

Water en Bodem sturend in het Groene Hart

Bestuurlijk Platform Groene Hart

November 2023

Defacto Stedenbouw

Defacto

stedenbouw

Water en Bodem sturend in het Groene Hart

November 2023

Defacto stedenbouw

Water en Bodem sturend in het Groene Hart is tot stand gekomen in opdracht van het Bestuurlijk Platform Groene Hart

Projectteam

Patricia Braaksma (Bestuurlijk Platform Groene Hart), Welmoed Visser (Coördinatiebureau Groene Hart), Marieke Voeten (Waternet), Merijn Biemans, Daan Willems, Ton Drost (Waterschap Rivierenland), Jan Oostdam, Mark Kramer (Hoogheemraadschap van Rijnland) Anne Loes Nillesen, Gertie van den Bosch (Defacto Stedenbouw).

Tekst

Anne Loes Nillesen, hierbij is voortgebouwd op de teksten uit het Toekomstperspectief Groene Hart 2050, met inhoudelijke review en tekstbijdragen van het projectteam.

Kaarten en illustraties

Defacto Stedenbouw.

Beeldrecht

De auteur heeft gepoogd alle rechthebbenden van beeldmateriaal te achterhalen en te vermelden in de rapportage. Eventuele niet-genoemde rechthebbenden kunnen zich melden. Zij zullen in een volgende druk worden vermeld.

Meer informatie

Voor meer informatie kunt u een mail sturen naar de projectleider vanuit Bestuurlijk Platform Groene Hart: Patricia Braaksma (patricia.braaksma@bestuurlijkplatformgroenehart.nl) of Defacto (office@d.efac.to).

Coverfoto: Vincent van Zeijst

Inhoudsopgave

Water en bodem sturend in het Groene Hart (introductie) 5

DEEL A Veenoxidatie

- 1 – Veenoxidatie 8
- 2 – Veenoxidatie en emissies broeikasgassen 10
- 3 – Bodemdaling door veenoxidatie 11
- 4 – Drooglegging veengebieden 12
- 5 – Opbarstrisico 13

DEEL B Waterkwaliteit

- 1 – Waterkwaliteit 20
- 2 – Interne verzilting (via grondwaterstromen) 22
- 3 – Externe verzilting (via rivieren en kanalen) 23
- 4 – Ecologische waterkwaliteit 24
- 5 – Bodemkwaliteit en ondergrondverdichting 27

DEEL C Zoetwater beschikbaarheid

- 1 – Waterbeschikbaarheid 34
- 2 – Wateraanvoersysteem 36
- 3 – Kwel en infiltratie 37
- 4 – Waterschaarste en de verdringingsreeks 38
- 5 – Zoetwaterafhankelijke landbouw 39
- 6 – Risico funderingsschade 40
- 7 – Drinkwaterwinning 41

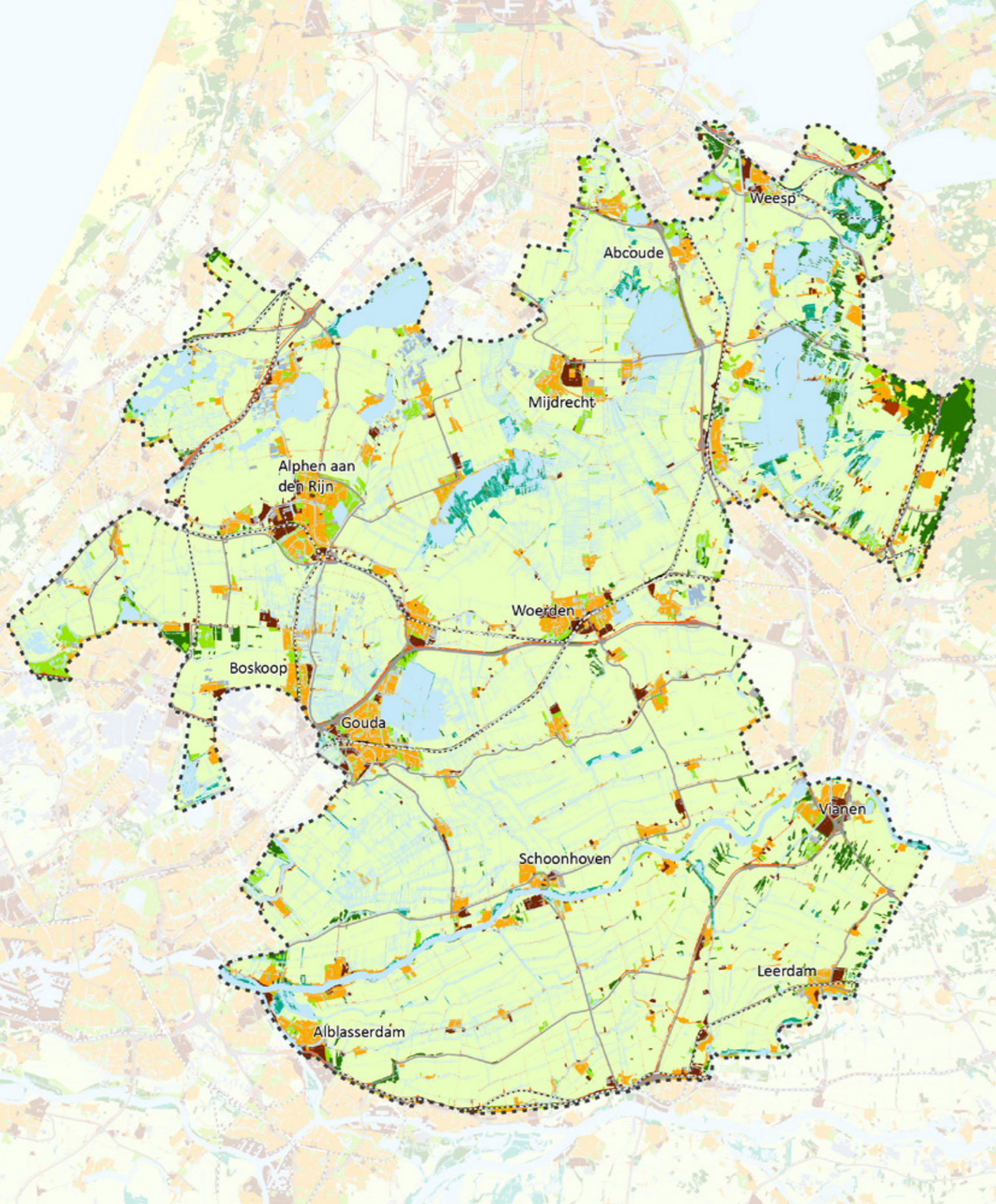
DEEL D Wateroverlast

- 1 – Wateroverlast 48
- 2 – Waterafvoersysteem 50
- 3 – Wateroverlast (regenwater en kwel) 51
- 4 – Ambitie verhogen grondwaterpeil veengebieden 52
- 5 – Waterbergingsgebieden 53

DEEL E Ontwikkel in de meest geschikte gebieden

- 1 – Ontwikkel in de meest geschikte gebieden 60
- 2 – Overstromingsrisico schaderisico 62
- 3 – Overstromingsrisico slachtofferrisico 63
- 4 – Ruimte voor dijkversterkingen 64
- 5 – Zettingsgevoelige gronden 65
- 6 – Hittebestendige bebouwde kernen 66
- 7 – Koele plekken en routes 67

DEEL F Bijlage



Water en bodem sturend in het Groene Hart (introductie)

De vier overheidslagen vertegenwoordigd in het Bestuurlijk Platform Groene Hart (Rijk, provincies, gemeenten, waterschappen) hebben in het voorjaar van 2022 in de Bestuursvereinkomst Groene Hart afgesproken gezamenlijk te werken aan de ruimtelijke opgaven in het Groene Hart. Veel maatschappelijke opgaven hebben een ruimtelijke impact, en niet alles kan. Dat vraagt om slim gebruik van de ruimte en keuzes om het Groene Hart leefbaar te houden en toekomstbestendig te maken. In de bestuursvereinkomst staan drie kenmerkende gebiedseigenschappen van het Groene Hart genoemd die sturend zijn voor de inrichting van de ruimte. Dit zijn de gebiedseigenschappen bodemgesteldheid, het watersysteem en de landschappelijke kwaliteit. In november 2022 is de Kamerbrief Water en Bodem sturend verschenen van het ministerie van Infrastructuur en Water (IENW/BSK-2022/283041). Uit beide documenten blijkt de grote relevantie van het water en de bodem voor de ontwikkeling van het Groene Hart.

De sturende rol die het watersysteem en de bodem hebben, vraagt om inzicht hoe het watersysteem werkt in het Groene Hart, rekening houdend met klimaatscenario's en potentiële ontwikkelingen. In de werkgroep Bodem, Water en Landgebruik van het Bestuurlijk Platform Groene Hart is de vraag opgepakt om de bestaande kennis op te halen bij de Rijksoverheid, de vijf waterschappen en drie provincies en dit bij elkaar te brengen. Het voorliggende rapport is tot stand gekomen door input uit werksessies met alle partijen en bij elkaar gebracht en geanalyseerd door Defacto Stedenbouw.

Het rapport is, met het grote aantal kaarten, een atlas geworden met informatie over de veenoxidatie (deel A), de waterkwaliteit (deel B), de zoetwaterbeschikbaarheid (deel C), wateroverlast (deel D) en woningbouw in kernen (deel E). De atlas 'Water en Bodem sturend in het Groene Hart' is een ondersteunend rapport aan het Ontwikkelperspectief Groene Hart en de uit te werken gebiedsopgaven in landelijk en bebouwd gebied in het kader van de NOVEX en PPLG-gebieden aanpak in het Groene Hart.

September 2023
Coördinatiebureau Groene Hart.

DEEL A

Veenoxidatie

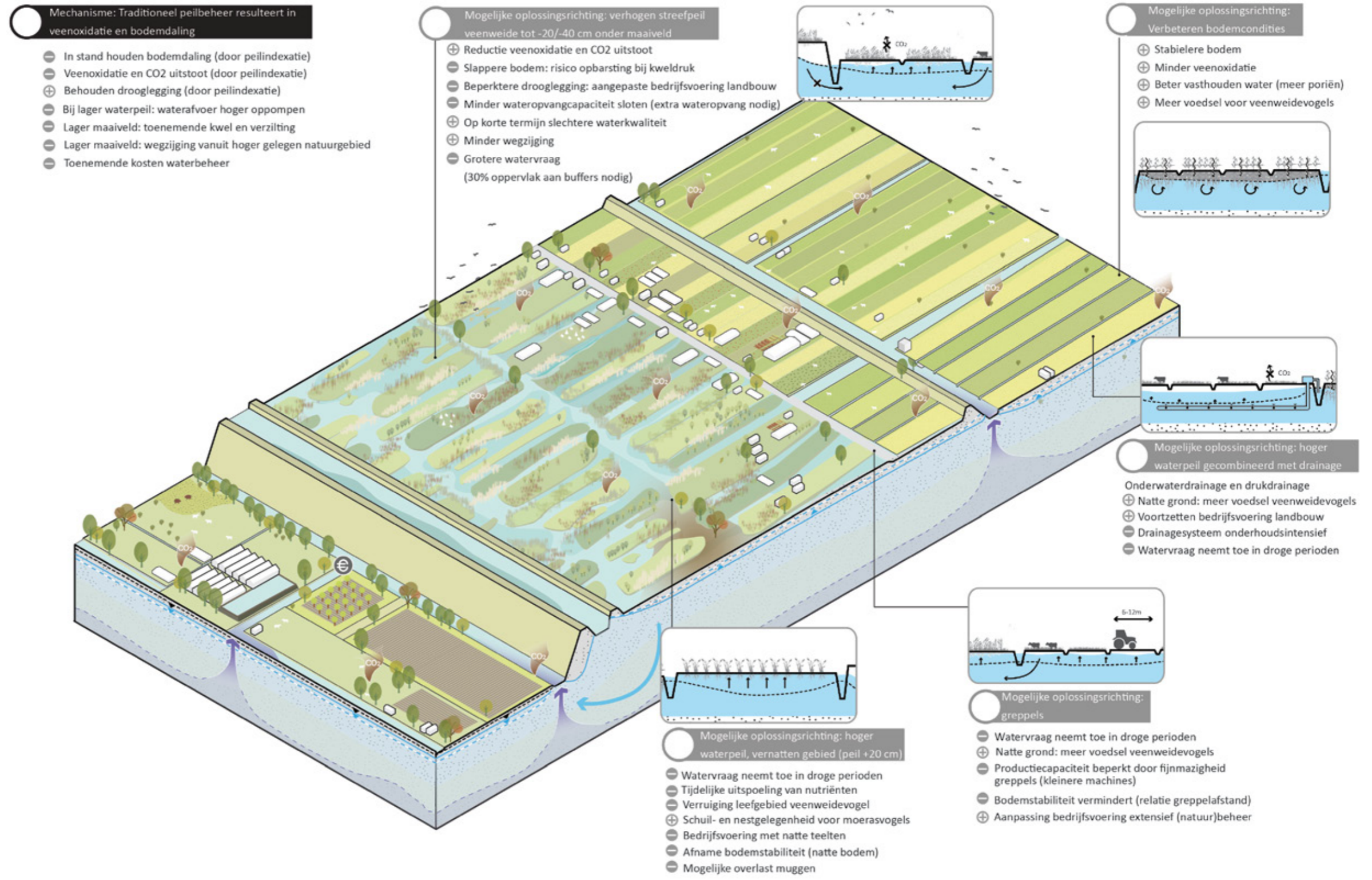
Afgelopen eeuwen zijn veengebieden ontwaterd ten behoeve van de landbouw. Eenmaal aan de lucht blootgesteld, verteert het veen (oxidatie) dat daarmee jaarlijks 2-3% bijdraagt aan de totale uitstoot van CO₂-emissie in Nederland en de bodem daalt. Voor het Groene Hart, wat een groot aandeel veengronden kent, is de aanpak van bodemdaling en veenoxidatie een urgente en prioritaire opgave.

1 – Veenoxidatie

Afgelopen eeuwen zijn voor de agrarische productie de veengebieden ontwaterd. Eenmaal aan de lucht blootgesteld, verteert het veen (oxidatie) waarbij CO2 vrijkomt. Dit draagt jaarlijks bij aan circa 2-3% van de totale Nederlandse CO2-emissie. Daarnaast zorgt dit voor versnelde bodemdaling in de veengebieden die leidt tot:

- schade aan landbouw, natuur, gebouwen en infrastructuur;
- toename van verzilting en opbarsting;
- stijgende kosten waterbeheer;
- afname drooglegging (die leidt tot slappere, nattere bodems).

De grondwaterpeilen worden met het zakkende maaiveld mee verlaagd om voldoende ontwateringsdiepte te behouden. Dit leidt tot verdere oxidatie en bodemdaling, en er ontstaat een negatieve spiraal. Zowel het huidige tempo van de oxidatie als de bijgaande bodemdaling zijn niet houdbaar. Land zakt steeds verder weg, met alle maatschappelijke kosten van dien, en de CO2-uitstoot moet worden beperkt om de klimaatdoelen te halen en om verdere klimaatschade te voorkomen. Ingrijpen in het water en bodemsysteem is onvermijdelijk, en een kans om het Groene Hart leefbaarder, aantrekkelijker, duurzamer en economisch vitaler te maken. Door in de veengebieden het waterpeil te verhogen en grotere robuustere peilvakken te maken, kan de veenoxidatie en bodemdaling structureel worden geremd. Hierbij zal (gedifferentieerd naar bodemcondities, watersysteem en behoeften van het gebied) het grondwater zo'n -40 tot -20 cm onder het maaiveld komen te staan. Dat betekent dat het natuurlijk reliëf de ontwateringsdiepte mede gaat bepalen. Lager gelegen stukken worden natter.



2 – Veenoxidatie en emissies broeikasgassen

Het Groene Hart bestaat grotendeels uit slappe veenbodems. Eenmaal aan de lucht blootgesteld, verteert het veen (oxidatie). Dit draagt jaarlijks 2-3% bij aan de totale uitstoot van CO₂-emissie in Nederland. Daarnaast zorgt deze oxidatie voor versnelde bodemdaling. Bij strategieën voor het remmen van bodemdaling (zoals grondwaterpeil verhogen) moet rekening worden gehouden met de verschillen in (veen)bodemtypen en diepten. Voor gebieden met een diepere veenlaag is het belangrijk om de effecten van bodemdaling structureel tegen te gaan. Op plekken waar de veenlaag nog (zeer) dun is, heeft het verhogen van het grondwaterpeil minder effect op het beperken van de CO₂-uitstoot.

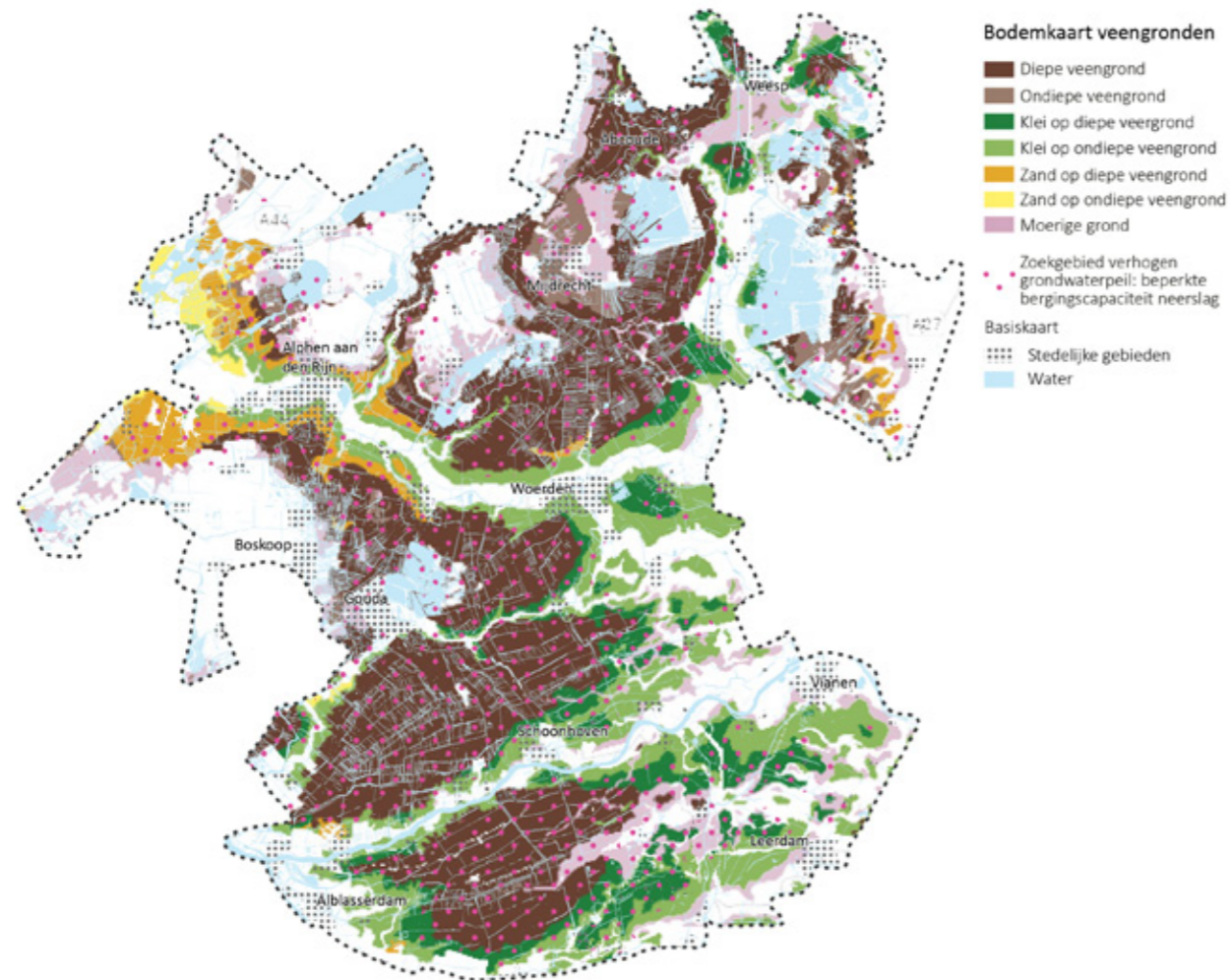


FIG. A.1 Kaart veengebieden en indicatie bodemsoort (kaart Defacto, bron data: WUR 2015; Deltares 2022)

3 – Bodemdaling door veenoxidatie

Het Groene Hart bestaat grotendeels uit slappe bodems met een pakket veen. Deze bodems zakken door veenoxidatie. Dit treedt op bij gronden die onbedekt zijn zoals landbouwgrond, berm, stadsparken. Daarnaast worden slappe bodems samengedrukt bij belasting (zoals het gewicht van gebouwen en wegen). Dit wordt veroorzaakt door consolidatie (grondwater wordt uit de bodem gedrukt, dit wordt vóór de bouw van een gebouw opgevangen met voorbelasting) en kruip (restzetting die decennia kan doorgaan). Restzetting kan leiden tot hoge kosten voor beheer en onderhoud en bodemdaling leidt tot schade en hogere beheerkosten van infrastructuur, dijken, bebouwing, openbare ruimte, leidingen, tuinen, landbouwpercelen en dergelijke. Daarnaast kan de bodem opbarsten. Dit betekent dat de bodem omhoog kan komen door te veel druk van kwelwater, wat kan plaatsvinden in slootbodems, op land of bij het graven van putten of sleuven. Het verhogen van het grondwaterpeil van veengebieden kan de bodemdaling remmen, maar is ook een aandachtspunt voor bestaande bebouwing (is deze waterbestendig?), leidingen en tunnels (gaan deze niet opdrijven?).

