden die te verkrijgen zijn via openbare bronnen. Deze maatregelen komen voornamelijk uit de wensen en opgaven van gebiedspartijen en uit de gegevens die verkregen worden tijdens de klimaatgerichte BWP's.

Klimaat mitigerende maatregelen die goed in het gebied zouden passen (aan de hand van de huidige analyse), zijn o.a.:

Maatregel	**Op welke plekken**	**Kansrijkheid in dit deelgebied**	
Aanpassen bemesting op het weer (m.b.v. meetapparatuur en beslissingsondersteunende systemen)	Vooral op natte plekken/polders	+	Hier kunnen door oppervlakkige afspoeling en uitspoeling snel nutriënten verloren gaan
Wasplaats met zuiveringssysteem, zuivering erfwater	Hele gebied	+	Hiermee wordt voorkomen dat water met verontreinigingen of nutriënten in het oppervlaktewater terecht komt
Stalsysteem aanpassen voor lagere emissies	Hele gebied	++	De emissies uit stallen kunnen op verschillende manieren enorm verkleind worden
Biodiverse randen en bloemrijke graslanden	Bosjes, houtsingels en andere begroeiing op hogere delen; oevers op lagere delen	+	Biodiversiteit in de omgeving vergroten en afspoeling van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen verminderen

Aanleggen en beheer droge/natte bufferstroken of natuurvriendelijke oevers	Vooral op natte plekken/polders	+	Hier kunnen door oppervlakkige afspoeling en uitspoeling snel nutriënten verloren gaan
Groene energie opwekken	Hele gebied	+	D.m.v. zonnepanelen, boeren windmolens, biogas, etc.
Aanpassen beweiding voor lagere emissies	Hele gebied	+	Er zijn verschillende vormen van beweiden die verschillende effecten hebben op emissies naar lucht, bodem en water
Aanpassen voer voor lagere emissies	Hele gebied	+	Voer kan in potentie de emissie van vee en mest met bijna de helft verminderen

Daarnaast zijn er nog meer maatregelen die een positieve bijdrage kunnen leveren aan klimaatmitigatie in het gebied, zie hiervoor onderstaande paragraaf.

Voor meer informatie hoe en welke broeikasgassen worden uitgestoten in een melkveebedrijf, zie Bijlage A.

6.2.3 Aanvullende maatregelen

De rest van de potentiële maatregelen en meer detail is te vinden in de bijlage Maatregelenlijst (Excel bestand). Dit is een groeiend document en wordt getest in de klimaatgerichte BWP's en in bijeenkomsten met de boeren en andere gebiedspartijen.

6.2.4 Disclaimer

Alle kansen en maatregelen die in deze gebiedsanalyse en de maatregelenlijst worden genoemd zijn gebaseerd op een analyse van de kenmerken van het gebied zonder deze kansen of de uitvoerbaarheid van de maatregelen te verifiëren bij de agrarische ondernemers in het gebied. De plusjes waarmee is aangegeven dat een maatregel een positief effect heeft (in hoofdstukken 5 en 6) of de kruisjes waarmee is aangegeven dat een maatregel effect heeft op klimaatmitigatie, -adaptatie, waterkwaliteit, stikstof en biodiversiteit (Excel Maatregelenlijst) zijn indicaties. De Excel Maatregelenlijst is een groeiend bestand, waarin met voortschrijdend inzicht aanpassingen kunnen worden gedaan.

7 REFERENTIES

IPCC (2021), *IPCC 6th assessment report*.
GAW: DAW (2021), *Gebiedsdocument Agrarische Wateropgave*.
Gedeputeerde Staten Groningen (2021), *Natuurbeheerplan Groningen 2022*.
Klimaateffectatlas (2022): https://www.klimaateffectatlas.nl/nl/
KNMI (2023): https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/achtergrond/knmi-14-klimaatscenario-s
Noorderzijlvest (2019), *Peilbesluiten*: https://www.noorderzijlvest.nl/peilbesluiten
Provincie Groningen (2022), *Strategie biodiversiteit*.
PPLG: Provincie Groningen (2023), *PPLG Transitie landelijk gebied Groningen: 'Stand-van-zaken' document*.
RAS: Werkregio Groningen en Noord-Drenthe (2022), *Regionale adaptatie strategie*.
RVS: Provincie Groningen (2022), *Regionale veenweidestrategie: Een verkenning voor de toekomst van de Groninger veenweiden*.
UNEP (2022), *Carbon Brief*.
WAM Portaal (2023): https://wamportaal.noorderzijlvest.nl/wam