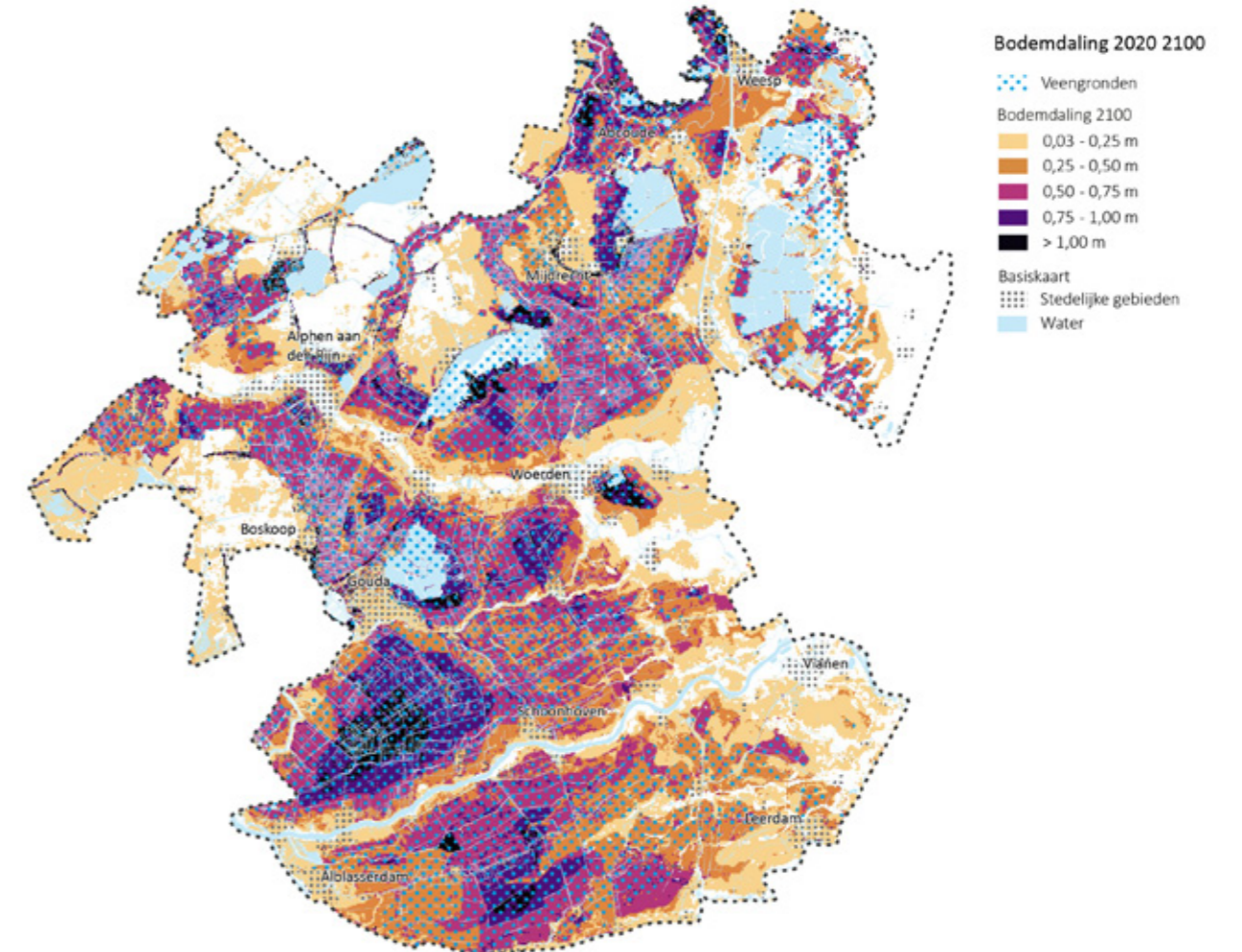


FIG. A.2 Kaart voorspelling bodemdaling 2020-2100 (kaart Defacto, bron data: WUR 2015; Deltares, WEnR & TNO 2021)

4 – Drooglegging veengebieden

Wordt het peil niet meer geïndexeerd of zelfs verhoogd (naar -20/ -40 cm onder maaiveld om de uitstoot van broeikasgassen af te remmen), dan zal de drooglegging en draagkracht van de bodem afnemen. Ook zal de hoeveelheid water die in de bodem en het oppervlaktewater kan worden geborgen afnemen (groter risico op wateroverlast).

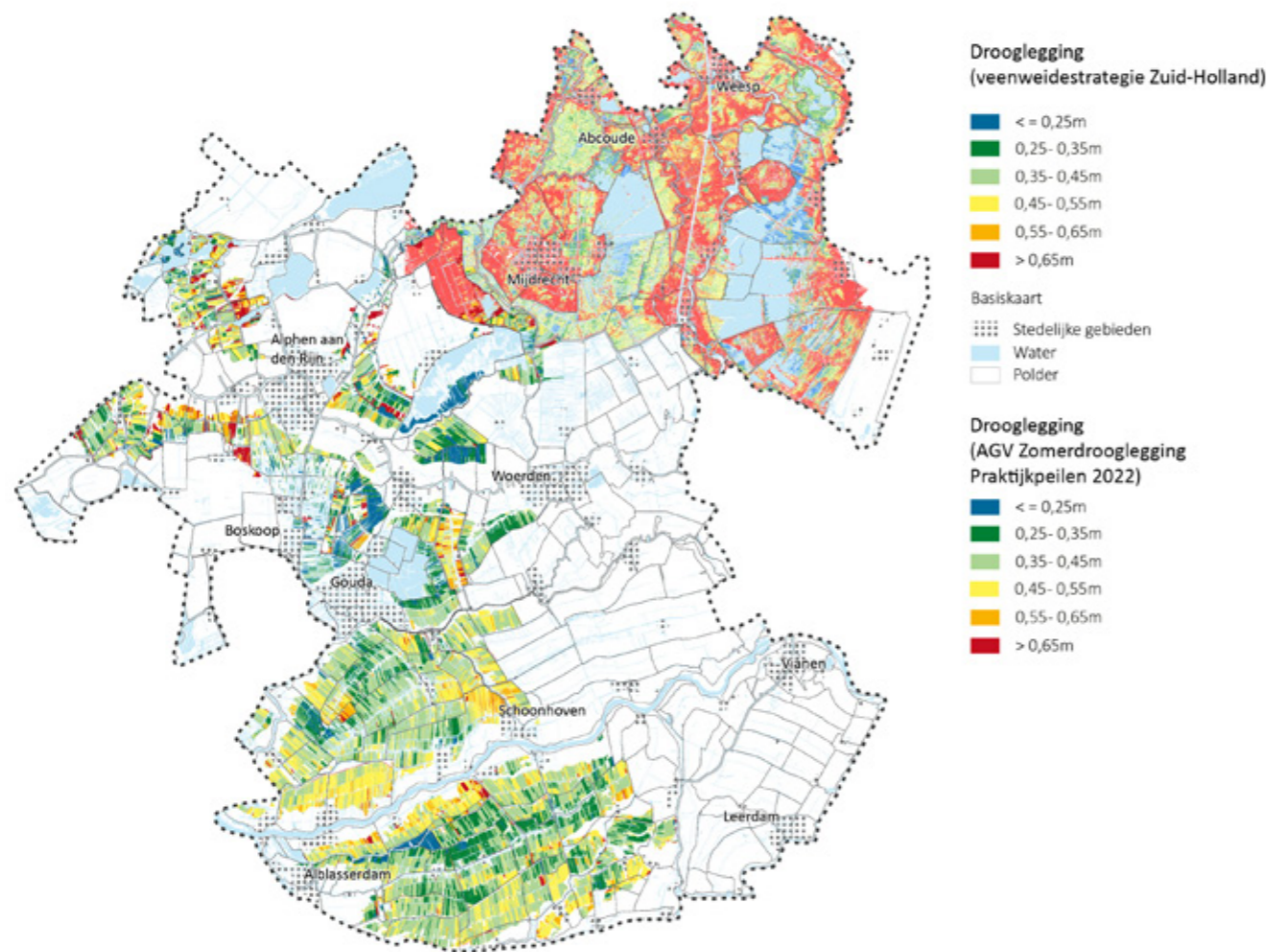


FIG. A.3 Kaart drooglegging veengebieden binnen de Provincie Zuid-Holland en waterschap AGV (kaart Defacto, bron data: Provincie Zuid-Holland 2021 en AGV; beide gebieden berekenen de drooglegging anders waardoor deze tussen de gebieden niet geheel vergelijkbaar is).

5 – Opbarstrisico

Als de bovenste grondlaag dun is, kan de bodem opbarsten als de opwaartse druk van het grondwater groter is dan het gewicht van de grond. Met name in bodemdalingsgevoelige veengebieden ontstaan door opbarsting wellen op het maaiveld en in sloten en neemt de draagkracht van de bodem af. Bij reguliere bouwwerkzaamheden (graven van nieuwe watergangen en waterpartijen, rioleringswerkzaamheden) neemt het risico op opbarsting en welvorming toe. Onderstaande kaart toont het risico op opbarsten van het maaiveld, waarbij een index van kleiner dan 1,1 een groot risico op opbarsten kent.

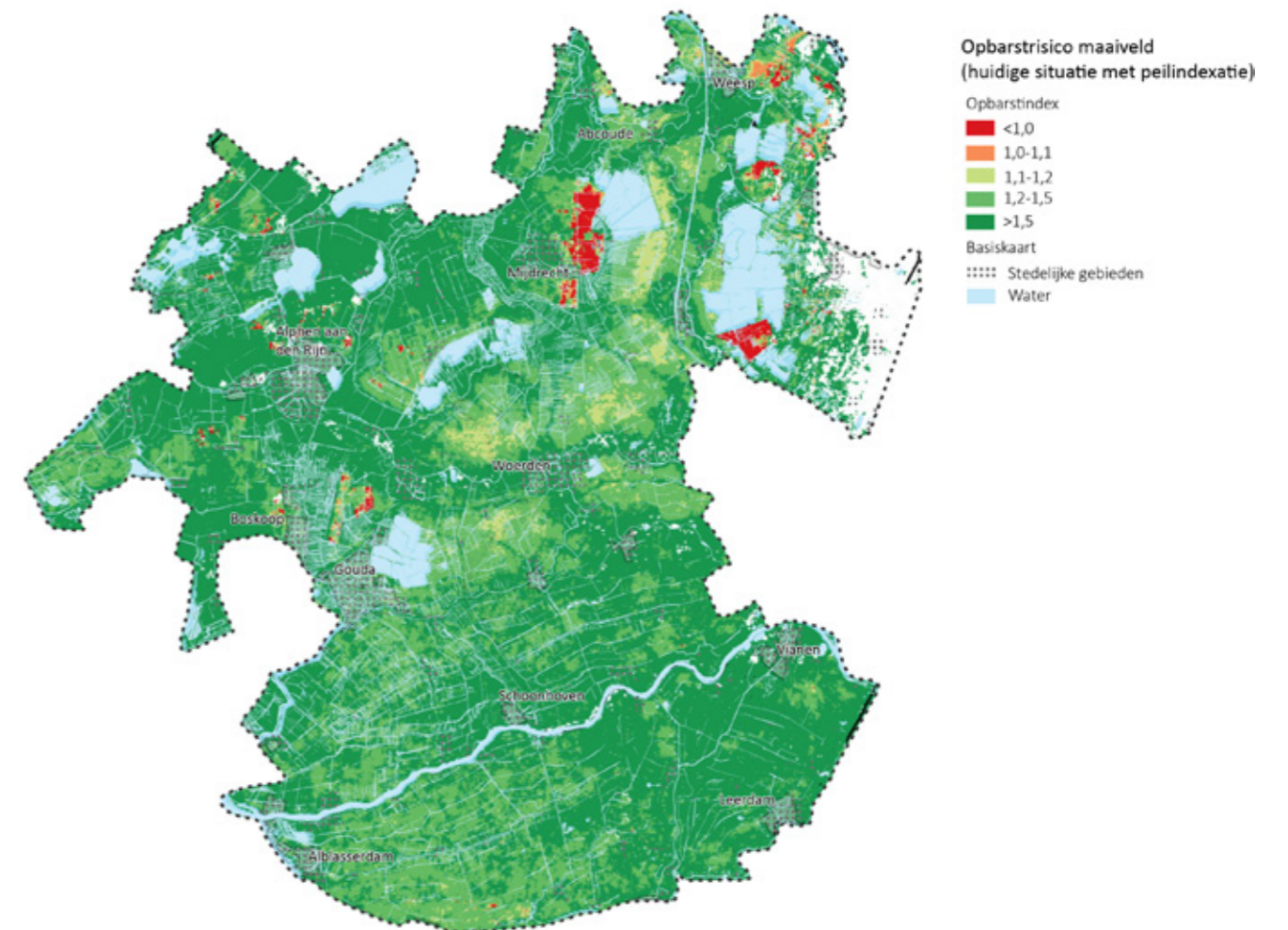


FIG. A.4 Kaart index opbarstrisico (kaart Defacto, bron data: Deltares 2018)

Hotspotkaart veenoxidatie

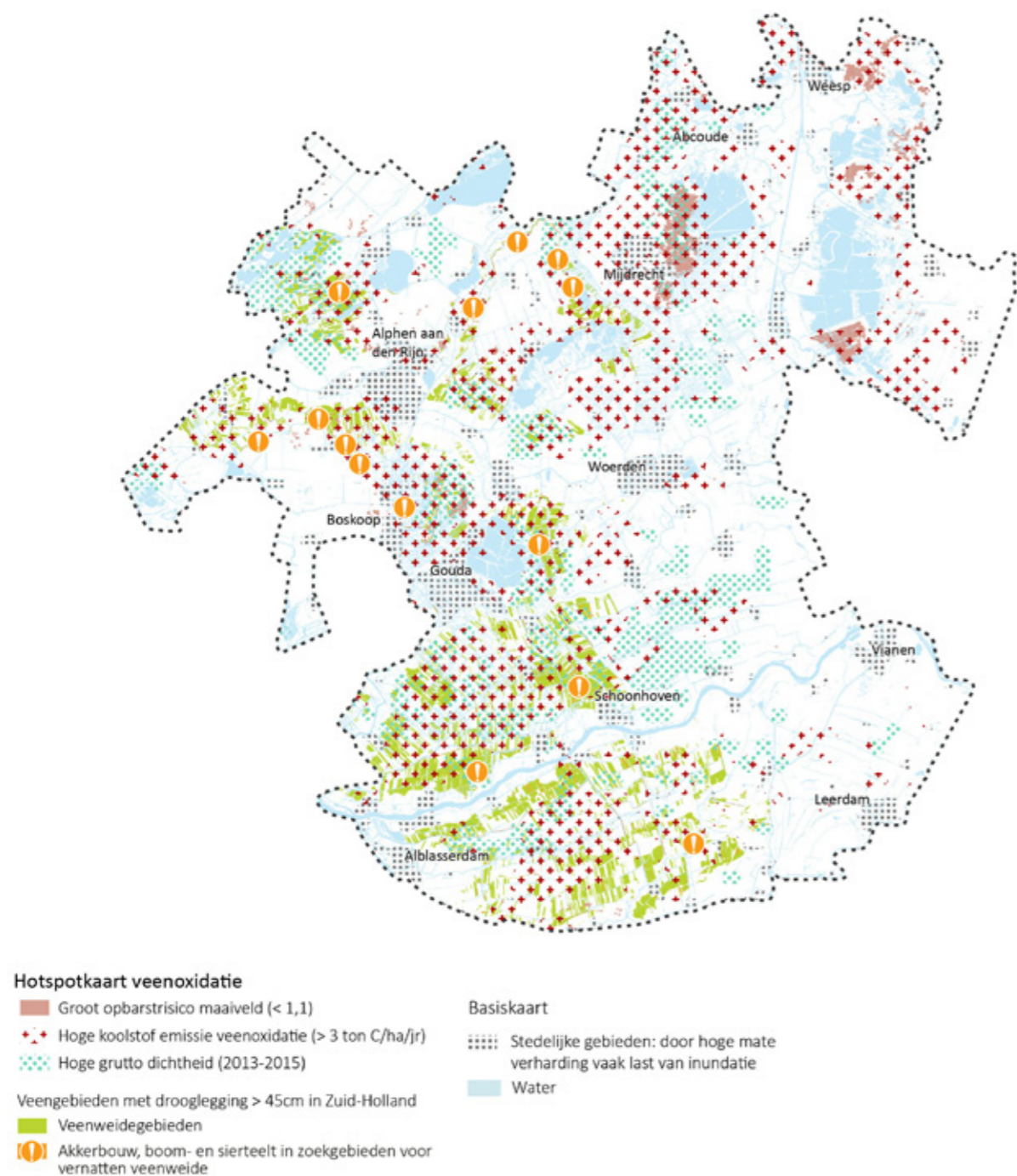


FIG. A.5 Hotspotkaart veenoxidatie (kaart Defacto, bron data: Deltares 2018; WUR 2013; Sovon 2018; WUR 2015; Provincie Zuid-Holland 2021; PDOK 2019).

Zet in op het beperken van veenoxidatie en bodemdaling

Door in de veengebieden het waterpeil te verhogen en grotere robuustere peilvakken te maken kan de veenoxidatie en bodemdaling structureel worden geremd. Hierbij zal (gedifferentieerd naar bodemcondities, watersysteem en behoeften van het gebied) het grondwater zo'n -40 tot -20 cm onder het maaiveld komen te staan. Daarbij zal het natuurlijk reliëf de drooglegging mede gaan bepalen. Lager gelegen stukken binnen een peilgebied worden natter. Hogere grondwaterstanden in bebouwd gebied zijn ook wenselijk ter bescherming van houten funderingen, voldoende water voor planten en dieren, bodemkwaliteit en biodiversiteit. In het stedelijk gebied is de bodemopbouw vaak zeer afwisselend door vergravingen en zandcunetten. Wat voor de ene functie een goede waterstand is, kan bij andere functies juist overlast veroorzaken. Goed onderzoek vooraf is dan ook belangrijk om de juiste maatregelen te treffen. Via een gebiedsgerichte aanpak waarbij locatiespecifiek de kenmerken (verschillende veenbodemtypen en dieptes), opgaven en kansen worden verkend, wordt hieraan een verdere invulling gegeven. Er wordt momenteel wetenschappelijk onderzoek uitgevoerd naar de effectiviteit van peilverhoging op broeikasuitstoot en peilen worden aan de hand daarvan optimaal ingesteld.

- ⓘ De uitstoot van broeikasgassen wordt beperkt, maar verhogen van het grondwaterpeil vermindert potentieel (tijdelijk) de waterkwaliteit (uitspoeling nutriënten). Dit vraagt om afweging doelen klimaat en waterkwaliteit (KRW).
- ⓘ De drooglegging van een gebied neemt af door hogere waterstanden, ook wordt de bodem slapper. Dit kan impact hebben op de agrarische bedrijfsvoering en bebouwing (dit kan eventueel worden beperkt door drainagesystemen of bodemverbetering).
- ⓘ De waterbergingscapaciteit van een gebied neemt af door de hogere waterstanden (sloot en grondwater).
- ⓘ De watervraag van het gebied neemt in droge periode sterk toe (aanleggen van een waterbuffer neemt ca 30% van het oppervlak in beslag).

Aandachtspunten voor verschillende gebruiksfuncties

- 🏠 Hou bij de aanleg van woningen en kabels en leidingen rekening met hoge grondwaterstanden en wateroverlast (waterbestendig ontwikkelen). In gebieden met een risico op opbarsting zijn aanvullende maatregelen nodig voor woningbouw.
- 🐄 Hou bij agrarisch gebruik in veengebieden rekening met steeds beperktere drooglegging, slappere bodems en toenemende wateroverlast. Melkveehouderij is bij verhoging van het grondwaterpeil met aanpassingen nog steeds mogelijk (wel kunnen ze minder beweiden en ruwvoer winnen en zal meer veevoer aangevoerd moeten worden, dit laatste is niet in lijn met de ambities voor kringlooplandbouw). In sommige gebieden komen de bestaande bedrijfsvoering en de gangbare teelten en landbouwmethoden onder druk te staan. Van sommige agrarische bedrijven wordt een transitie gevraagd om zich aan te passen (waarbij tijdelijke ondersteuning waarschijnlijk noodzakelijk is).
- 🌿 Hogere waterpeilen in agrarische gebieden kunnen als hydraulische buffer werken voor naastgelegen natuurgebieden (wegzijing neemt af). De waterkwaliteit kan door de vernatting van landbouwgebieden afnemen en extensivering van agrarische gebieden kan deze minder geschikt maken voor weidevogels.
- ⚡🌳🏡 De transformatiegebieden bieden kansen voor ecologie, de energietransitie, het versterken van de recreatie en cultuurhistorische waarden (herkenbaarheid waterlinie) en nieuwe verdienmodellen voor CO2 en natte teelten.

Bouwstenen veenoxidatie

Door het oppervlaktewaterpeil niet verder te verlagen als reactie op bodemdaling, of de (grond)waterpeilen actief te verhogen, neemt de uitstoot van emissies binnen veengebieden af. Het (grond)water komt dichterbij het maaiveld te staan, waarmee de drooglegging (bodem wordt natter) en de stabiliteit van de bodem afneemt (bodem wordt slapper).

Hoger slootwaterpeil (vernatten)

Door het oppervlaktewaterpeil niet meer te verlagen als reactie op bodemdaling komt het (grond)water ten opzichte van het maaiveld hoger te staan. De doorwerking hiervan op de percelen is beperkt, vandaar de inzet van waterinfiltratiesystemen.

De uitstoot van broeikasgassen wordt beperkt (minder veenoxidatie), maar door de vernatting vermindert tijdelijk de waterkwaliteit (al dan niet tijdelijk meer uitspoeling van nutriënten). Dit vraagt om afweging doelen klimaat en waterkwaliteit (KRW).

De waterbergingscapaciteit van een gebied neemt af door de hogere waterstanden (sloot en grondwater).

De watervraag van het gebied neemt in droge periode sterk toe (aanleggen buffer neemt 30% oppervlak in beslag). De vernatting van agrarische gebieden kan als een hydraulische buffer werken voor naastgelegen natuurgebieden (wegzijing neemt af).

Op kavels waar de waterbeheerkosten hoger zijn dan de agrarische opbrengst (zogenaamde knikpuntkavels) kan worden ingezet op extensief natuurbeheer.

Greppels

Oorspronkelijk zijn greppels aangelegd om af te wateren naar de sloot. Bij greppelinfiltratie worden deze watervoerend gemaakt om zo de grondwaterstand te verhogen.

Greppels bieden kansen voor meer extensief natuurbeheer. Bij kleinere afstanden tussen de greppels (6-12m) kunnen natuurwaarden vergroot worden en blijft de bodem langer nat, wat positief is voor veenweidevogels (nattere kavels bieden meer voedsel voor weidevogels).

Bij fijnmazige greppels neemt de productiviteit af (minder grote landbouwmachines): dit gaat vaak samen met meer extensief (natuur)beheer.

Dichtere afstand tussen greppels verhoogt de grondwaterstand en verlaagt de draagkracht van de bodem.

(Druk)drainagebuizen

Het grondwaterpeil van een kavel tussen sloten staat in de winter bol (de kavel is nat en watert af op de sloot) en in de zomer hol (de kavel is droog en voert water aan uit de sloot). Onderwaterdrainage, drukdrainage en greppels zorgen voor een gelijkmatig grondwaterpeil.

Het wintergrondwaterpeil is lager waardoor de bodem minder slap is en toegankelijk blijft voor koeien en machines. 's Zomers wordt er water aangevoerd voor natuur (nattere kavels bieden meer voedsel voor weidevogels) of landbouw. De watervraag neemt toe.

Kunststof drainagebuizen zijn meer kostbaar dan bovengrondse begreppeling en er wordt momenteel gerekend met een afschrijftermijn van 20 jaar. Vaak worden deze niet verwijderd, maar worden er nieuwe buizen naast gelegd waardoor er veel plastic in de bodem komt (er bestaan echter wel biologisch afbreekbare drains) (KIWA richtlijn BRL 1411 en 1412 Drainagebuizen). Daarnaast vergroot drainage (tijdelijk) de uitspoeling van nutriënten en organische stoffen.

Vitale bodem

Een vitale bodem betekent dat er veel organismen in de bodem zitten (schimmels, bacteriën) die nutriënten in de bodem kunnen afbreken, zorgen voor voedingsstoffen en een goede doorworteling waardoor water goed kan worden vastgehouden en gereguleerd. Doordat de bodem meer water vasthoudt, worden oxidatieprocessen geremd.

Vitale bodems (met meer voedingsstoffen, organismen en een betere waterregulatie) bieden ook voordelen voor landbouw en ecologie.

De stabiliteit en vochtregulatie van de bodem kan worden verbeterd door klei in te mengen in veenbodems. Hiermee zijn kavels met een beperktere drooglegging beter bereikbaar.

Natte teelten

Een aantal gewassen zijn goed bestand tegen hoge grondwaterstanden. Door in te zetten op alternatieve teelten kunnen vernatte gebieden waar bestaande gewassen niet meer rendabel zijn, alsnog opbrengst genereren. Het kan gaan om alternatieve voedergrassen voor vee, voedsel voor consumptie (zoals cranberries), maar ook voor circulaire bouwmaterialen of biomassa (zoals lisdodde en veenmos).

Ophoging van de grondwaterstand hoger dan 20 cm onder maaiveld kan leiden tot extra methaanuitstoot.

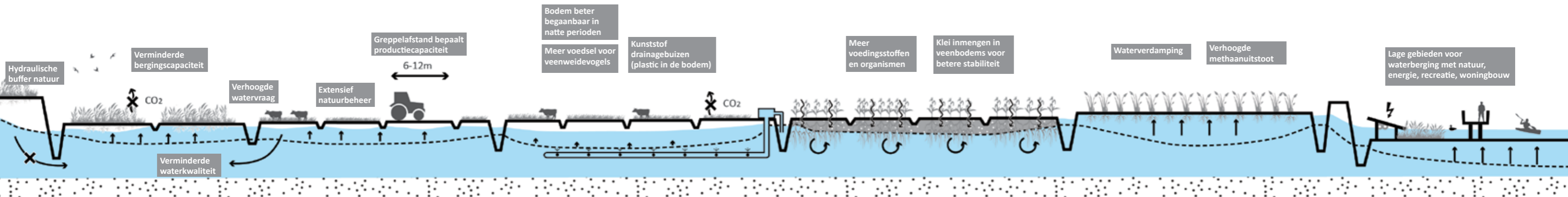
Natte teelten zijn met name goed inzetbaar in gebieden met onderbemaling waar de kavel door bodemdaling lager ligt dan de omliggende sloten. Hier vindt geen wegzijing van water plaats en zitten veel nutriënten in de bodem (door eerdere agrarische bemesting).

Er verdampt veel water waardoor de watervraag toeneemt. Flexibele peilen maken het mogelijk meer water te bufferen.

Ander landgebruik

Indien de waterstanden worden verhoogd, zullen de laagste kavels binnen een peilgebied een relatief kleine drooglegging hebben en regelmatig onder water komen te staan. Deze gebieden kunnen eventueel worden ingezet voor andere functies die een ruimtevraag kennen.

Deze laaggelegen gebieden kunnen worden ingezet voor waterberging (bijvoorbeeld in combinatie met extensief natuurbeheer, natte teelten, recreatief gebruik, zonne-energie of woningbouw).



A photograph of a pond in a park-like setting. The water is heavily covered with a thick layer of bright green algae. In the center of the pond, there is a small fountain with several water jets. The background is filled with tall, dense green trees, including several large weeping willows. The sky is a pale, clear blue. The overall scene is lush and green, suggesting a natural or semi-natural water body.

DEEL B

Waterkwaliteit

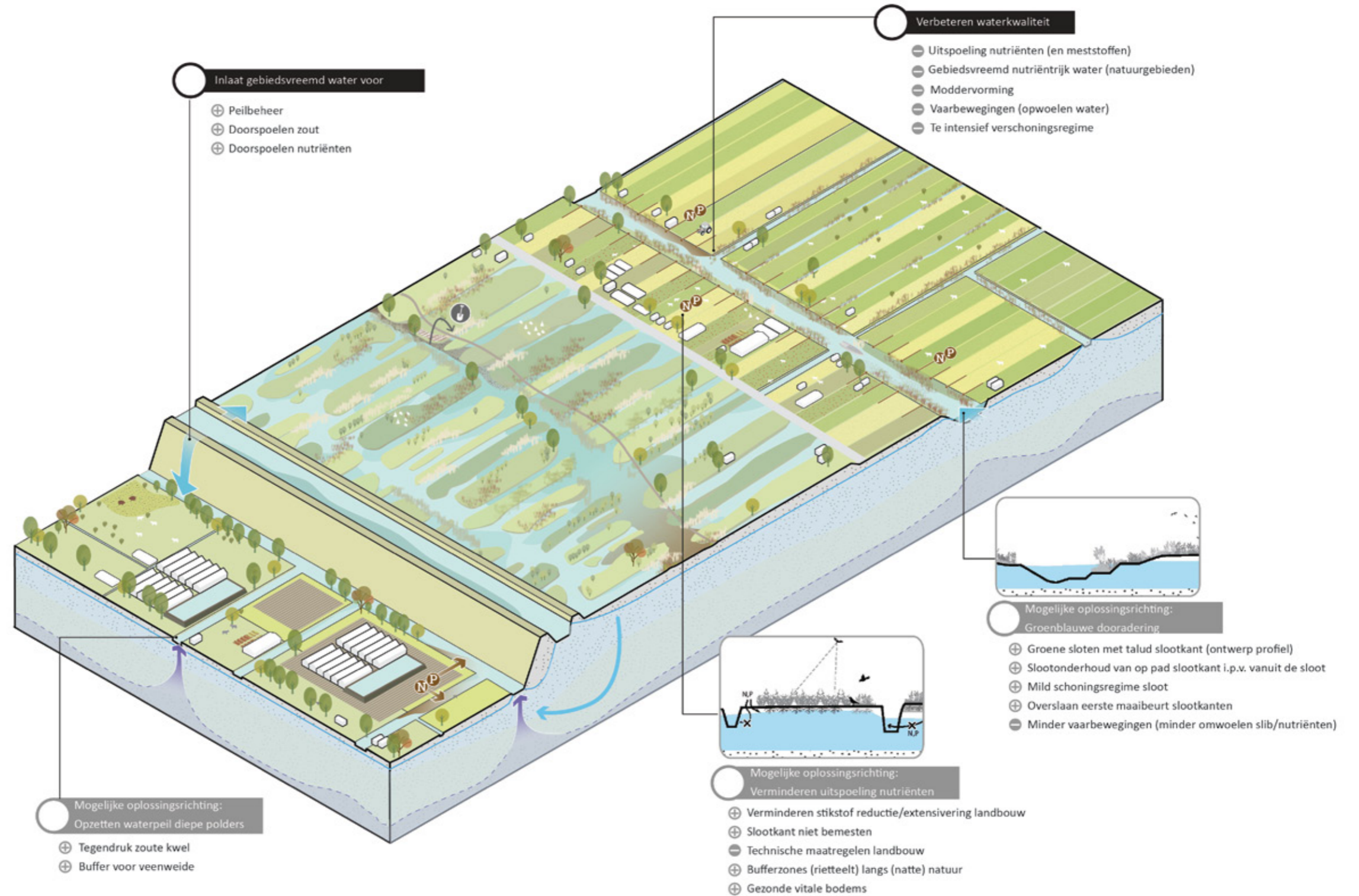
Het realiseren van de Natura 2000 instandhoudingsdoelstellingen, vraagt om een verbetering van de waterkwaliteit. Schoon en gezond water is belangrijk voor mensen, dieren en planten. Hoe beter de kwaliteit van het water, hoe meer soorten dieren en planten erin kunnen leven. De Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) is het belangrijkste wettelijke kader voor de waterkwaliteit. Op grond van de KRW zijn doelen vastgesteld die in 2027 behaald moeten zijn. Door de landbouw vindt er uitspoeling van nutriënten richting het oppervlaktewater plaats. Daarnaast neemt de verzilting door steeds verder toenemende zoute kwel toe. De waterkwaliteit kan worden verbeterd door uitspoeling van nutriënten, moddervorming en de inlaat van gebiedsvreemd water (in droge perioden) te beperken. Aangepaste inrichting en onderhoud van sloten en slootkanten kan de waterkwaliteit aanzienlijk verbeteren en substantiële ecologische winst opleveren.

1 – Waterkwaliteit

In diepe polders treedt verzilting op doordat zout grondwater naar het oppervlak stroomt. Momenteel wordt dit zout doorgespoeld met zoet water wat wordt ingelaten uit de rivieren. Dit zal in de toekomst in perioden van droogte niet houdbaar zijn, waardoor gebieden verzilten en er zal moeten worden ingezet op zoetwaterbuffers.

Het realiseren van de huidige Natura 2000 instandhoudingsdoelstellingen, vraagt om een verbetering van de waterkwaliteit, met een grote opgave voor landbouwgebieden. Het gaat om zowel ecologische als chemische waterkwaliteit. De waterkwaliteit kan worden verbeterd door uitspoeling van nutriënten, moddervorming en de inlaat van gebiedsvreemd water (in droge perioden) te beperken. Aangepaste inrichting en onderhoud van sloten en slootkanten kan de waterkwaliteit aanzienlijk verbeteren en substantiële ecologische winst opleveren. Voor sloten kan worden gedacht aan het toepassen van andere sloot schooningsmethodieken en -frequenties en een aangepaste inrichting (verdiepingen voor overwintering, luwe zones als paaiplassen). Met de aanleg van zogenaamde terrastaluds (een verdiepte zone van 1 – 3 m breed) kan ruimte worden geboden aan waterplanten en het moerassige karakter met bijbehorende ecologische waarden worden versterkt.

Daarnaast liggen er kansen voor de ecologische inrichting en beheer van slootkanten: door deze niet mee te bemesten en een eerste maaibeurt over te slaan, spoelen er minder meststoffen en nutriënten het water in. Deze maatregelen zijn in een moderne bedrijfsvoering goed inpasbaar.



2 – Interne verzilting (via grondwaterstromen)

In gebieden met kweluitreding komt er zout vanuit de bodem in het oppervlaktewater terecht. Dit gebeurt met name in diepe droogmakerijen waar, door het verlagen van (grond)waterpeilen, de tegendruk tegen kwelstromen is verminderd. Dit zoute water is niet geschikt voor functies die zoet water nodig hebben zoals veel van de huidige landbouwgewassen, zoetwaterafhankelijke natuurgebieden en stedelijk groen.

Door in diepe droogmakerijen water op te zetten kan de kwelstroom worden geremd. In gebieden met beperkte aanvoermogelijkheid van zoetwater zal de agrarische bedrijfsvoering mogelijk moeten worden aangepast aan de zoutere omstandigheden (bodemverbetering, wateropvang, accepteren schade, andere gewassen). In zoetwaterafhankelijke natuurgebieden die schade oplopen door watertekort (veenafbraak) of de inlaat van gebiedsvreemd water, kan worden ingezet op het vasthouden van water en voorkomen van wegzijging naar de omgeving.

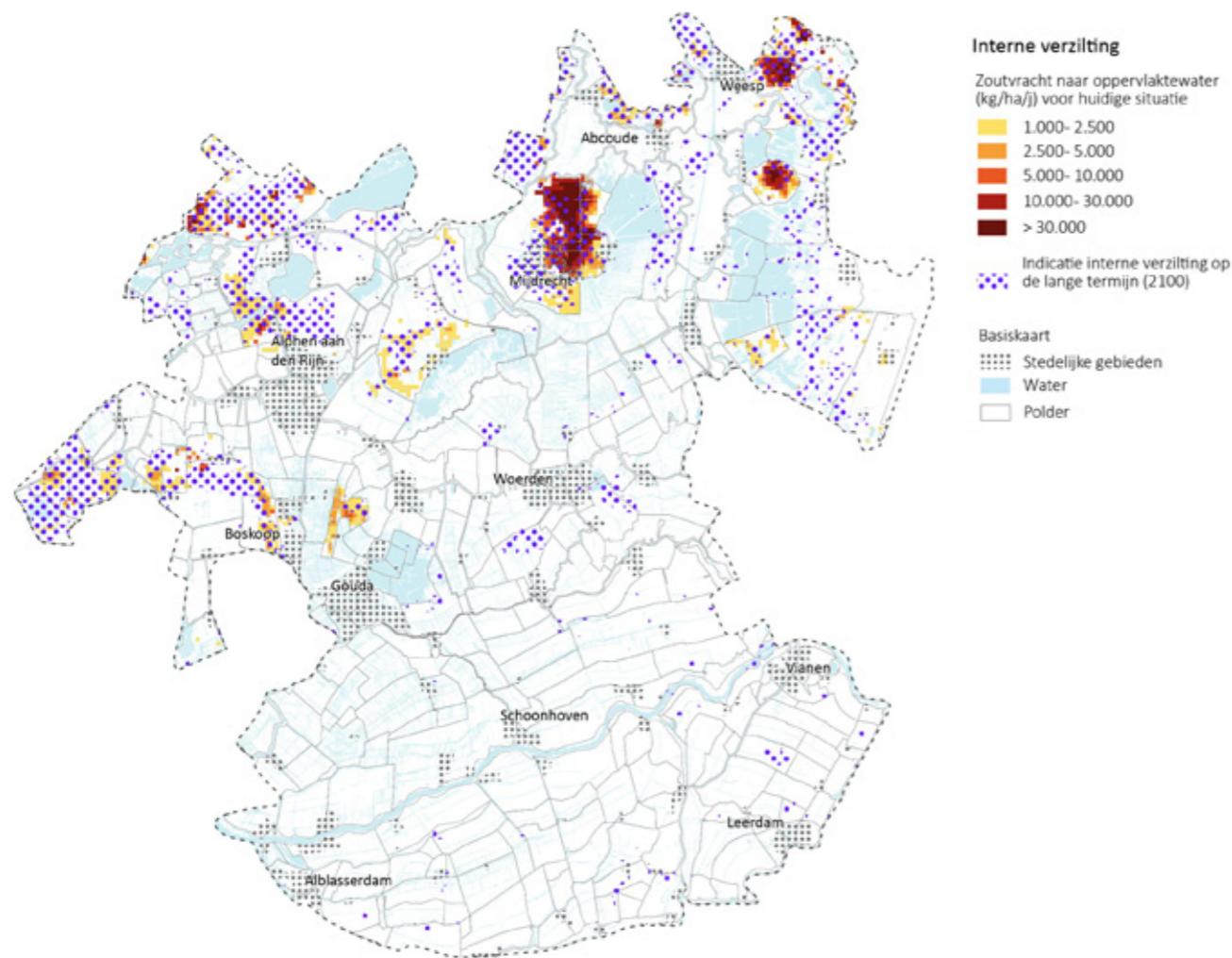


FIG. B.1 Kaart interne verzilting (nu en in de toekomst) (kaart: Defacto, bron data: Deltares 2022).

3 – Externe verzilting (via rivieren en kanalen)

Het zoute water van de Noordzee kan door schutbewegingen bij IJmuiden diep het Noordzeekanaal indringen en het Amsterdam-Rijnkanaal bereiken. In droge perioden met weinig rivierwaterafvoer kan daarnaast ook via de Nieuwe Waterweg bij Rotterdam het zout rivieropwaarts trekken en de zoetwaterinlaatpunten van Gouda en Kinderdijk bereiken (dit kan worden versterkt door zeespiegelstijging).

De impact van deze externe verzilting bij de inlaatpunten (hoe ver verspreidt het zout zich door het systeem) is nog niet goed in beeld. Het beter vasthouden van gebiedseigen water en het beperken van de watervraag voor het doorspoelen van polders (aanpassen bedrijfsvoering aan zoutere omstandigheden) maakt het gebied minder kwetsbaar voor eventuele externe verzilting.

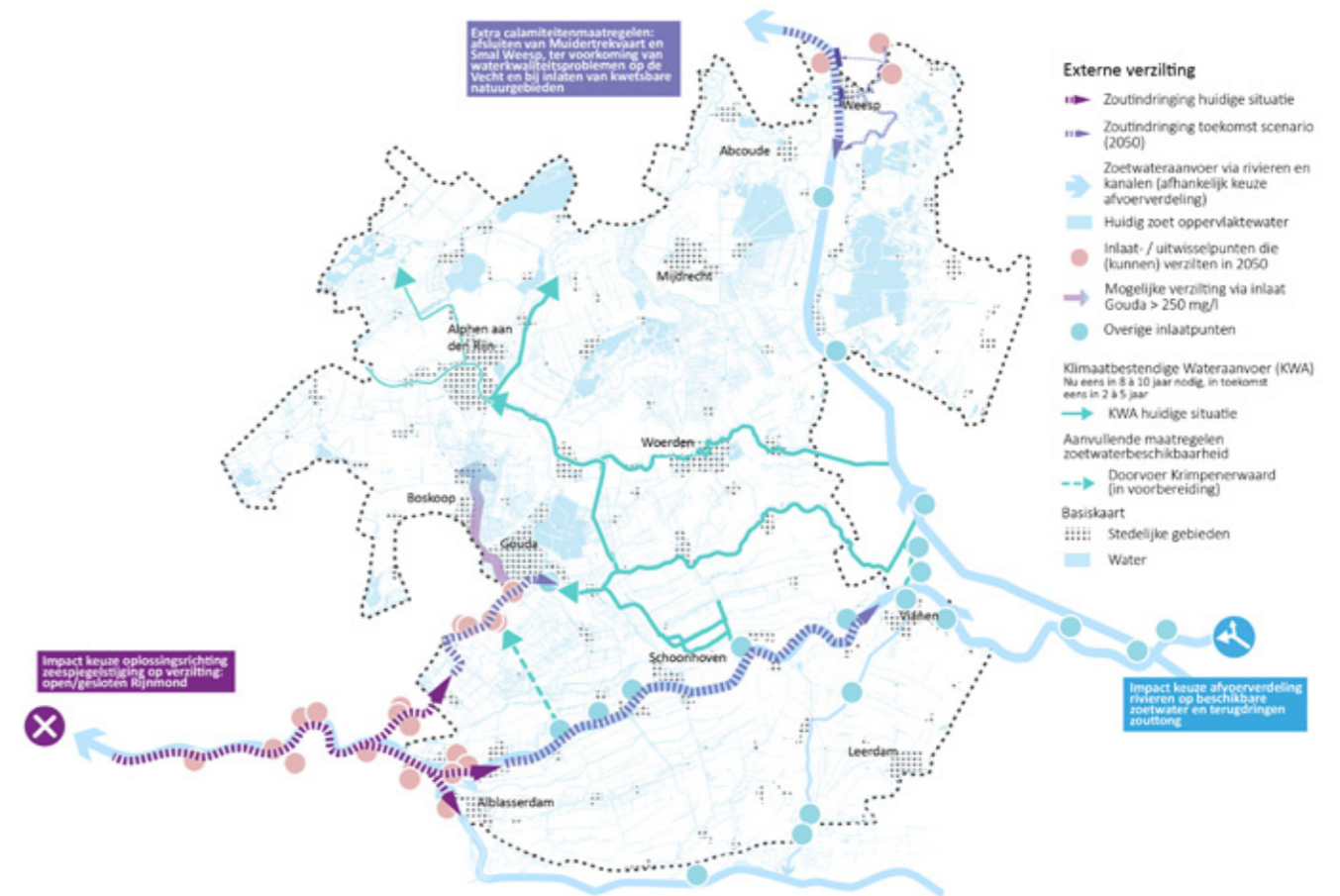


FIG. B.2 Kaart externe verzilting (nu en in de toekomst) met de zoetwaterinlaatpunten die op termijn vaker verzilten en Klimaatbestendige Wateraanvoer. (kaart Defacto, bron data: Deltaprogramma 2014 aangepast op basis van expert judgement; Deltares 2015; WABES punten via expert HHSK; Deltares 2014 en Hydrologic 2020 aangevuld door expert judgement).

4 – Ecologische waterkwaliteit

De ecologische waterkwaliteit is net als in de rest van Nederland onvoldoende. Er zijn verschillende factoren die bijdragen aan de verslechtering van de waterkwaliteit in het Groene Hart, waaronder de manier waarop slootreiniging wordt uitgevoerd, het gebruik van meststoffen, de aanwezigheid van gebiedsvreemd water en moddervorming. Toenemende temperaturen (en klimaatverandering) kunnen de kwaliteit van het water negatief beïnvloeden (door onder andere zuurstofloosheid, blauwalg, minder ijsbedekking en grotere overlevingskans exoten).

Het programma Kaderrichtlijn Water (KRW) heeft als doelstelling de waterkwaliteit in 2027 op orde te hebben, deze doelstellingen zullen naar verwachting niet gehaald worden. Aangepaste inrichting en onderhoud van sloten en slootkanten (die binnen dit gebied een enorm areaal bestrijken) kan de waterkwaliteit aanzienlijk verbeteren en substantiële ecologische winst opleveren.

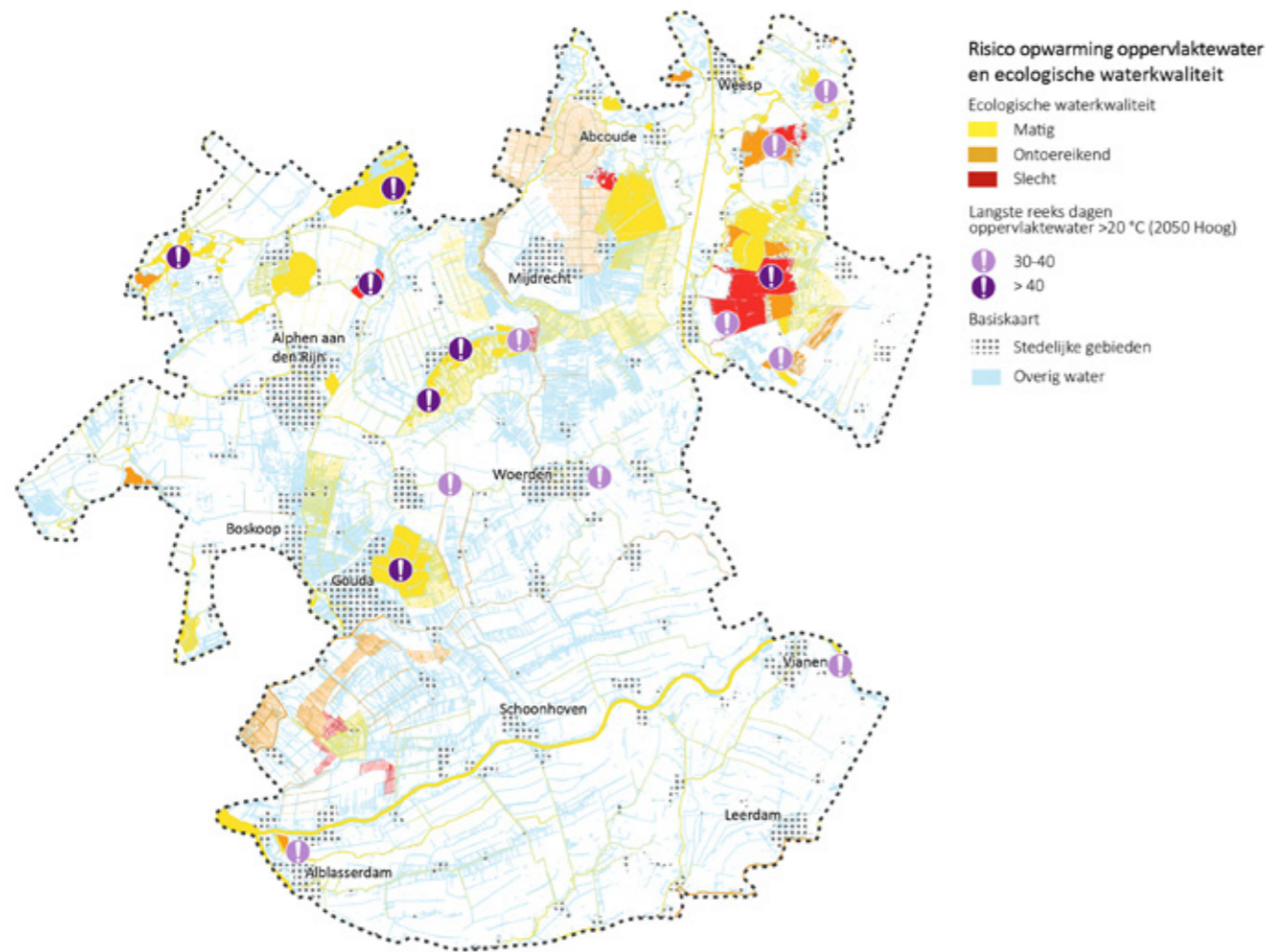


FIG. B.3 Kaart ecologische waterkwaliteit en risico opwarming (kaart: Defacto, bron data: WEnR & TAUW 2017; IHW (waterschappen, RWS), 2022)

Natura 2000 en Natuurnetwerk Nederland

Het realiseren van de huidige Natura 2000 instandhoudingsdoelstellingen, vraagt om een verbetering van de waterkwaliteit, waarbij er een grote opgave ligt voor landbouwgebieden. In het Groene Hart worden de Natura 2000 instandhoudingsdoelstellingen momenteel nog niet gehaald. De ambitie om grondwaterpeilen in veengebieden te verhogen komt (in tegenstelling tot wat vaak gedacht wordt) niet vanzelfsprekend ten goede aan de natuurdoelen. Mogelijk treedt er tijdelijk een verslechtering van de waterkwaliteit op door uitspoeling. Afhankelijk van de manier waarop grondwaterpeilen in veengebieden worden verhoogd, kunnen er overigens wel degelijk mogelijkheden ontstaan voor natuurontwikkeling (agrarisch natuurbeheer, groenblauwe dooradering). Dit kan de landschappelijke kwaliteit en biodiversiteit van het Groene Hart versterken, en biedt kansen voor toerisme.