8 BIJLAGE A: ACHTERGROND INFORMATIE – NUTRIËNTENKRINGLOPEN EN EMISSIES VAN BROEIKASGASSEN BIJ EEN MELKVEEBEDRIJF

8.1 Broeikasgasemissies uit veen

Veen kan verschillende broeikasgassen uitstoten, zie Figuur 28. De belangrijkste broeikasgasemissies uit veen zijn te beïnvloeden door de ontwateringstoestand van de veengrond.

Ontwateren
Doordat veen wordt ontwaterd komt er zuurstof bij het veen. Hierdoor oxideert (verbrandt) het veen, waardoor er CO_2 en N_2O (lachgas) vrij komen en er veraard veen achterblijft. Dit zorgt voor bodemdaling en draagt bij aan de klimaatverandering. Lachgas heeft een 250 tot 296 keer zo sterk opwarmend vermogen dan CO_2.

Vernatten
Wanneer de ontwatering niet voldoende is en de veengrond (langere tijd) onder water staat, ontstaat er een anaerobe situatie in het veen. Hierdoor komt er methaan (CH_4) vrij. Methaan is ook een broeikasgas en draagt bij aan de klimaatverandering. Methaan heeft echter een 23 tot 28 keer zo sterk opwarmend vermogen dan CO_2. Het gevormde methaan kan echter weer worden opgenomen door ontwaterde veen lagen bovenop het anaerobe veen. Met een laag van 25 cm geoxideerd veen kan het al geheel worden opgenomen.

Factoren en processen
In grote lijnen beïnvloeden de hoeveelheid neerslag, bodemdaling, type veen en bodemtype hoe nat het veen is. De vochttoestand samen met de temperatuur, type veen, aanwezigheid van een klei dek, het type en de hoeveelheidbodemleven en de bemesting beïnvloeden hoeveel van elk type broeikasgas er vrij komt.

Beïnvloeding van processen
Mogelijke maatregelen om het totale effect van veen op klimaatverandering te beperken zijn het omhoog brengen van de grondwaterstand. Hier zit echter een optimum in, welke afhankelijk is van boven genoemde factoren. Dit kan gedaan worden door o.a. het verhogen van het slootpeil of onderwaterdrainage.

Figuur 28: Uitstoot van broeikasgassen door veen (Bron: Klimaatslim boeren op veen).