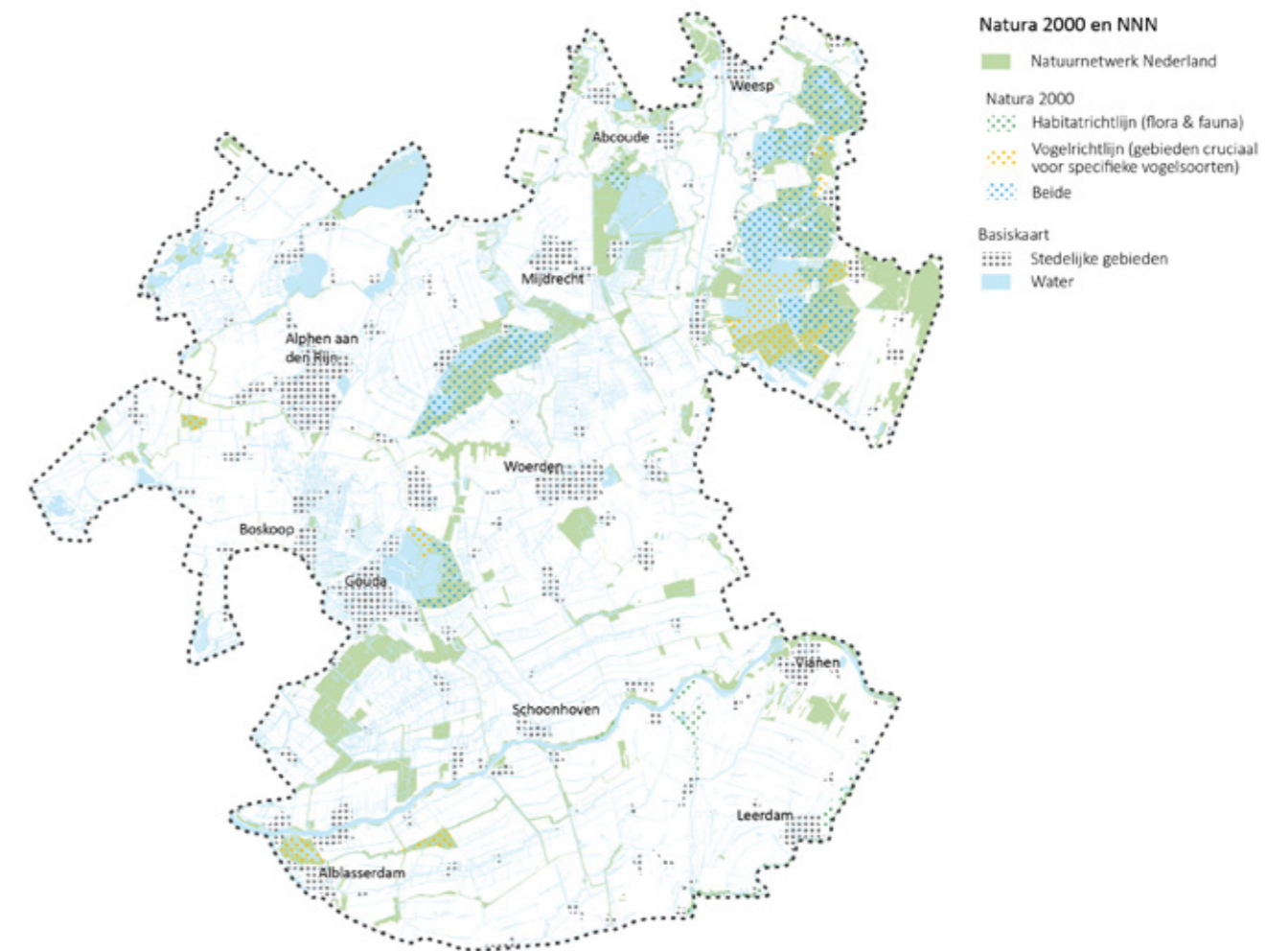


FIG. B.4 Kaart Natura 2000 en Natuurnetwerk Nederland (kaart: Defacto, bron data: EEA 2021, IPO 2022)

Verontreiniging oppervlakte- en grondwater

In de kaart met de ecologische waterkwaliteit wordt de waterkwaliteit gecombineerd met de natuurdoelen. Onderstaande kaart toont de feitelijke metingen van verontreinigingen in het oppervlaktewater en grondwater.

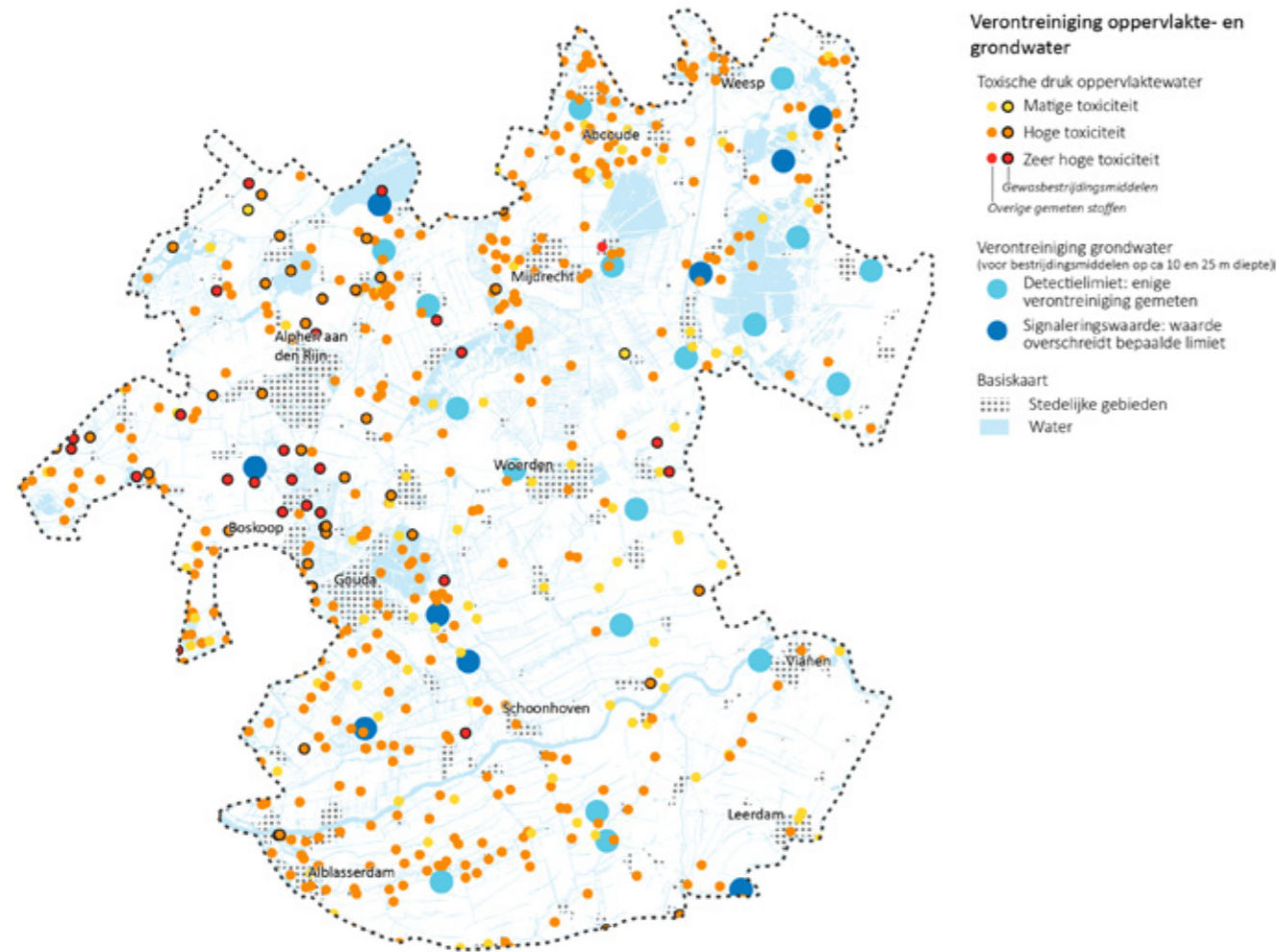


FIG. B.5 Kaart Verontreiniging oppervlakte- en grondwater (kaart: Defacto, bron data: Deltares 2022; Stowa 2018)

5 – Bodemkwaliteit en ondergrondverdichting

Gezonde bodems hebben een regulatiefunctie die zorgt voor waterinfiltratie en het beheersen van verontreinigingen. Als bodems zwaar worden belast (bijvoorbeeld door zware landbouwvoertuigen) kan er ondergrondverdichting optreden onder de ploeglaag. De bodem wordt samengedrukt en verliest haar structuur en poriën waardoor deze minder water- en worteldoorlatend wordt. Het is van belang te streven naar een vitale bodem (met goede fysische, chemische en biologische eigenschappen). Vochtige bodems zijn bovendien goed voor het bodemleven wat weer voor structuurverbetering zorgt. Dit is weer goed voor de weidevogels. Zet in op duurzaam gebruik, herstel, monitoring en het tegengaan van verontreiniging of vermessing.

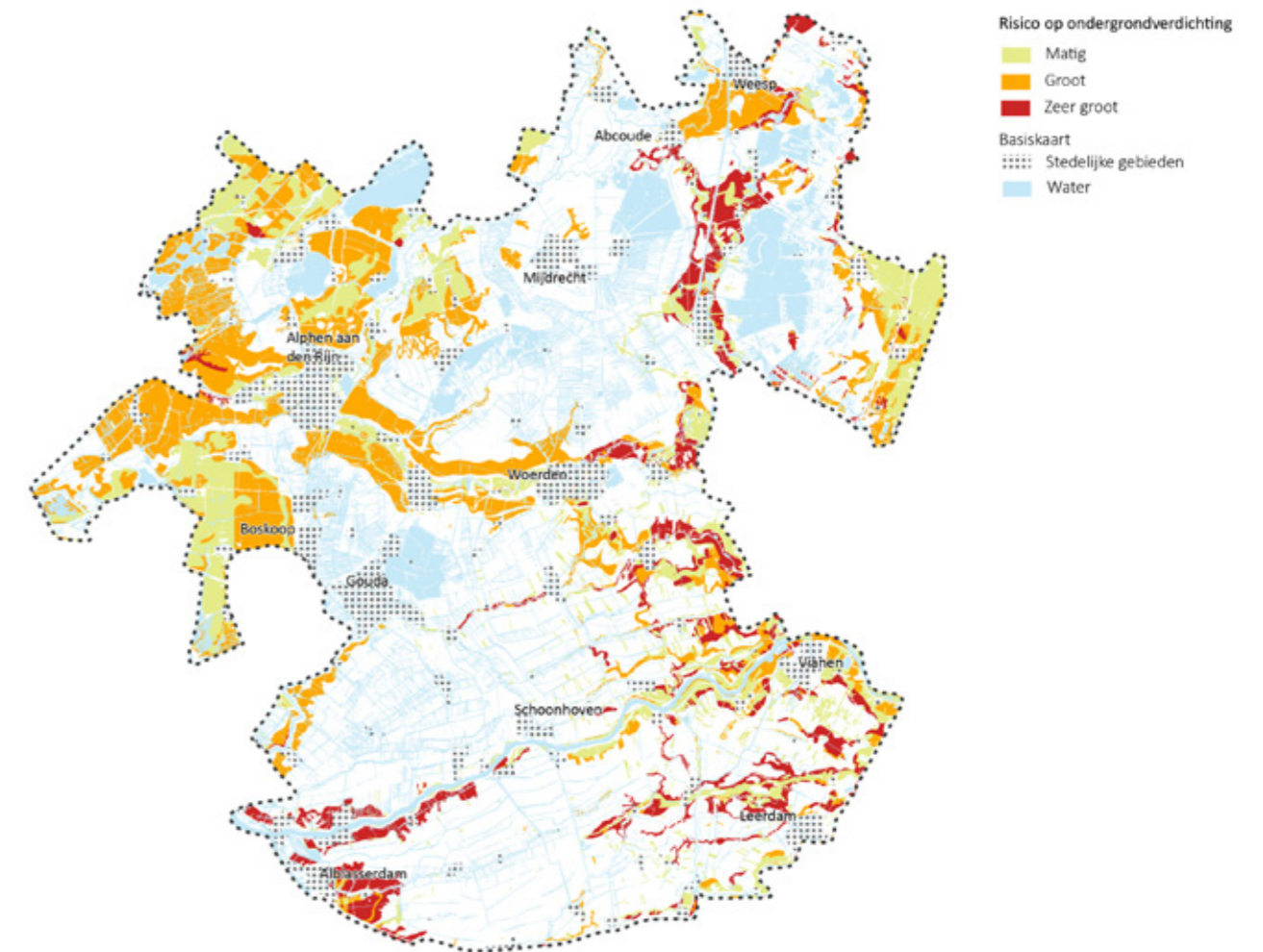


FIG. B.6 Kaart ondergrondverdichting (kaart: Defacto, bron data: WEnR 2021, 2017)

Hotspotkaart waterkwaliteit

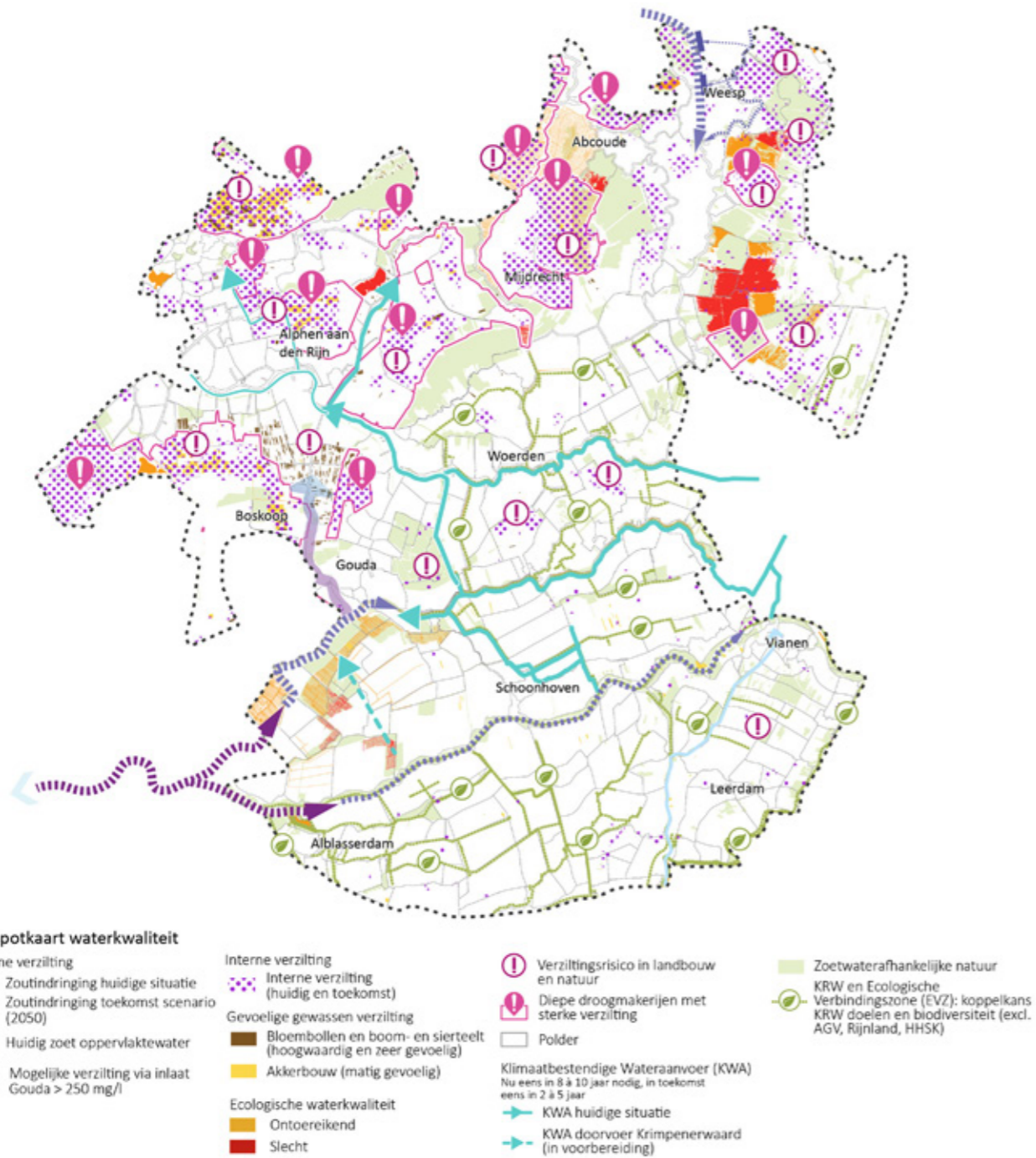


FIG. B.7 Hotspotkaart waterkwaliteit (kaart: Defacto, bron data: bron data: Deltaprogramma 2014 aangepast op basis van expert judgement; Deltares 2015; Deltares 2014 en Hydrologic 2020 aangevuld door expert judgement; Deltares 2022; Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed 2016; Waterschap Rivierenland 2022, HDSR 2023)

Zet in op groenblauwe dooradering voor het verbeteren van de waterkwaliteit

In het Groene Hart staan natuur en biodiversiteit onder druk. Natura 2000 instandhoudingsdoelen, die voortkomen uit de Vogel- en Habitatrichtlijn (VHR), worden in de Natura 2000-gebieden nog niet gehaald. Stikstofemissies (NOx en NH3), voornamelijk afkomstig van ammoniakvorming bij mest in de landbouw (NH3), zijn daarbij de belangrijkste probleemfactor. Populaties weidevogels in het Groene Hart staan onder druk terwijl vanuit de doelstellingen de populaties weidevogels in stand moeten worden gehouden en leefcondities voor weidevogels moeten verbeteren.

ⓘ De uitstoot van broeikasgassen wordt door verhogen van het grondwaterpeil beperkt, maar dat vermindert potentieel de waterkwaliteit (uitspoeling nutriënten). Dit vraagt om afweging doelen klimaat en waterkwaliteit (KRW).

Aandachtspunten voor verschillende gebruiksfuncties

🛠 Aangepaste inrichting en onderhoud van sloten en slootkanten kan de waterkwaliteit aanzienlijk verbeteren en substantiële ecologische winst opleveren. Dit vraagt wel ruimte op agrarische akkerranden.

🌿 Populaties weidevogels in het Groene Hart staan onder druk. Er moet worden ingezet op het verbeteren van leefcondities voor weidevogels. Er wordt afgeraden weidevogelgraslanden geheel onbemest te laten. Ruige mest voorziet in voedsel voor veenweidevogels (mest bevordert aanwezigheid regenwormen en andere insecten) en verschaffen nestmateriaal (strootjes). Een duurzame toename van weidevogels is alleen mogelijk in combinatie met vernatting en vitalere bodems (voor voedsel).

🌳 De recreatiefunctie is belangrijk binnen het Groene Hart. Het bevaren van sloten zorgt met name in droge perioden (met lage waterstanden) voor opwoeling van nutriënten uit het slib waardoor de waterkwaliteit verder onder druk komt te staan.

Pas agrarisch gebruik aan op verzilting in diepe droogmakerijen

De combinatie van verwachte zoetwaterschaarste en het benodigde water voor de veengebieden maakt dat waterinlaat van droogmakerijen met enorme hoeveelheden zoetwater niet houdbaar is voor 2050 en daarna in tijden van droogte. In de droge jaren 2018, 2019 en 2022 zijn eerder korte periodes geweest waarin de waterinlaat voor de droogmakerijen gestopt is. Voor de Haarlemmermeer en andere kleinere droogmakerijen betekent het stoppen van deze waterinlaat mogelijk een dusdanige verzilting dat andere vormen van (agrarisch) landgebruik nodig zijn. Voor eventuele kleinschalige doorzetting van huidig agrarisch landgebruik is forse waterberging in de kleipolders mogelijk.

ⓘ De watervraag neemt door de eventuele vernatting van veenweidegebieden in droge periode sterk toe. Dit vergroot de druk op het beschikbare zoet water (waardoor er minder water beschikbaar zal zijn voor het doorspoelen van verziltende polders).

ⓘ In de Horstermeer stroomt zoveel gebiedsvreemd water naar dit diepe punt, dat de (grond) waterkwaliteit onder druk staat en schade veroorzaakt aan de natuur.

Bouwstenen waterkwaliteit

Goed slootontwerp

Aangepaste inrichting van sloten en slootkanten kan de waterkwaliteit aanzienlijk verbeteren en substantiële ecologische winst opleveren.

Voor sloten kan worden gedacht aan een aangepast slootprofiel (diepere zones voor overwintering van fauna en wateraanvoer en -afvoer, luwe zones als paaiplaatsen). In tijden van droogte kunnen ondiepe delen droogvallen.

Met de aanleg van terrastaluds (een verdiepte zone van 1 – 3 m breed) kan ruimte worden geboden aan waterplanten en het moerassige karakter met bijbehorende ecologische waarden worden versterkt.

Door een oeverzone die als buffer kan dienen spoelen er minder meststoffen en nutriënten het water in.

Duurzaam slootonderhoud

Het toepassen van andere slootschoningsmethodieken (minder diep baggeren, waterplanten laten staan) en –frequenties (jaarlijks baggeren) verbetert de waterkwaliteit.

Het schonen vanaf een pad langs de oever heeft de sterke voorkeur boven schonen vanuit de sloot. De paden die hiervoor aangelegd moeten worden in landelijk en stedelijk gebied zijn goed inzetbaar als recreatiepad (ontsluiting Groene Hart). Frequent baggeren zorgt ervoor dat de hoeveelheid bagger beperkt is en de bodem de verontreinigingen sneller kan verwerken.

Daarnaast liggen er kansen voor de ecologische inrichting en beheer van slootkanten: door deze niet mee te bemesten en een eerste maaibeurt over te slaan. Waterplanten zorgen voor een stabielere biologische waterkwaliteit, waardoor nutriënten en hogere watertemperaturen minder impact hebben op de waterkwaliteit.

10 % groenblauwe dooradering

Om Europese verplichtingen rond biodiversiteit en waterkwaliteit te halen, wordt binnen Nederland ingezet op 10% groenblauwe dooradering van het landelijk gebied (aanvullend op het bestaande Natuurnetwerk Nederland).

De doelstelling is dat in 2030 5% van het landelijk gebied bestaat uit groenblauwe dooradering en in 2050 10%.

De invulling sluit aan bij gebieden, waarbij in het Groene Hart de nadruk zal liggen op het aanleggen van natuurlijke oevers, poelen, rietlanden, kruiden en bloemrijke randen. Er wordt met name ingezet op lijnvormige elementen die een netwerk vormen en de robuustheid van het systeem versterken.

Beperken vaarbewegingen

Overmatige vaarbewegingen kunnen een negatieve impact hebben op de waterkwaliteit doordat slib wordt omgewoeld en het water troebel wordt (minder licht en zuurstof doorlaat) en doordat waterplanten beschadigd raken of oevers door de golfslag afkalven.

Door een drukte/ stilte-zonering te maken voor vaarrecreatie (waarbij de meest kwetsbare plekken worden ontzien) kan de impact van waterrecreatie worden beperkt.

Beperken bemesting

De nutriënten die voor de landbouw worden toegevoegd aan de bodem (zoals dierlijke/plantaardige meststoffen en kunstmeststoffen) spoelen met name langs de slootranden of drainagebuizen het oppervlakte- en grondwater in. Hierdoor neemt de waterkwaliteit af (deze wordt nutriëntrijk), wat ongunstig is voor zoetwaterafhankelijke ecologie.

Voorkom overbemesting door in te zetten op precisielandbouw (waarbij zo nauwkeurig mogelijk wordt bemest).

Bij drainagesystemen kunnen de nutriënten via de drainagebuizen uitspoelen richting de sloot. Een dubbel drainagesysteem (een gescheiden systeem voor opvang van drainagewater en afvoer van grond- en kwelwater) kan hier oplossing bieden.

Bepaalde typen bemesting zoals ruige mest zijn ook nodig om te voorzien in voedsel voor veenweidevogels (mest bevordert aanwezigheid regenwormen en andere insecten) en verschaffen nestmateriaal (strootjes).

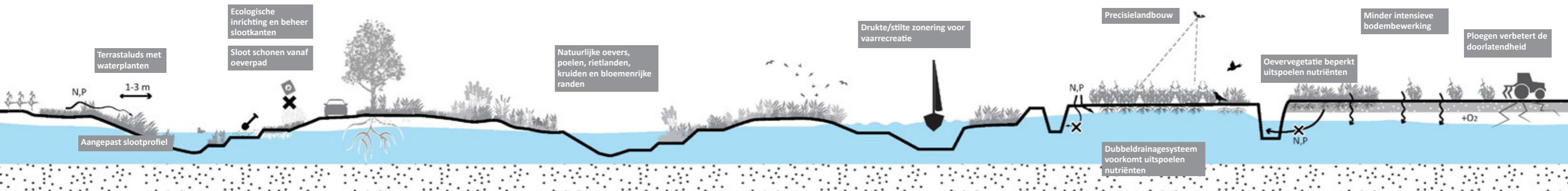
Door langs sloten een kavelstrook niet te bemesten en deze te beplanten met oevervegetatie, wordt de uitspoeling van

Verbeteren bodemkwaliteit

Een goede bodemkwaliteit draagt ook bij aan de waterkwaliteit. Wanneer (regen) water in de bodem infiltreert, werkt een gezonde bodem als een buffer (houdt water beter vast) en natuurlijke filter.

Ploegen kan de doorlatendheid van de bovengrond verbeteren en bijdragen aan de zuurstoftoetreding en de infiltratie van water. Onder de ploeglaag kan de bodem (mede door het gewicht van landbouwwerktuigen) echter verdichten en minder water- en worteldoorlatend worden. Een minder intensieve bewerking van de bodem zorgt voor verbetering van de bodemkwaliteit. Doordat de structuur van de bodem niet wordt verstoord, neemt het bodemleven toe, waardoor er meer poriën ontstaan en de bodem meer water kan opnemen en vasthouden.

Goed bodembeheer en vitale bodems beperken de uitspoeling van nutriënten door bemesting.





DEEL C

Zoetwater beschikbaarheid

Het Groene Hart is sterk afhankelijk van een stabiele zoetwateraanvoer van buiten het gebied. De zoetwatervoorziening zal de komende decennia steeds meer onder druk komen te staan als gevolg van droogte en de tegelijkertijd toenemende waterbehoefte.

Het verhogen van het grondwaterpeil van veenweidegebieden in droge perioden vraagt om extra water voor peilbeheer. Tegelijkertijd neemt de watervraag in droge maanden met een neerslagtekort voor doorspoelen toe. Droogmakerijen gebruiken veel zoetwater uit het hoofdwatersysteem om verzilting met doorspoeling tegen te gaan en de huidige landbouw mogelijk te maken. In droge perioden wordt de waterinlaat stilgezet en wordt er meer aandacht besteed aan het behoud van zoetwaterbuffers (en acceptatie van verzilting).

2 – Wateraanvoersysteem

Door de afnemende afvoer van de grote rivieren in perioden van droogte en zeespiegelstijging, dringt de 'zouttong' steeds vaker en verder landinwaarts de rivieren op en kunnen de inlaatpunten voor zoetwater in perioden van droogte steeds vaker niet worden gebruikt. Dit geldt ook voor het inlaatpunt bij Gouda dat een groot deel van Zuid-Holland van zoetwater voorziet. Bij uitval van het inlaatpunt bij Gouda, kan de Klimaatbestendige Wateraanvoer (KWA) worden ingezet om water vanuit het Amsterdam-Rijnkanaal en de Lek aan te voeren. De capaciteit van de KWA wordt op dit moment vergroot, maar ook na uitbreiding van de capaciteit zal deze ontoereikend zijn voor de grote toename in watervraag onder andere door de vernatting van veenweidegebieden.

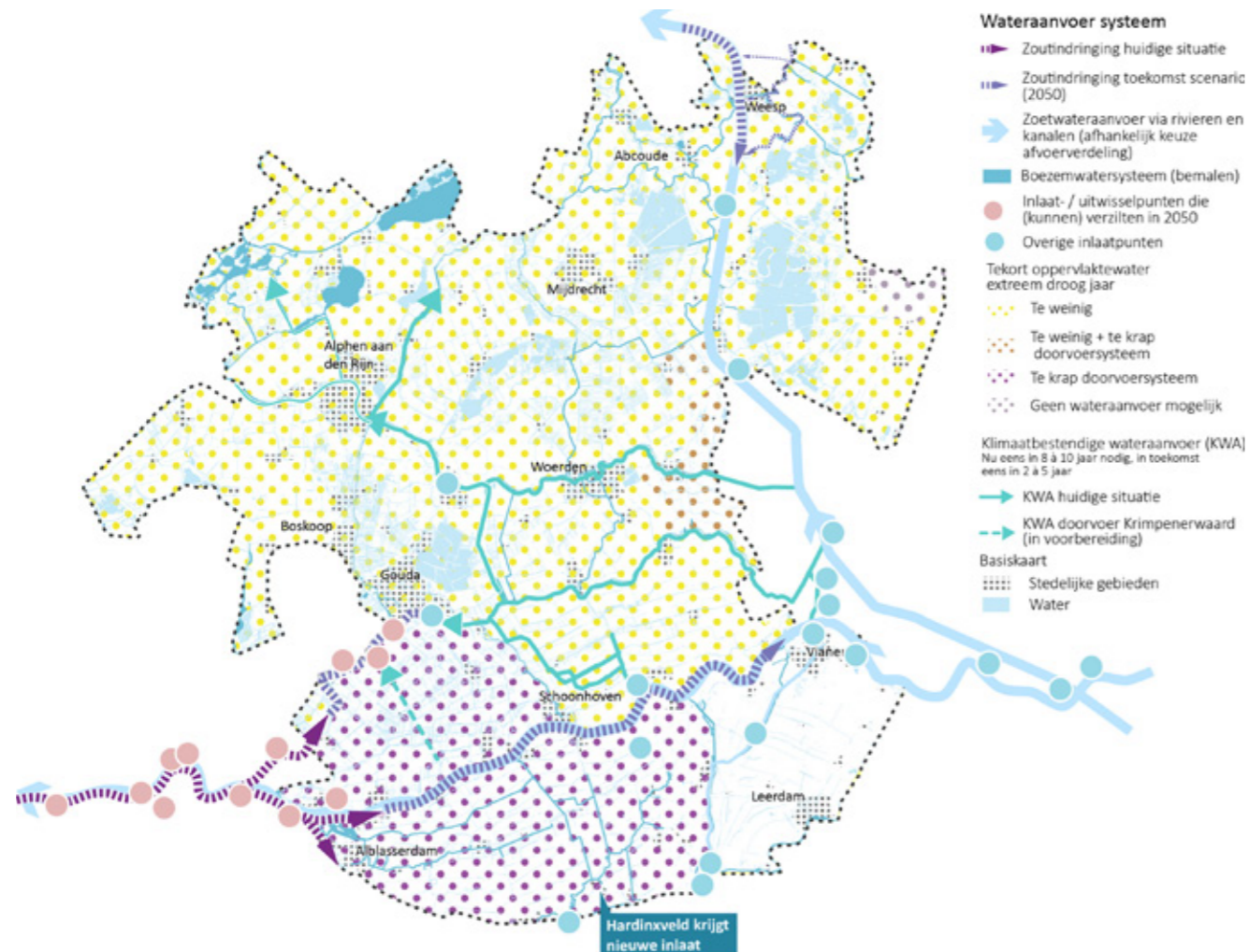


FIG. C.1 Kaart tekort oppervlaktewater extreem droog jaar (kaart Defacto, bron data: Nationaal Watermodel 2019 aangevuld door expert judgement, bij extreem droog jaar kan peil gehandhaafd worden met 6m³/s inlaat; WABES punten via expert HHSK; Deltares 2014 en Hydrologic 2020 aangevuld door expert judgement; Waterschappen HDSR, AGV, Rijnland en HHNK en Waternet)

3 – Kwel en infiltratie

Regenwater wat infiltreert in hoger gelegen gebieden, kan in laag gelegen gebieden uittreden als kwelwater. Dit gebeurt vooral in diepe polders (hier is weinig tegendruk en komt het soms brakke grondwater naar boven) en langs de randen van de Heuvelrug (dit water is van zeer goede kwaliteit). Eén van de manieren om regenwater beter te benutten, is het te laten infiltreren in de bodem. Dit kan in gebieden met voldoende drooglegging en een goede doorlatendheid. Om infiltratie te stimuleren kan worden ingezet op bodemverbetering, het beperken van verharding en het afkoppelen van regenwater van de riolering. Op de Heuvelrug kan water diep infiltreren en zelfs worden gebruikt om de grondwatervoorraad aan te vullen. Daarnaast is het in het Groene Hart ook mogelijk water te bergen in de diepere ondergrond.

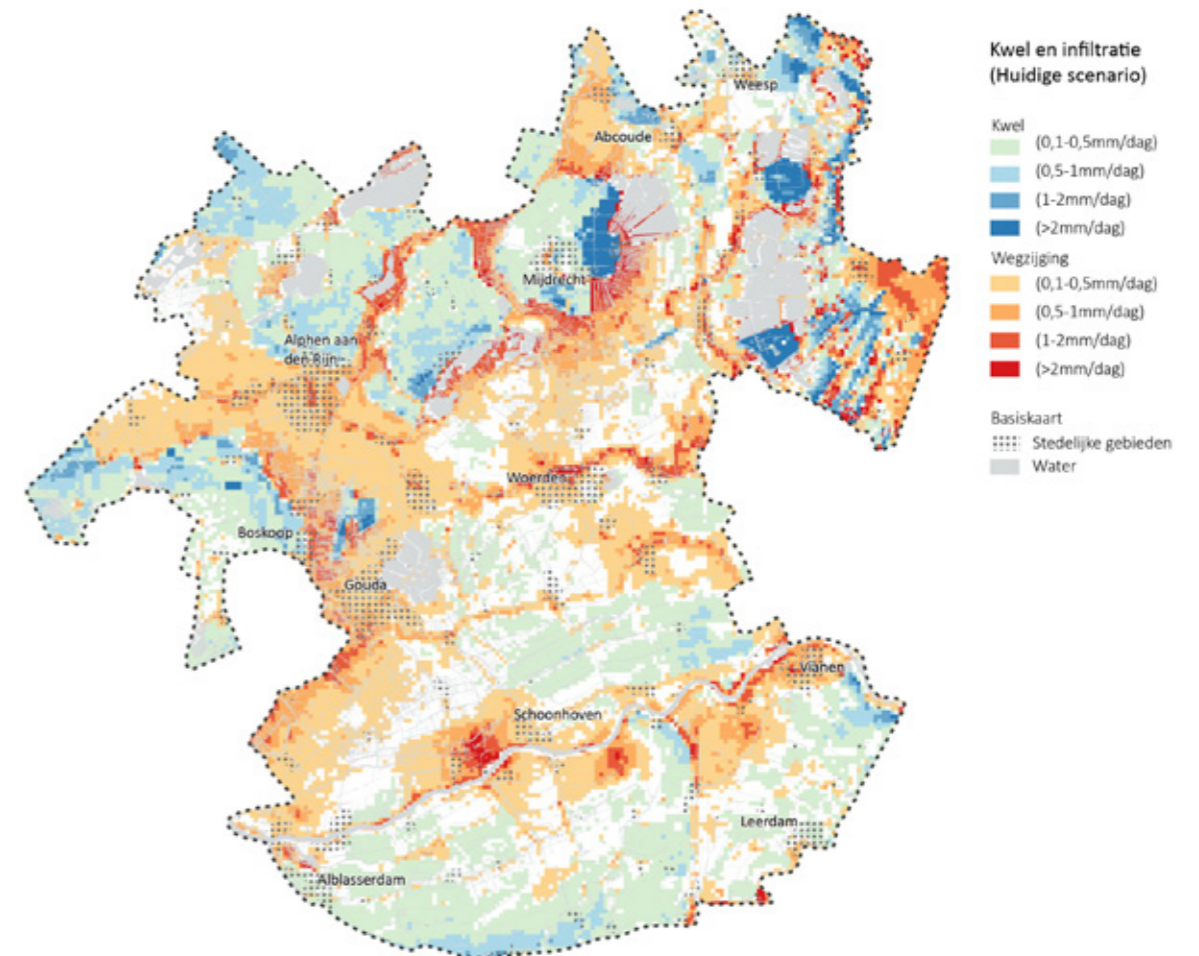


FIG. C.2 Kaart mate van kwel en infiltratie voor huidige situatie (kaart: Defacto, bron data: Deltares 2016 obv Nationaal Watermodel)

4 – Waterschaarste en de verdringingsreeks

Als er onvoldoende water beschikbaar is om in de gewenste zoetwatervraag te voorzien, dan treedt de verdringingsreeks in werking. Deze prioriteert de watervoorziening voor vitale en kwetsbare functies, zoals water voor de stabiliteit van dijken, het voorkomen van bodemdaling in veengebieden en belangrijke zoetwaterafhankelijke natuur waar onomkeerbare droogteschade kan optreden.

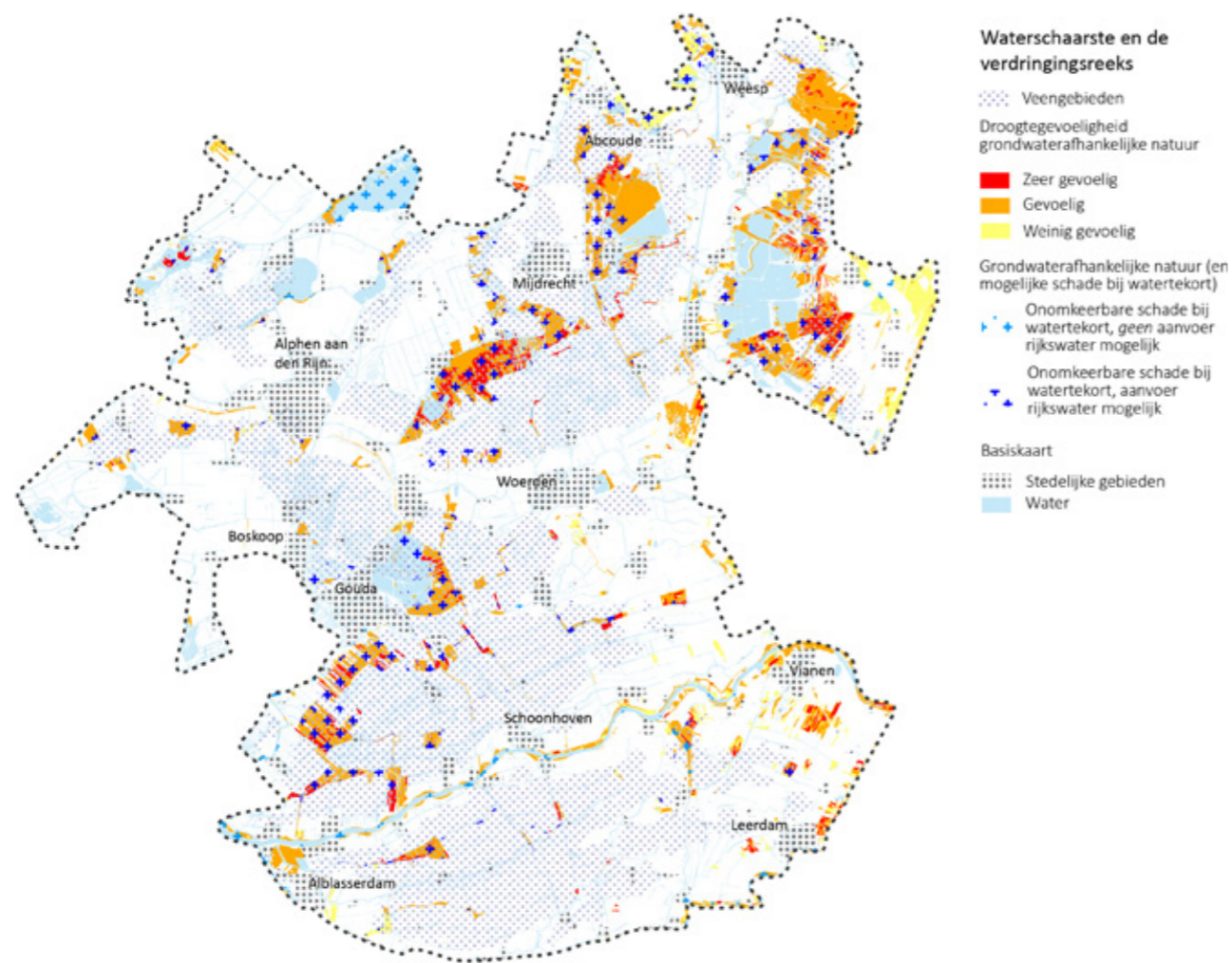


FIG. C.3 Kaart droogtegevoeligheid grondwaterafhankelijke natuur (kaart Defacto, bron data: KRW & FWE, 2021; Deltares 2014)

5 – Zoetwaterafhankelijke landbouw

Landbouw is afhankelijk van de beschikbaarheid van zoet water van voldoende kwaliteit. Over het algemeen is gras het meest tolerant voor een slechtere waterkwaliteit (en hogere zoutconcentraties). Akkerbouw is afhankelijk van het gewas gevoeliger en de boom-, tuin-, sier- en bollenteelt zijn zeer gevoelig.

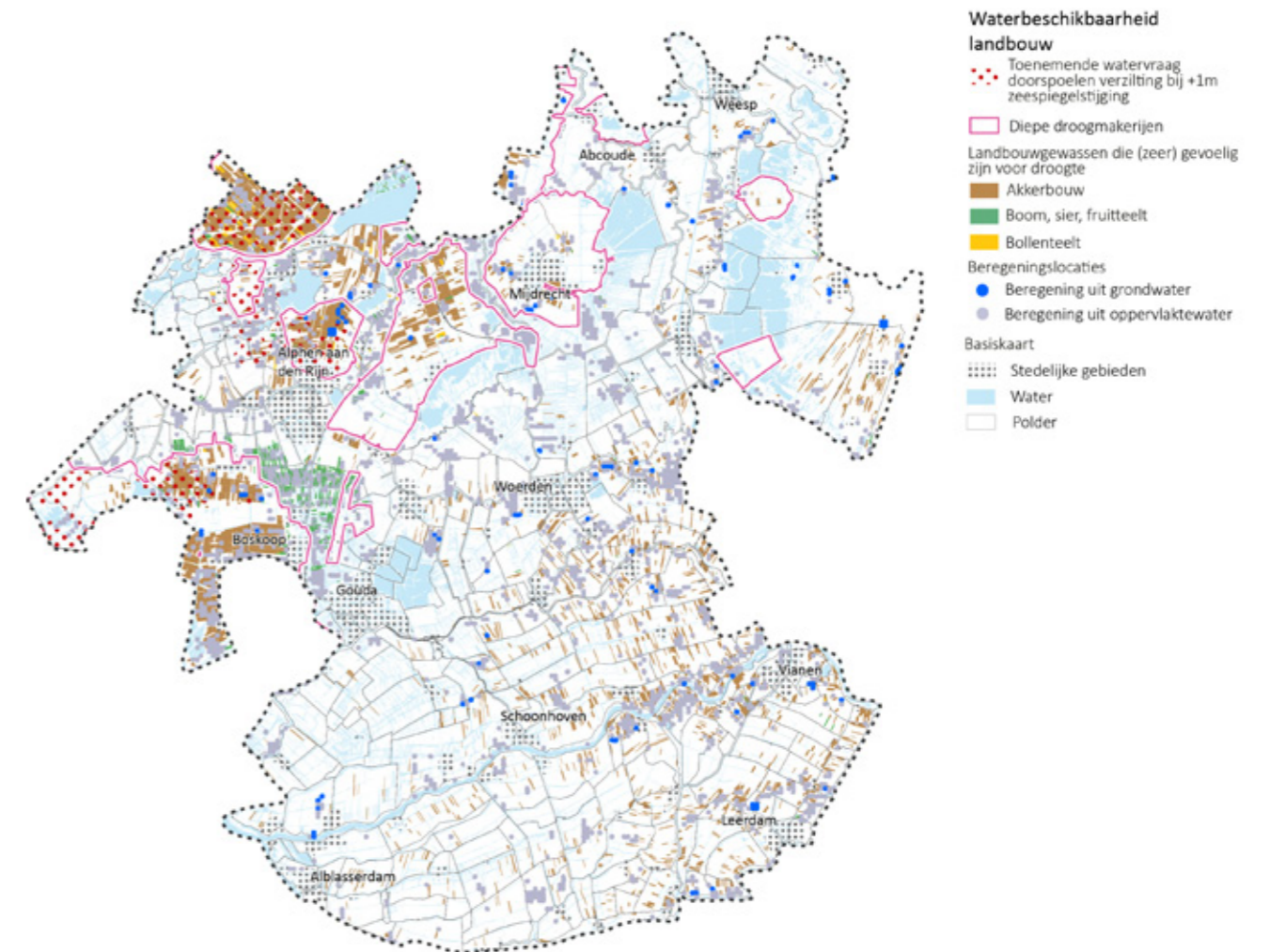


FIG. C.4 Kaart landbouw met grote afhankelijkheid waterbeschikbaarheid (kaart: Defacto, bron data: Deltares 2014; PDOK 2019; KWR Water 2017; Deltares 2022; Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed 2016)

6 – Risico funderingsschade

Bodemdaling en veranderingen in grondwaterstanden kunnen invloed hebben op bestaande bebouwing. Zijn gebouwen niet gefundeerd (dit heet gefundeerd op staal), dan kan bodemdaling er toe leiden dat het gebouw met het maaiveld mee zakt. Zijn de gebouwen wel gefundeerd, maar de infrastructuur en de openbare ruimte niet, dan kan de openbare ruimte (tuinen en trottoirs) zakken ten opzichte van de woning. Worden de grondwaterstanden verhoogd, dan kan er wateroverlast ontstaan in kelders en souterrains en kunnen leidingen en tunnels opdrijven. Zakken de grondwaterstanden (bijvoorbeeld in tijden van droogte), dan kunnen de koppen van houten funderingspalen droog vallen waardoor ze gaan rotten. In moderne gebouwen worden doorgaans betonnen of stalen funderingspalen gebruikt. Het risico op schade aan bebouwing of funderingen door bodemdaling of uitzakkende waterpeilen is dan ook het grootst bij oudere panden.