8.2 Broeikasgasemissies van een (melk)veehouderij

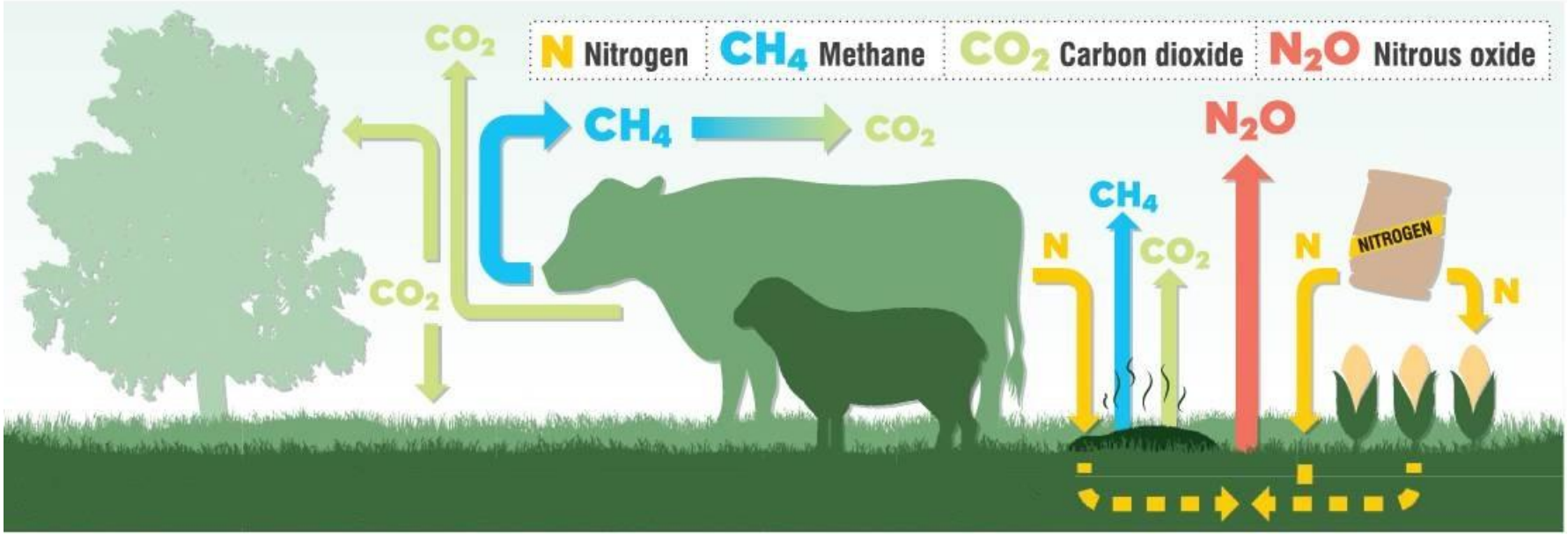
De verschillende bronnen van broeikasgassen van een veehouderij met herkauwers zijn te zien in Figuur 29. De belangrijkste broeikasgasemissies vanuit de (melk)veehouderij zijn afkomstig uit de mestopslag, mestaanwending, beweiding en pensfermentatie.

Mestopslag
Uit mest komen methaan, CO_2 en verschillende vormen van stikstof emissies vrij. Wanneer ureum (uit urine) in aanraking komt met het enzym urease (uit mest) wordt de omzetting van ureum naar ammoniak versneld. Hierdoor is het scheiden van de vloeibare en vast fractie in de stal (met special vloeren en opslag) een efficiënte maatregel voor het beperken van ammoniakemissies. Deze aanpassingen zijn effectiever dan de mest afdekken. Het afdekken van mest zorgt weliswaar voor minder ammoniakemissies, maar kan ook zorgen voor hogere methaan- en lachgasemissies.

Mestaanwending en beweiding
Zowel bij het aanwenden van organische als kunstmest (afhankelijk van de bestanddelen van de kunstmest) komen methaan, CO_2 en verschillende vormen van stikstof emissies vrij.
Wanneer de mest op het gras terecht komt, zoals bij beweiden, komt de mest langer met de luncht in aanraking, waardoor

Wanneer er teveel wordt bemest, zal een deel van de nutriënten uit de mest niet worden opgenomen door het gewas. Dit kan zorgen voor extra broeikasgasemissies naar de lucht en voor uitspoeling naar het grond- en oppervlaktewater, met alle ecologische en fysisch-chemische achteruitgang van dien. Het afstemmen van de bemesting op de gewasbehoefte, een gebalanceerde gewasrotatie en het opnemen van groenbemesters of kruiden kan emissies verminderen of voorkomen en de overtollige stikstof vastleggen.

Pensfermentatie en veevoer
Bij herkauwers vindt fermentatie van hun voedsel plaats in de pens en netmaag, voordat dit door de rest van hun verteringsstelsel gaat. Bij deze fermentatie worden organische stoffen afgebroken tot onder andere vluchtige vetzuren en NH_3 (ammoniak), bij verdere omzetting komen hier waterstof (H_2), CO_2 en methaan (CH_4) uit vrij.
Een verlaging van de hoeveelheid stikstof in het veevoer zorgt voor lagere stikstofconcentraties in urine en mest, wat ammoniakemissies verlaagt. Echter kan het ook zorgen voor hogere methaan- en waterstofemissies die worden geproduceerd door het vee, wat klimaatverandering kan versterken, en kan het slepende melkziekte en andere tekorten in vee veroorzaken. Ook hier geldt dus weer dat men op zoek moet naar een balans.



Figuur 29: Uitstoot en opname van broeikasgassen in de landbouw met herkauwers (Bron: Rural Life, 2021).