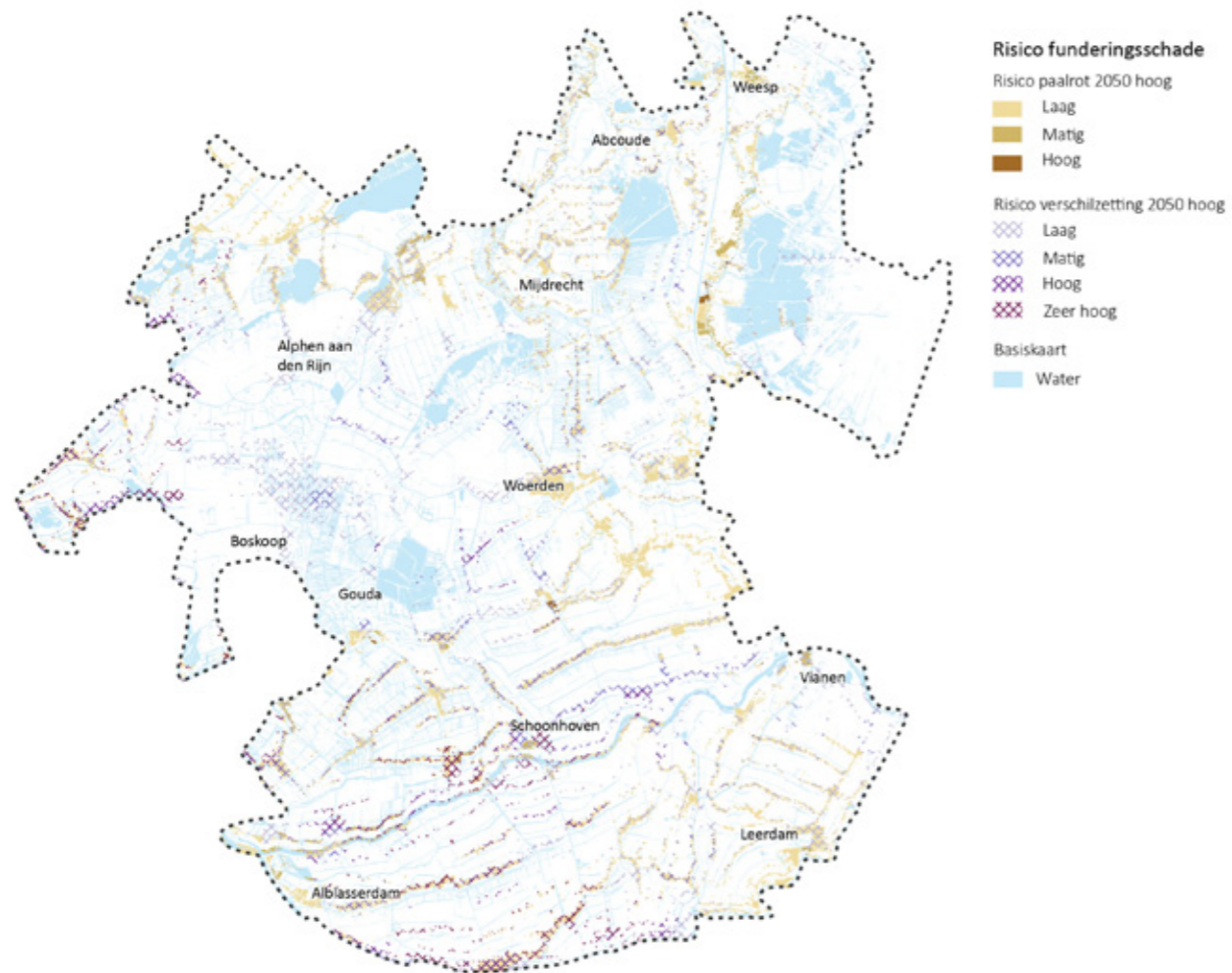


FIG. C.5 Kaart risico funderingsschade (kaart: Defacto, bron data: Deltares 2021)

7 – Drinkwaterwinning

De drinkwaterwinning staat door de toenemende bevolking en het toenemende gebruik steeds verder onder druk. Er zijn dan ook gebieden waar de drinkwatervoorziening bij een toenemende watervraag (zoals huishoudens, stedelijk groen, bedrijven) niet vanzelfsprekend is. In zoekgebieden voor het uitbreiden van drinkwaterwinningsgebieden, zoals in de Krimpenerwaard en Alblasserwaard Vijfheerenlanden, kan het aanboren van nieuwe drinkwatervoorzieningen ervoor zorgen dat bodemdaling en daarmee CO₂-uitstoot toeneemt. Inzetten op slim watergebruik en het beperken van de vraag is dan ook no regret.

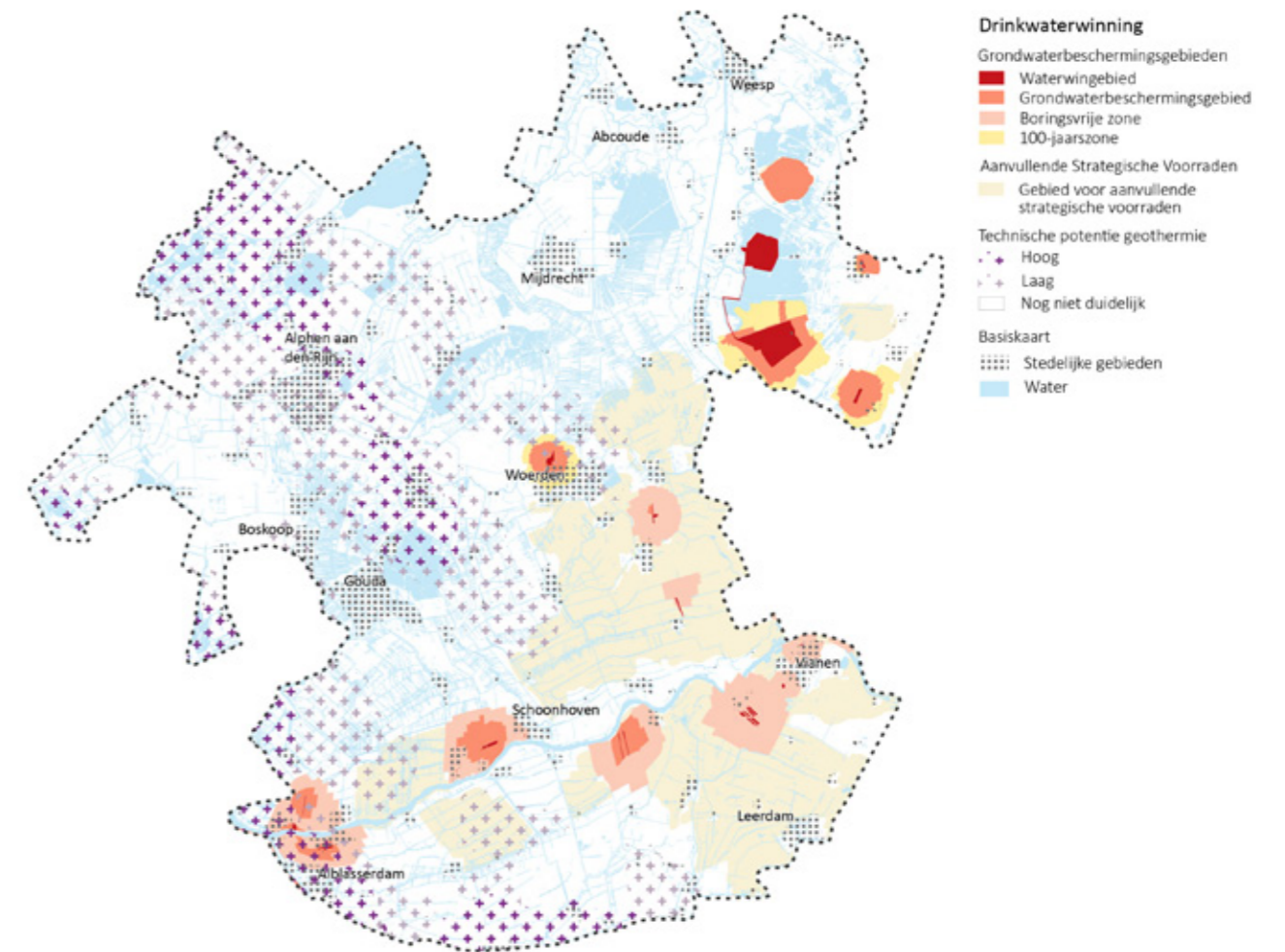


FIG. C.6 Kaart drinkwaterwinning (kaart: Defacto, bron data: Royal HaskoningDHV 2022; RIVM, 2022; Deltares, 2023)

Hotspotkaart waterbeschikbaarheid

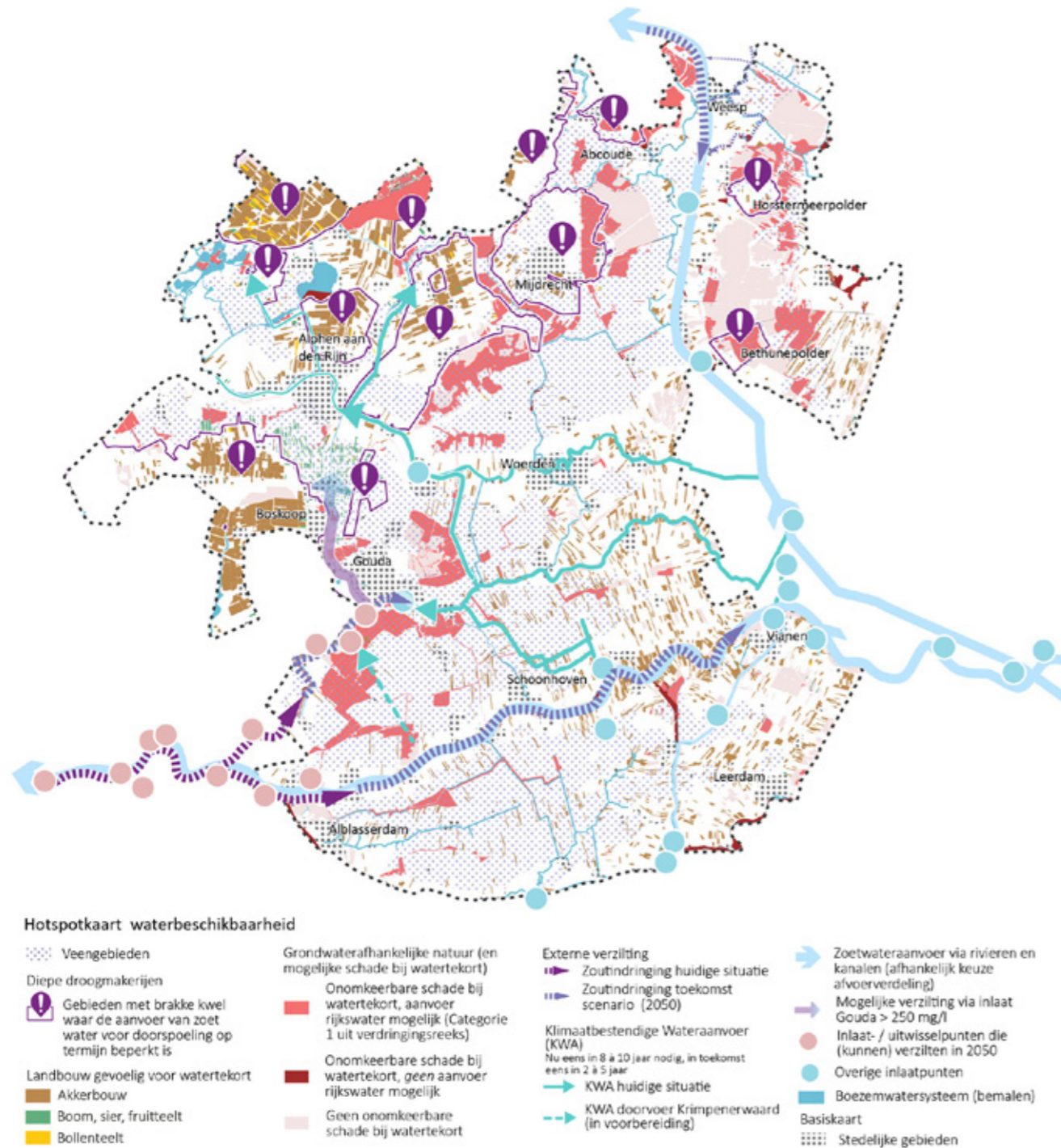


FIG. C.7 Hotspotkaart waterbeschikbaarheid (kaart: Defacto, bron data: PDOK 2019; KWR Water 2017; Deltares 2014; WUR 2015; Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed 2016; Rapport kansonderzoek Drechtdoorsteek 2017, Toekomstvisie Groene Hart 2050; Deltaprogramma 2014 aangepast op basis van expert judgement; Deltares 2015; WABES punten via expert HHSK; Deltares 2014 en Hydrologic 2020 aangevuld door expert judgement)

Afnemende waterbeschikbaarheid droogmakerijen

Wanneer gekozen wordt voor het verhogen van de grondwaterpeilen in veengebieden zal dit een grote watervraag met zich meebrengen, waardoor er mogelijke onvoldoende water beschikbaar is voor het doorspoelen van de verzilting in diepe droogmakerijen. Dit betekent dat de grootschalige waterinlaat in de droogmakerijen in het kader van de zoetwatervoorziening (voor landbouw, natuur en industrie) en de doorspoeling (het tegengaan van verzilting van grond- en oppervlaktewater) stopt in tijden van droogte en deze gebieden vervolgens zelf 'hun broek op moeten houden'.

Aandachtspunten voor verschillende gebruiksfuncties

- Door in te zetten op een breed pakket aan maatregelen (groenblauwe dooradering, ander slootontwerp en -beheer, robuustere peilvakken, vitalere bodems, waterbuffers) verbetert de waterkwaliteit in het Groene Hart.
- Landbouw in diepe droogmakerijen zal in de toekomst te maken krijgen met toenemende verzilting en beperkte aanvoermogelijkheden voor zoet water. Hierdoor kunnen aanpassingen in de bedrijfsvoering nodig zijn (extensievere vormen van landbouw, lokale waterberging, nieuwe verdienmodellen).

Water en bodem sturend voor waterbeschikbaarheid

Ontwikkel en richt het watersysteem (wateraanvoer en -afvoer, waterpeil, waterbergingsmogelijkheden, drinkwatervoorziening en waterkwaliteit) in het gebied in op een wijze die aansluit bij de keuzes vanuit de kamerbrief 'Water en bodem sturend'. Anticipeer daarbij op (het ruimtebeslag van) de extra wateropgaven die ontstaan als gevolg van het verhogen van het grondwaterpeil.

Oplossen opgaven in Horstermeerpolder en Bethunepolder

Een grote opgave in de Vechtstreek is het oplossen van de grootschalige grondwateronttrekking in de diepe Horstermeerpolder. Grote hoeveelheden water worden nu 'weggepompt' om droge voeten te houden. De wateronttrekking legt een groot beslag op de watervoorziening van een grootschaliger gebied richting de Utrechtse Heuvelrug en het Gooi. Daarnaast heeft de wateronttrekking een negatieve invloed op de waterkwaliteit door de aantrekking van gebiedsvreemd grondwater. Deze situatie is niet duurzaam houdbaar in relatie tot de toenemende waterschaarste en de ambities voor het verbeteren van de waterkwaliteit.

De Bethunepolder heeft opwellend kwelwater en is daarmee een belangrijke bron voor de drinkwatervoorziening in de regio. Ze voorziet in de drinkwaterbehoefte van ca. 1/3 van de totale drinkwaterbehoefte van Amsterdam. De polder ligt 2,75 meter beneden het peil van de omringende polders en de aangrenzende Maarsseveense- en Loosdrechtse Plassen. Het kwelwater is van zeer goede kwaliteit, maar de polder is kwetsbaar voor verontreinigingen. Het verhogen van het grondwaterpeil van deze polder zal de kwelstroom doen afnemen maar dat betekent wel dat het verlies aan drinkwater elders moet worden gecompenseerd. En dat terwijl de druk op de drinkwatercapaciteit nu al sterk toeneemt.

Bouwstenen waterbeschikbaarheid

De komende jaren wordt fors ingezet op waterberging voor het opvangen van piekbuien, maar ook om water vast te houden en te bufferen voor droge perioden. Droogmakerijen en laaggelegen veengebieden zijn hiervoor geschikte locaties.

Water bergen binnen gebied

Om verdroging tegen te gaan moet het watersysteem anders worden ingericht: water moet minder snel worden afgevoerd en langer worden vastgehouden. Door het verhogen van het grondwaterpeil van veengebieden (met als doel het tegengaan van oxidatie en bodemdaling) is veel extra water nodig. De eerste expert judgement is dat het aanleggen van een oppervlaktewaterbuffer circa 30% van het oppervlak in beslag zal nemen.

Gebieden voor waterberging kunnen gecombineerd worden met andere functies zoals natuurontwikkeling, energieopwekking en recreatie.

Natuurvriendelijke oevers en betere slootontwerpen zorgen dat meer water wordt vastgehouden (meer taluds en waterplanten die de bodem doorwortelen).

Lokaal kan water in de (ondiepe) bodem worden geborgen. Voordeel is dat dit water minder verdampt.

Het is niet vanzelfsprekend hetzelfde gebied in te zetten als buffer voor waterbeschikbaarheid en piekwaterberging. De buffers zijn idealiter vol, terwijl de bergingen leeg moeten zijn om voldoende water op te kunnen vangen.

Verbeteren bodemcondities

Gezonde bodems reguleren water beter en hebben een goede bodemdoorlatendheid zodat water de bodem in kan infiltreren.

Ploegen kan de doorlatendheid van de bovengrond verbeteren en bijdragen aan de zuurstoftoetreding en de infiltratie van water. Onder de ploeglaag kan de bodem (mede door het gewicht van landbouwwerktuigen) echter verdichten en minder water- en worteldoorlatend worden. Een minder intensieve bewerking van de bodem zorgt voor verbetering van de bodemkwaliteit. Doordat de structuur van de bodem niet wordt verstoord, neemt het bodemleven toe, waardoor er meer poriën ontstaan en de bodem meer water kan opnemen en vasthouden.

Door de bodem minder te belasten (berijden) en groenbemesters zoals wortelresten toe te voegen, kan de structuur van de bodem verbeteren.

Hoger oppervlaktewaterpeil voorjaar

Door in het voorjaar een hoger oppervlaktewaterpeil aan te houden is er meer water in het oppervlaktewatersysteem beschikbaar voor drogere perioden (het oppervlaktewaterpeil kan uitzakken zonder dat verdroging optreedt).

Er ontstaat buffercapaciteit van gebiedseigen water, waardoor er in tijden van droogte geen of minder gebiedsvreemd water ingelaten hoeft te worden. Het is dan wel belangrijk dat dit water van voldoende kwaliteit is.

Een hoger oppervlaktewaterpeil in het voorjaar beperkt de waterbergingscapaciteit bij hevige regenbuien.

Een hoger oppervlaktewaterpeil zorgt ervoor dat de bodem natter en slapper is waardoor de bodem minder goed te bereiden is.

Door een hoger oppervlaktewaterpeil in het voorjaar is de bodemtemperatuur voor het kiemen van gewassen lager. Door klimaatverandering en hogere temperaturen in het voorjaar neemt dit probleem af.

Watervraag droogmakerijen beperken

Droogmakerijen kennen een grote watervraag. Door hun diepe ligging kennen ze sterke, soms zoute kwel. Dit water moet (samen met schoon water) worden weggepompt om het gebied droog te houden. Daarnaast is er veel zoet water nodig om het zout te verdunnen en door te spoelen.

Indien er onvoldoende water beschikbaar is, zal de watervraag voor droogmakerijen beperkt worden.

Diepe droogmakerijen kunnen worden ingezet als waterberging. Er kan met agrariërs worden gezocht naar interessante functiecombinaties.

In droogmakerijen waar in tijden van droogte inlaat van water wordt beperkt of stopgezet, zal vanwege toenemende verzilting aanpassing van de bedrijfsvoering of het landgebruik nodig zijn (zoals het telen van andere gewassen, of andere gewasrotaties).

Waterbuffers natuurgebieden

Natte natuurgebieden op veengrond hebben een hogere grondwaterstand dan de omliggende landbouwgronden. Door de hoge waterstanden oxideren deze bodems minder sterk dan de omliggende bemalen veenweidegebieden. Ondergronds zijgt het water vanuit de natuurgebieden weg richting de veenweidegebieden. Door het verhogen van het grondwaterpeil van landbouwgronden rondom natuurgebieden werken ze als een hydraulische buffer en kan de wegzijging en mogelijke verdroging worden beperkt.

Dergelijke buffergebieden kunnen als helofytenfilter of slootzuiveringssysteem worden ingericht om de waterkwaliteit te verbeteren.

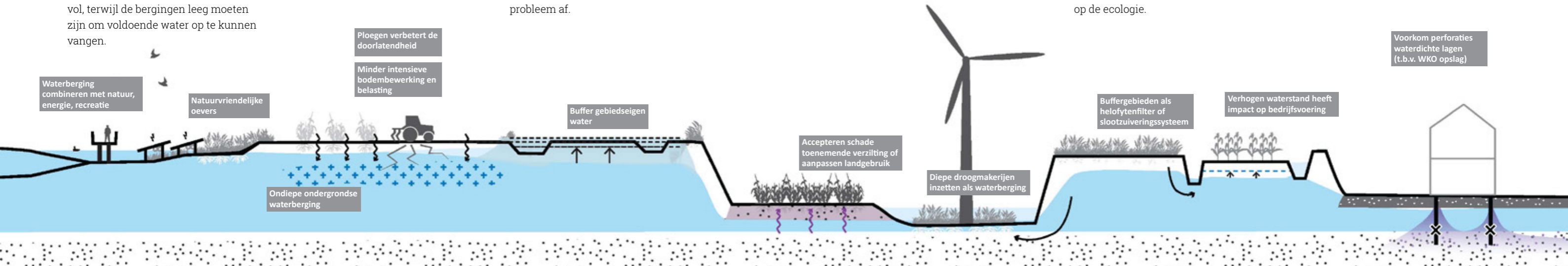
Het verhogen van waterstanden in landbouwgebieden kan impact hebben op de bedrijfsvoering (bijvoorbeeld het kiezen voor het telen van andere gewassen, extensiever beheer of inzetten van drainagesystemen).

Hoeft er geen (nutriëntrijk) gebiedsvreemd water te worden ingelaten, dan heeft dit een positief effect op de ecologie.

Grondwaterbronnen beschermen

Om de drinkwatervoorziening voor de toekomst veilig te stellen, moeten grondwaterbronnen worden beschermd en aangevuld.

Voorkom perforaties van waterdichte lagen in de bodem die de grondwatergebieden beschermen tegen verontreinigingen uit de hogere bodemlagen (niet te doorboren ten behoeve van bijvoorbeeld warmte-koudeopslag WKO).



DEEL D

Wateroverlast

Als gevolg van klimaatverandering wordt steeds extremere neerslag verwacht. Piekbuien kunnen zorgen voor wateroverlast door de beperkte afwateringscapaciteit van de boezems en beperkte mogelijkheden voor waterberging.

Het verhogen van (grond)waterpeilen voor het tegengaan van veenoxidatie leidt tot minder waterbergingscapaciteit doordat de sloten vol staan en de grond al is verzadigd.

Er zijn fors meer plekken voor waterberging nodig voor calamiteitenberging bij piekbuien.

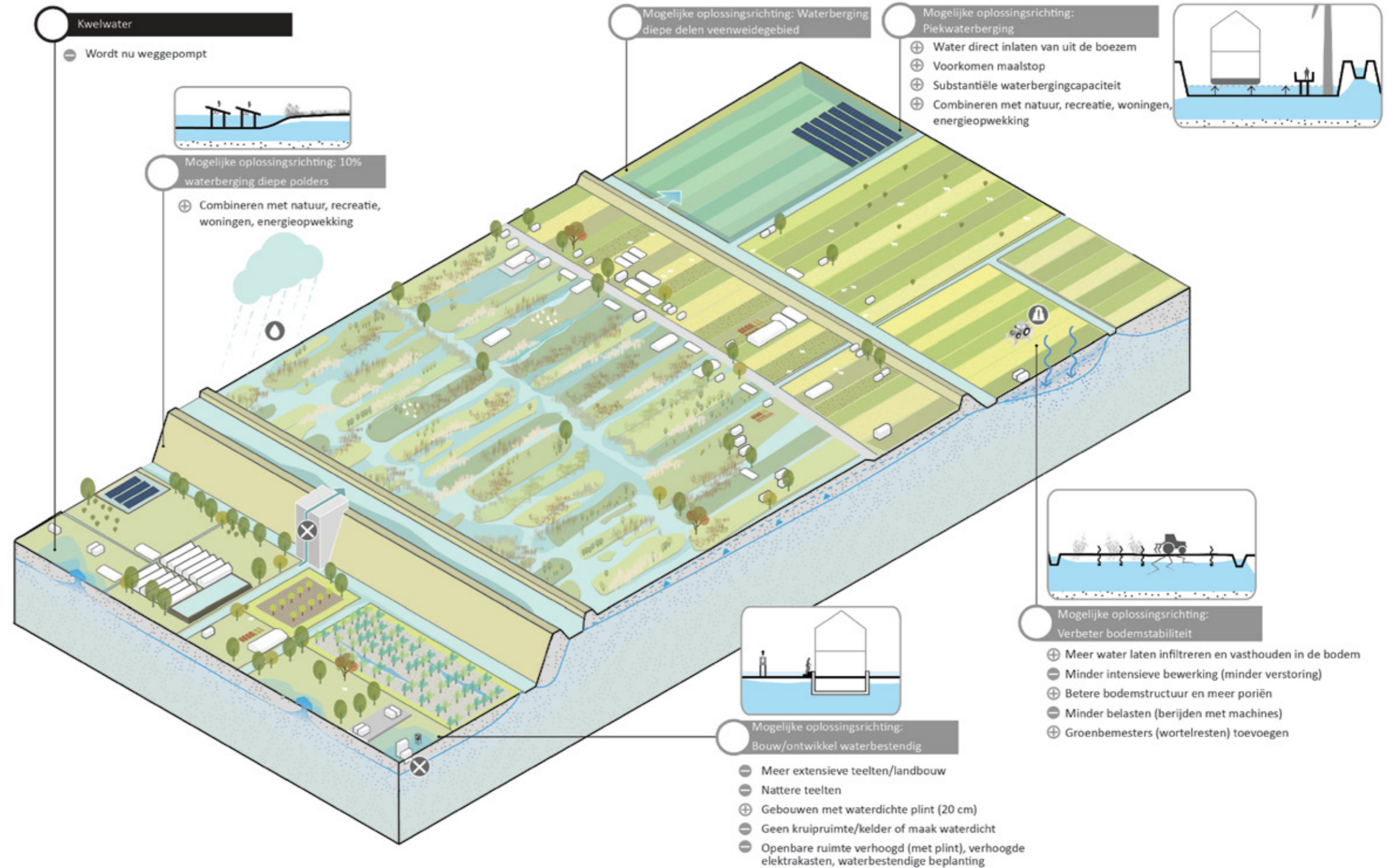
1 – Wateroverlast

Als gevolg van klimaatverandering wordt steeds extremere neerslag verwacht. Piekbuien kunnen zorgen voor wateroverlast door de beperkte afwateringscapaciteit van het Amsterdam-Rijnkanaal en beperkte mogelijkheden voor waterberging.

Het verhogen van (grond)waterpeilen voor het tegengaan van veenoxidatie leidt tot minder waterbergingscapaciteit: de sloten staan dan vol en de grond is dan al verzadigd.

In 2050 zijn er fors meer plekken voor waterberging nodig, zowel voor calamiteitenberging bij piekbuien als voor het vasthouden van water voor tijden van droogte (in het bijzonder voor de droogmakerijen). Geschikte locaties voor waterberging zijn de diepe droogmakerijen en laag liggende veengebieden. Voor waterberging wordt ook samengewerkt met agrariërs, om zo nodig bestaande graslanden te kunnen inzetten voor waterberging in tijden van extreme neerslag en de bestaande watergangen en gemalen niet over te belasten.

Op sommige plekken kan gekozen worden om gebieden volledig onder water te zetten. Dit kan naast waterberging meer doelen tegelijk dienen, zoals CO₂-opslag door veenaangroei in veengebieden, versterking biodiversiteit en eventueel energiewinning/opwekking. Deze maatschappelijke diensten leveren inkomsten op.



2 – Waterafvoersysteem

Het water vanuit het Groene Hart wordt via pompgemalen afgewaterd op het Amsterdam-Rijnkanaal en (via de Amstel) op het Noordzeekanaal, het Markermeer, de rivieren de Hollandse IJssel, de Merwede en de Lek en via de Oude Rijn richting de kust. Het boezemsysteem (waar het Amsterdam-Rijnkanaal en Amstel onderdeel van uitmaken) kennen net als de Hollandse IJssel een maximaal oppervlaktewaterpeil. Wordt dit bereikt, dan moet er een maalstop worden ingesteld en kan het water vanuit de polders niet meer worden afgevoerd.

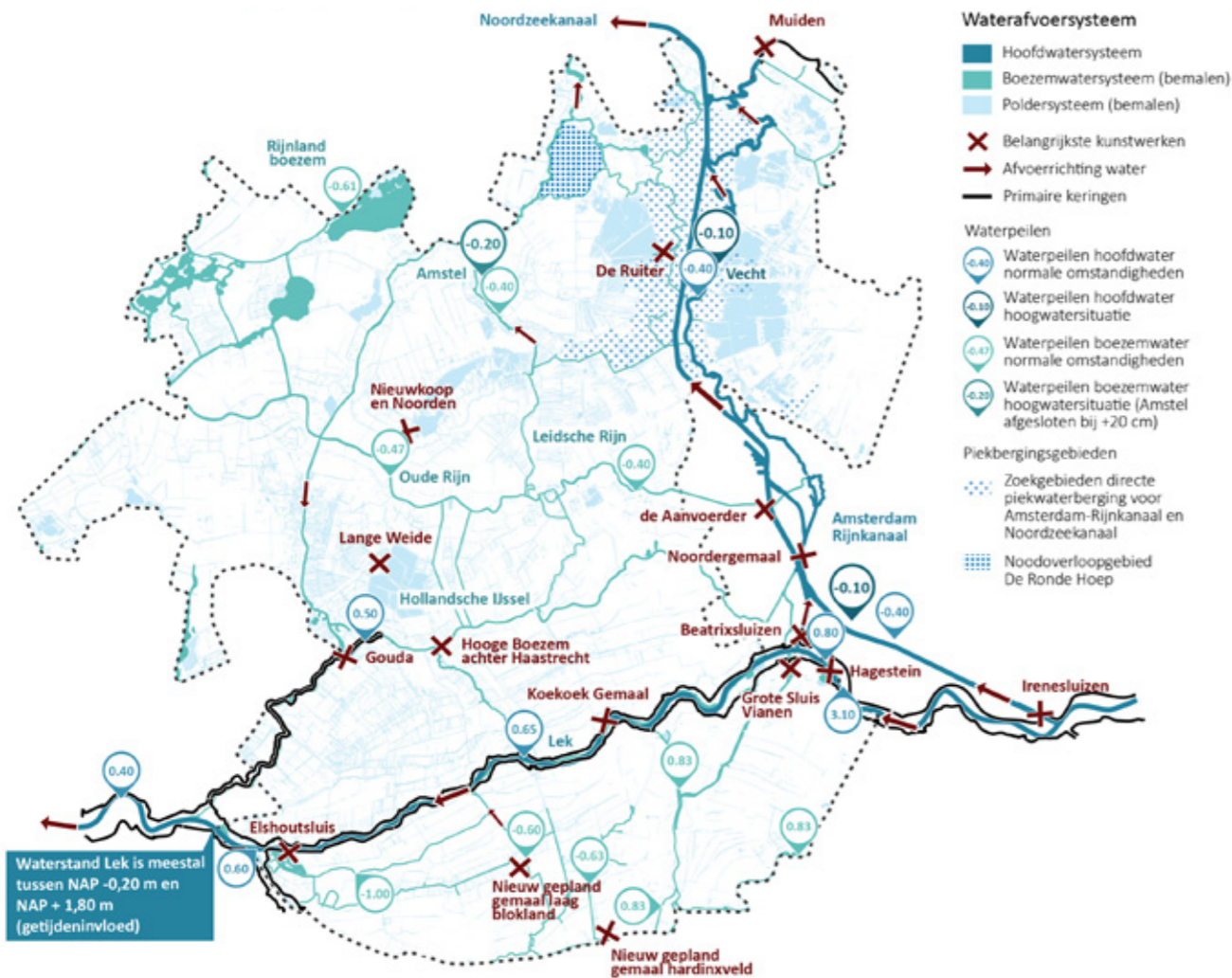


FIG. D.1 Kaart waterafvoersysteem (Kaart: Defacto, bron data: Waterschappen HDSR, AGV, Rijnland, Rivierenland, HHNK en Waternet)

3 – Wateroverlast (regenwater en kwel)

Regenwater kan slechts gedeeltelijk worden vastgehouden of infiltreren in de bodem. Zeker in gebieden met hoge ondergrondverdichting (doordat landbouwvoertuigen de grond samendrukken), hoge grondwaterstanden (weinig ruimte voor infiltratie en wateropvang in sloten) of veel verharding (zoals in stedelijk gebied) stroomt er veel water af. Door klimaatverandering zal de hoeveelheid regenwater in de toekomst toenemen.

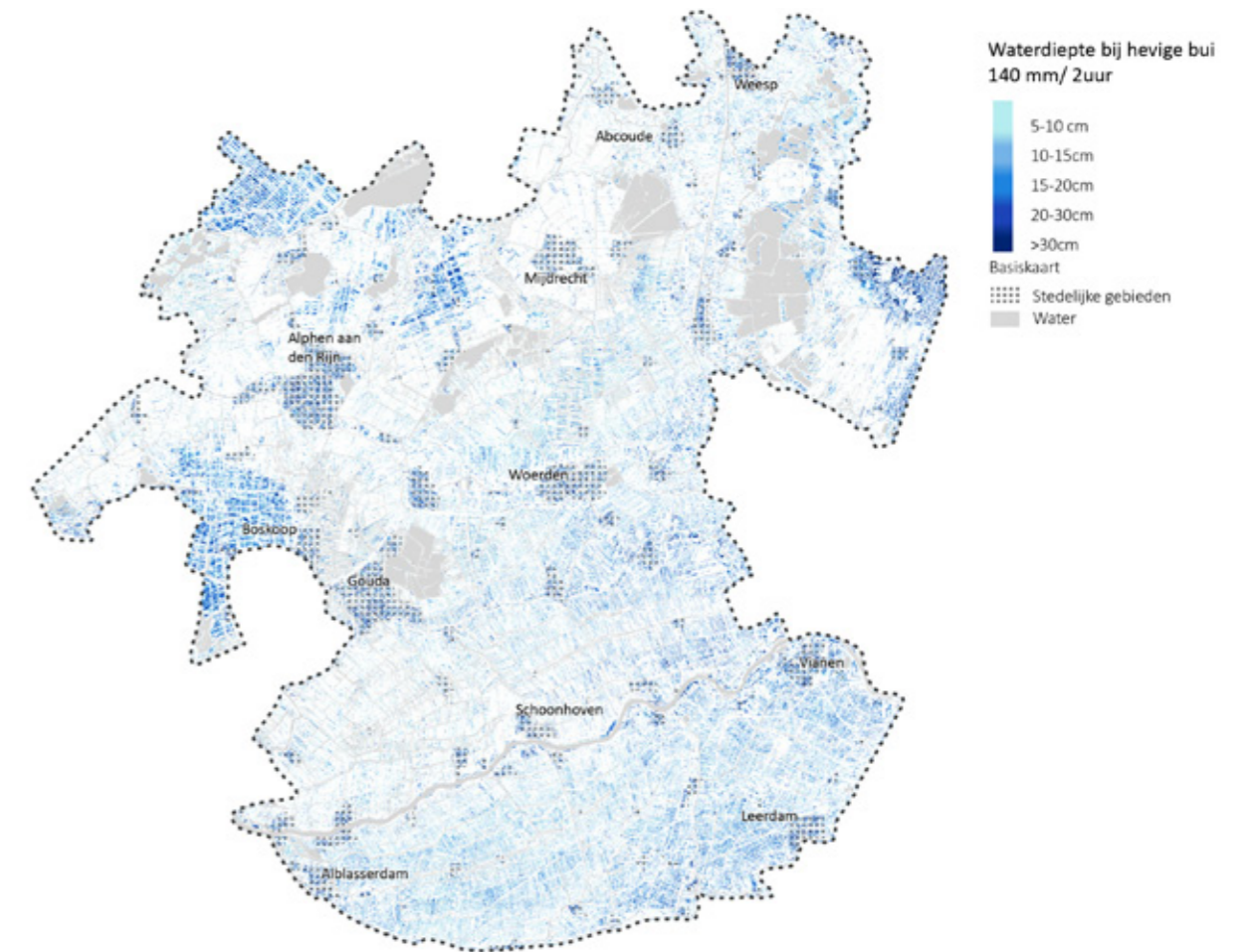


FIG. D.2 Kaart waterdiepte bij hevige bui 140 mm/2 uur (kaart: Defacto, bron data: Deltares / Richtlijn Overstromingsrisico's (ROR), 2018)

4 – Ambitie verhogen grondwaterpeil veengebieden

De ambitie is om in veengebieden de waterstanden te verhogen tot een grondwaterpeil van -20 /-40 cm onder maaiveld, om verdere oxidatie (bodemdaling en de uitstoot van broeikasgassen) af te remmen. Door het verhogen van het grondwaterpeil zal de drooglegging en draagkracht van de bodem afnemen. De hoeveelheid water die een gebied in de bodem en het oppervlaktewater kan bergen zal afnemen, waardoor het risico op wateroverlast toeneemt. Deze gebieden zullen dus vaker te maken hebben met natte condities.

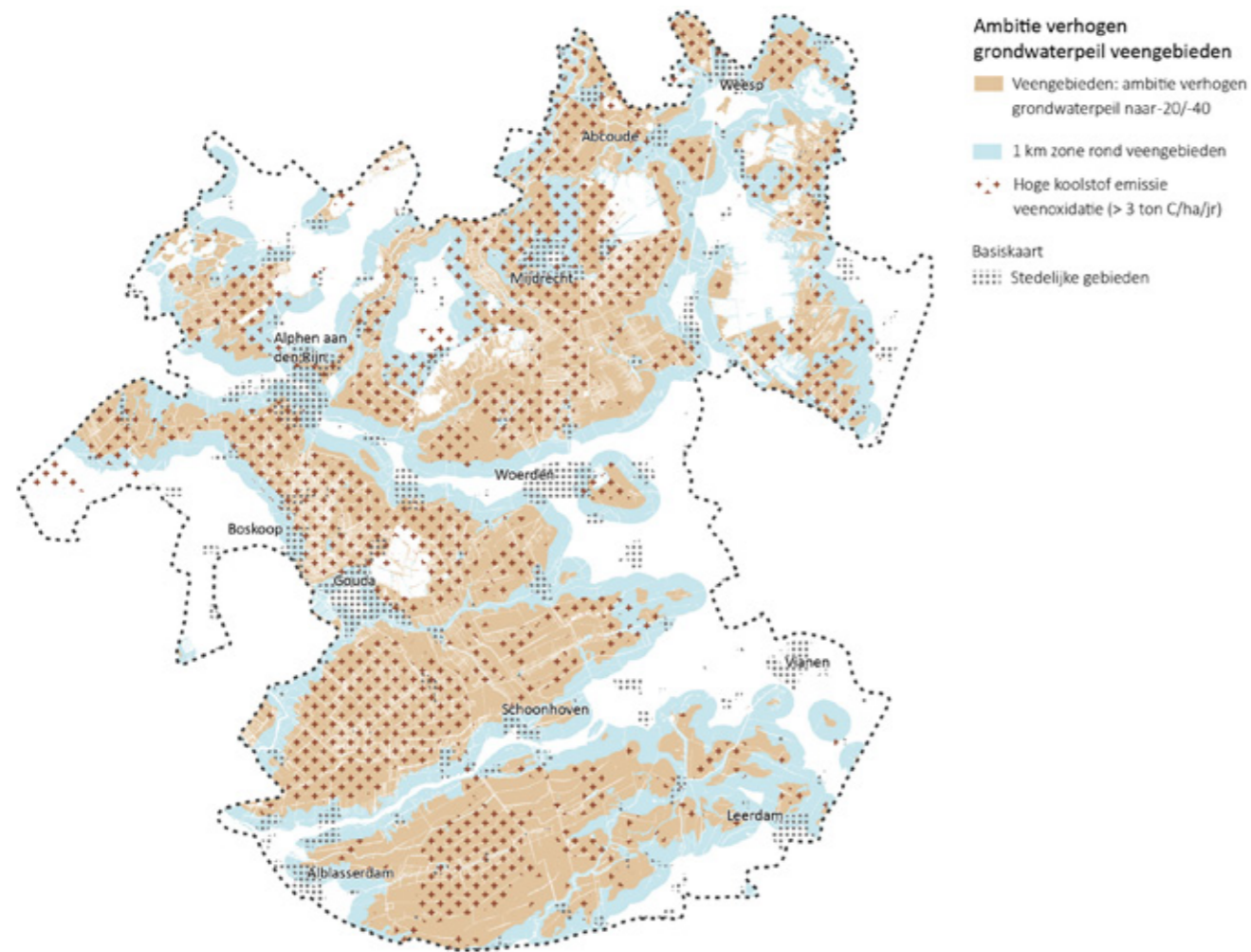


FIG. D.3 Kaart ambitie verhogen grondwaterpeil veengebieden (kaart: Defacto, bron data: Deltares 2022; CBS 2017)

5 – Waterbergingsgebieden

Bij piekbuien zal het waterafvoersysteem in de toekomst steeds vaker onvoldoende capaciteit hebben. Dit kan bijvoorbeeld omdat het maximale waterpeil op het Amsterdam-Rijnkanaal wordt bereikt en water uit de polders daar niet op afgewaterd kan worden. Door (piek)waterbergingsgebieden aan te wijzen waarin regenwater kan worden opgevangen, kan er meer water worden geborgen. Dit kan bijvoorbeeld door de laagste 10% gebieden van polders (waar het water zich verzamelt) of strategische locaties te reserveren voor waterberging of door piekwaterbergingsgebieden aan te leggen die kunnen dienen als noodoverloopgebied voor boezems.

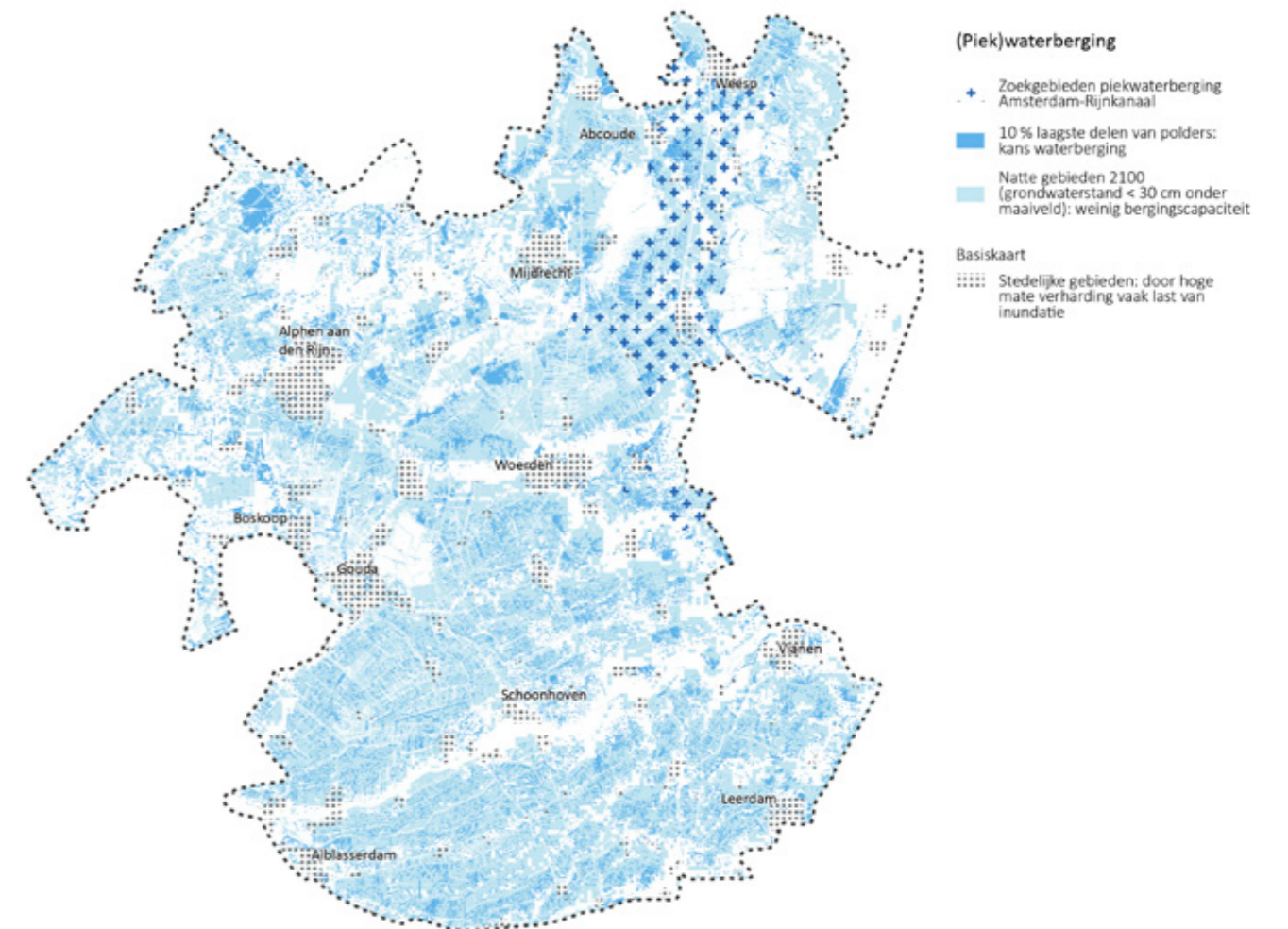
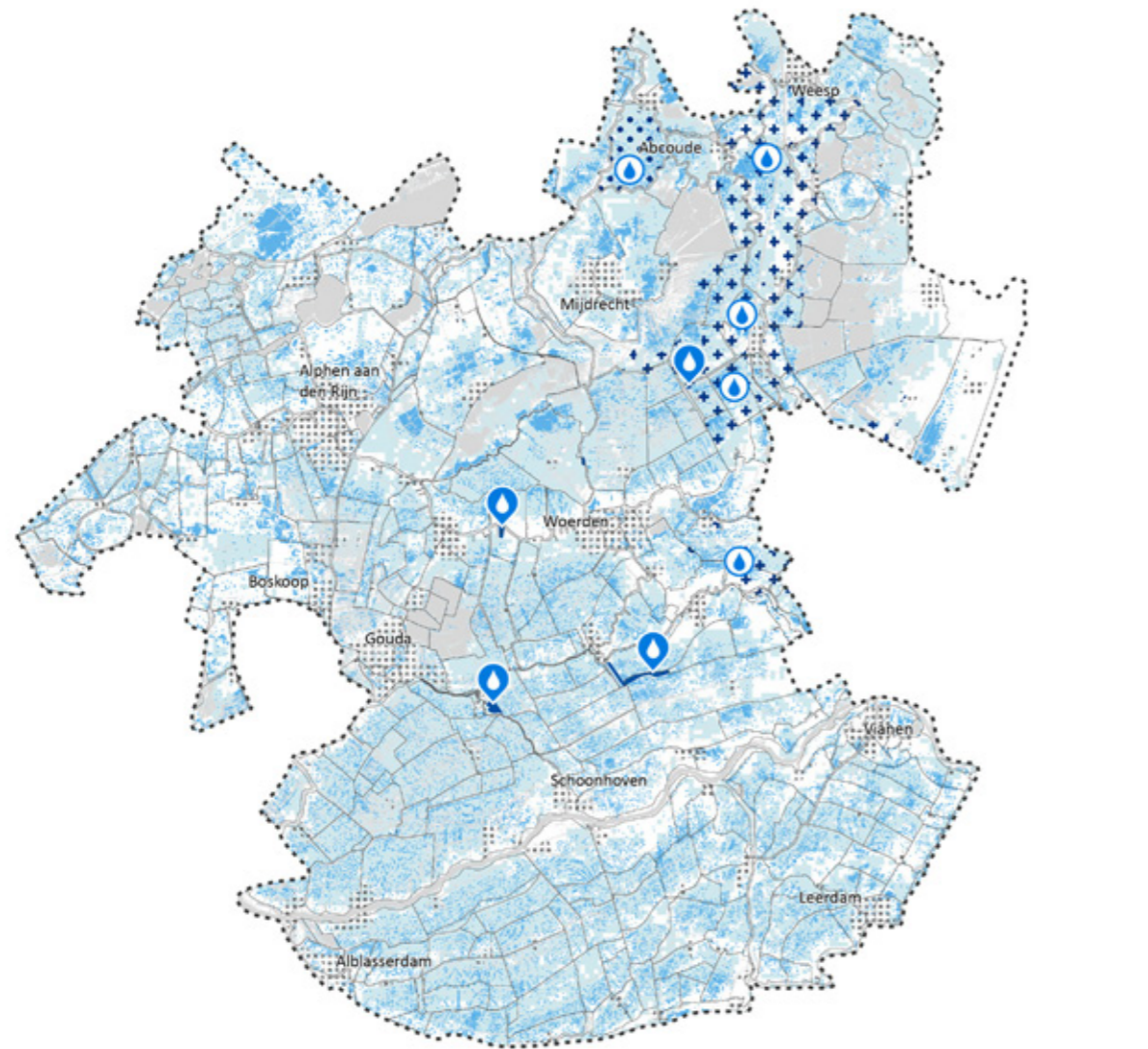


FIG. D.4 Kaart (piek)waterberging (kaart: Defacto, bron data: Defacto Stedenbouw, Royal HaskoningDHV 2021, SWECO 2022; Deltares, Bosch Slabbers, Sweco 2021)

Hotspotkaart wateroverlast



Wateroverlast hotspot

-  Zoekgebieden piekwaterberging Amsterdam-Rijnkanaal
-  Plangebied noodoverloopgebied De Ronde Hoep
-  Bestaande/vastgestelde waterberging (HDSR)
-  10 % laagste delen van polders: kans waterberging

 Natte gebieden 2100 (grondwaterstand < 30 cm onder maaiveld): weinig bergingscapaciteit

Basiskaart





-  Polder
-  Stedelijke gebieden: door hoge mate verharding vaak last van inundatie
-  Water

FIG. D.5 Hotspotkaart wateroverlast (kaart: Defacto, bron data: Defacto Stedenbouw, Royal HaskoningDHV 2021; Expert judgement AGV; SWECO 2022; Deltares, Bosch Slabbers, Sweco 2021)



Het Groene Hart wordt natter met meer ruimte voor wateropvang

In de veenweidegebieden zal de vernatting goed zichtbaar zijn. Door de groenblauwe dooradering en nieuwe slootprofielen kan meer ruimte voor water worden gecreëerd. Op diverse plekken kunnen moerasachtige veenlandschappen ontstaan. De veenweidegebieden blijven een open en uitgestrekt karakter houden, maar andere vormen van landgebruik zoals kleinschalige energieopwekking, wateropslag, natuurbeheer en recreatie zullen naar verwachting zichtbaar zijn.

De droogmakerijen daarentegen zullen naar verwachting een sterkere transformatie laten zien met meer (grootschalige) energielandschappen, andere typen teelten en gebieden voor wateropvang of opslag.

-  Bij het vernatzen van veenweidegebied zal de drooglegging en draagkracht van de bodem afnemen. De hoeveelheid water die in de bodem en het oppervlaktewater kan worden geborgen zal afnemen, waardoor het risico op wateroverlast toeneemt.
-  Er zijn fors meer plekken voor waterberging nodig, zowel voor calamiteitenberging bij piekbuien als voor het vasthouden van water voor tijden van droogte. Diepe droogmakerijen en laag gelegen veengebieden zijn geschikte locaties voor berging.

Aandachtspunten voor verschillende gebruiksfuncties

-  Indien er voor gekozen wordt bepaalde gebieden volledig onder water te zetten kan dit naast waterberging ook andere doelen en verdienmodellen mogelijk maken zoals CO₂-opslag door veenaangroei in veengebieden, versterking van de biodiversiteit en eventueel energiewinning/opwekking.
-  Door de grondwaterstanden in veenweidegebieden binnen de inundatievelden van de Oude en Nieuwe Hollandse Waterlinie en de Stelling van Amsterdam te verhogen, kan het erfgoed beter beleefbaar worden gemaakt.

Bouwstenen wateroverlast

Wateropvang laagst gelegen gebieden

Zet in op extra waterberging om het waterafvoersysteem niet verder te belasten: reserveer ten minste de 10% laagst gelegen gebieden van polders (waar het water zich bij piekbuien op natuurlijke wijze verzamelt) voor waterberging of wijs waterbergingsgebieden aan.

Deze gebieden kunnen worden gecombineerd met natuurontwikkeling (mits deze ongevoelig is voor het nutriëntrijke water wat zich in deze gebieden verzamelt), recreatie, woningbouw of kleinschalige energieopwekking.

Ook door aangepaste slootprofielen (bredere sloten met een gradiënt) kan de oppervlaktewater bergingscapaciteit worden vergroot.

Piekwaterberging

Piekwaterbergingen zijn grote bergingsgebieden die kunnen worden ingezet om bij extreme regenval of bij falen van sluisen (zoals de sluis bij IJmuiden) water in te laten en zo het boezemsysteem tijdelijk te ontlasten.

De waterberging is het meest effectief als er direct water uit de boezem kan worden ingelaten. Door de piekwaterberging in te zetten als ventiel kan worden voorkomen dat er een maalstop optreedt. De gebieden moeten zo worden ingericht dat ze een substantiële hoeveelheid water kunnen bergen. Denk daarbij bijvoorbeeld aan een oppervlak van 50-100 hectare, waar 1-2 meter water in kan worden geborgen.

Deze gebieden worden slechts een deel van de tijd ingezet voor waterberging en kunnen net als de wateropvanggebieden een dubbelfunctie krijgen.

Verbeteren bodemcondities

Goede bodemcondities voor het opnemen van water houden in dat er een goede bodemdoorlatendheid is, zodat water kan worden opgenomen en vastgehouden. In het Groene Hart is de bergingscapaciteit van de bodem overigens beperkt doordat de drooglegging (ruimte tussen het maaiveld en grondwater) beperkt is.

Een minder intensieve bewerking van de bodem zorgt voor verbetering van de bodemkwaliteit. Doordat de structuur van de bodem niet wordt verstoord, neemt het bodemleven toe, waardoor er meer poriën ontstaan en de bodem meer water kan opnemen en vasthouden.

Door de bodem minder te belasten (bereiden) en groenbemesters zoals wortelresten toe te voegen kan de structuur van de bodem verbeteren.

Waterberging kleipolders

De lage ligging ten opzichte van het omringende watersysteem en de kleibodem, maken droogmakerijen (diepe kleipolders) geschikte gebieden om in te zetten voor waterberging. Dit water kan eventueel deels gebufferd worden en worden ingezet als waterbron om toenemende verzilting en verdroging in de droogmakerijen tegen te gaan.

Het is echter niet vanzelfsprekend dezelfde waterbergingscapaciteit in te zetten als buffer voor piekwaterberging en waterbeschikbaarheid. De buffers zijn idealiter vol, terwijl de bergingen leeg moeten zijn om voldoende water op te kunnen vangen.

Natte teelten

Door toenemende neerslag en de door de vernatting van veengebieden afnemende waterbergingscapaciteit kan er steeds vaker natschade optreden bij gewassen.

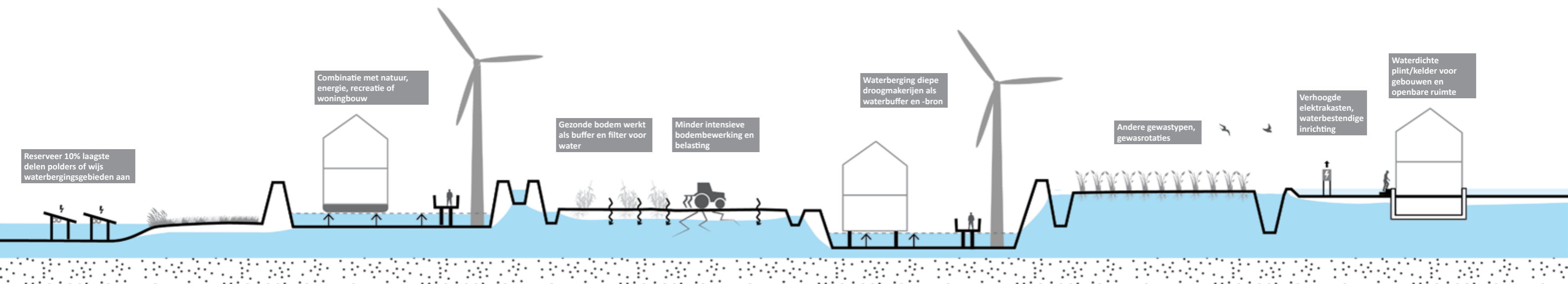
Er kan worden ingezet op gewassen (of aanpassingen in gewasrotaties) die goed bestand zijn tegen natte condities zoals cranberries, lisdodde en veenmos. Wel zijn de verdienmodellen van deze gewassen soms nog beperkt.

Waterbestendig bouwen

Bij piekbuien kan zeker in gebieden met een beperkte drooglegging en hoge grondwaterstanden wateroverlast en eventueel ook schade optreden.

Door (in lijn met de maatlat klimaatadaptief bouwen) te zorgen dat gebouwen bestand zijn tegen bijvoorbeeld 20 cm water op het maaiveld, kan schade worden voorkomen. Dit kan door het gebouw zelf een waterdichte plint te geven en kelders waterdicht te maken, of doordat de openbare ruimte (park, trottoir) een verhoogde plint vormt.

Ook het regenwaterbestendig inrichten van de openbare ruimte is daarbij belangrijk. Denk aan verhoogde elektrakasten en zorg dat de inrichting van buitenruimten (beplanting, vlonders) tegen natte condities kan. Dit vraagt om aangepaste ontwerpen.





DEEL E

Ontwikkel in de meest geschikte gebieden

Verstedelijking en economische ontwikkeling moet zoveel mogelijk plaatsvinden door middel van transformatie en verdichting binnen bestaand bebouwd gebied en langs bestaande assen. Geadviseerd wordt terughoudend te zijn met extra ruimtebeslag aan de randen van het Groene Hart. Dit is in lijn met de 'No Net Land Take' richtlijn van de Europese commissie voor gezonde bodems.

Belangrijk is oog te hebben voor geschikte bodems (ontzien van zware infrastructuur op het veen en gebieden met een relatief groot overstromingsrisico).

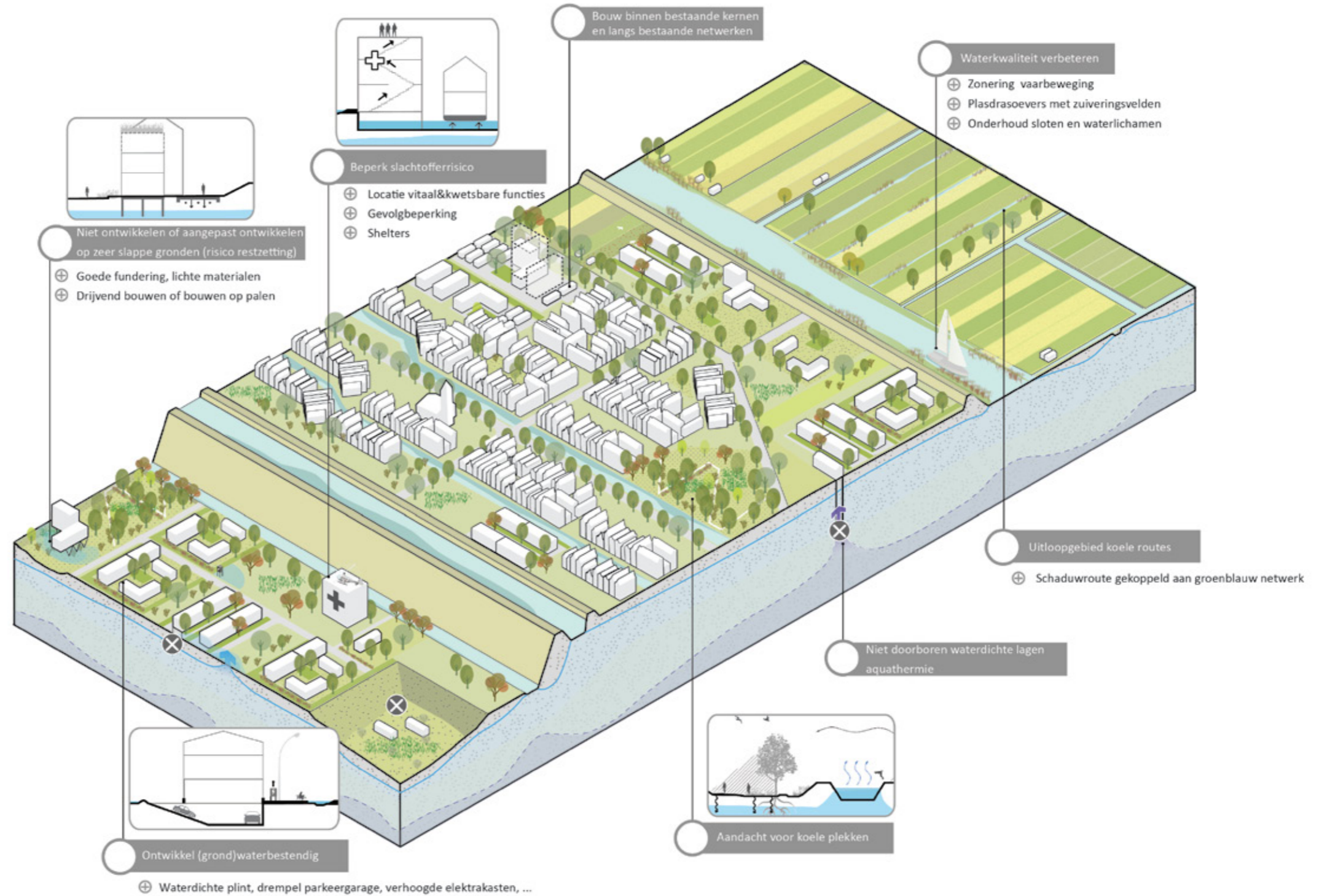
1 – Ontwikkel in de meest geschikte gebieden

Vanaf 1958 streven overheden ernaar het open, uitgestrekte en groene karakter van het Groene Hart te koesteren. Het doel destijds was om het gebied te behouden als tegenhanger, als een groen uitloopgebied vol waternetwerken, voor de omringende steden.

Verstedelijking en economische ontwikkeling moet zoveel mogelijk plaatsvinden door middel van transformatie en verdichting binnen bestaand bebouwd gebied en langs bestaande assen. Geadviseerd wordt terughoudend te zijn met extra ruimtebeslag aan de randen van het Groene Hart. Dit is in lijn met de 'No Net Land Take' richtlijn van de Europese commissie voor gezonde bodems. Daarnaast moet rekening worden gehouden met de NOVI-principes: combinaties van functies gaan voor op eenvoudige functies, kenmerken en identiteit van gebieden staan centraal en afwenteling moet worden voorkomen.

Belangrijk is ook te hebben voor geschikte bodems (ontzien van zware infrastructuur op het veen en gebieden met een relatief groot overstromingsrisico).

Het Groene Hart kan een functie vervullen in het bieden van voldoende recreatieve ruimte voor ontspanning en rust, zowel voor eigen inwoners als de omliggende agglomeraties. Momenteel is het Groene Hart op veel plekken nog niet goed ontsloten, zowel wat betreft interne bereikbaarheid als in relatie tot omliggende agglomeraties.



2 – Overstromingsrisico schaderisico

Het Groene Hart wordt door een stelsel van dijken en keringen beschermd tegen overstromingen. De kans op overstromingen is dan ook klein, maar de gevolgen van een dijkdoorbraak kunnen groot zijn. Door aangepast te ontwikkelen in gebieden waar de kans of gevolgen van overstromingen relatief groot zijn, kunnen de gevolgen van overstromingen (bijvoorbeeld voor vitale en kwetsbare functies zoals ziekenhuizen of datacenters) worden beperkt. De regionale keringen kennen over het algemeen een wat een grotere faalkans, de Lekdijken kennen een kleine faalkans, maar zouden ook grotere en diepere overstromingen tot gevolg kunnen hebben doordat het gebied (met name de waarden en diepe polders) daarbij diep kunnen overstromen.

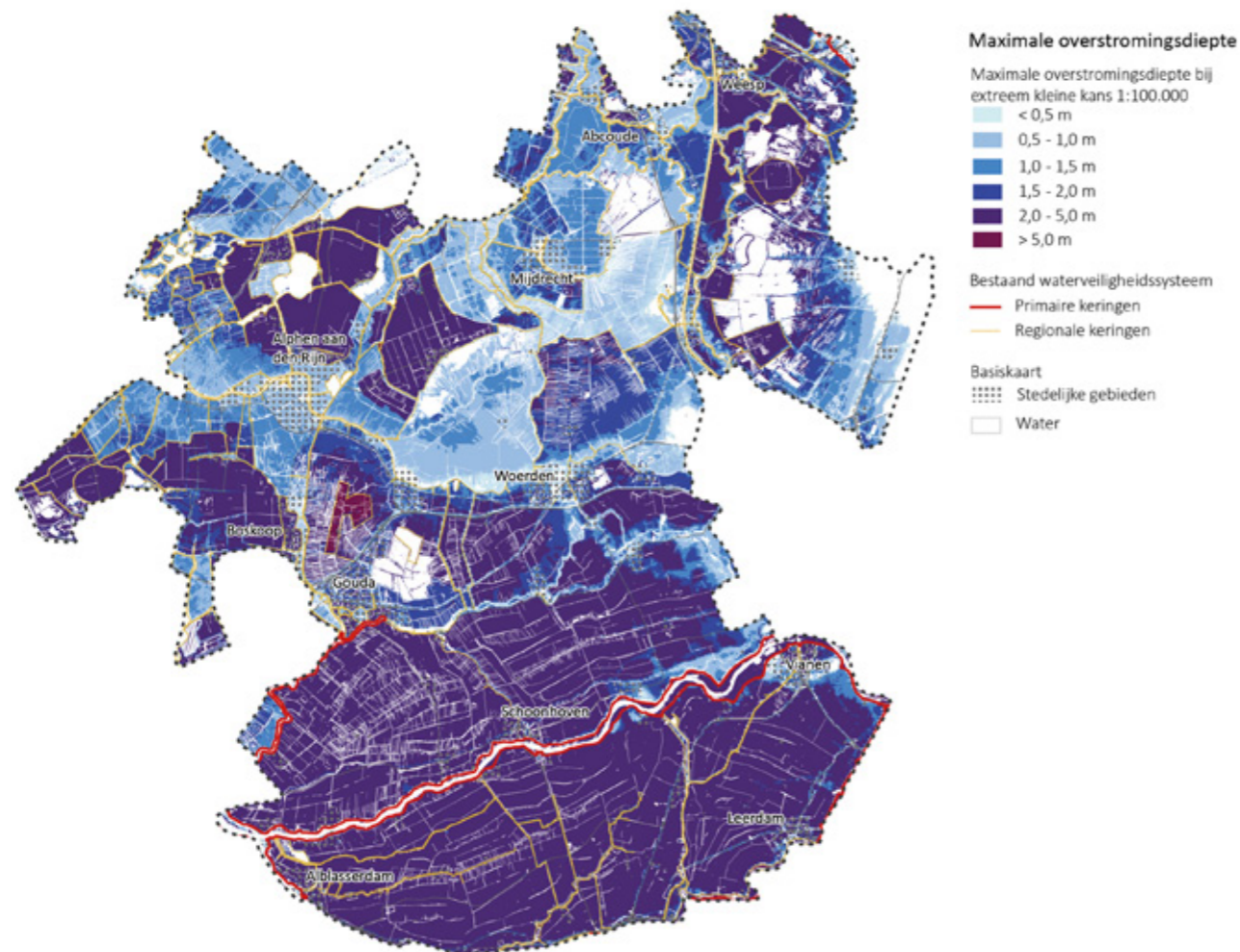


FIG. E.1 Maximale overstromingsdiepte in geval van een overstroming (kaart: Defacto, bron data: LIWO 2023)

3 – Overstromingsrisico slachtofferrisico

In het geval van een dreigende overstroming worden zo veel mogelijk mensen preventief geëvacueerd. Toch is ook de zelfredzaamheid in het geval van een (onverwachte) overstroming belangrijk, bijvoorbeeld door in geval van een overstroming naar een droge verdieping in je eigen woning of in de buurt te kunnen vluchten. De kaart hieronder laat zien welke gebouwen bij het optreden van de maximale overstromingsdiepte geen droge verdieping hebben en daardoor potentieel een belemmering kennen in de zelfredzaamheid bij overstromingen.

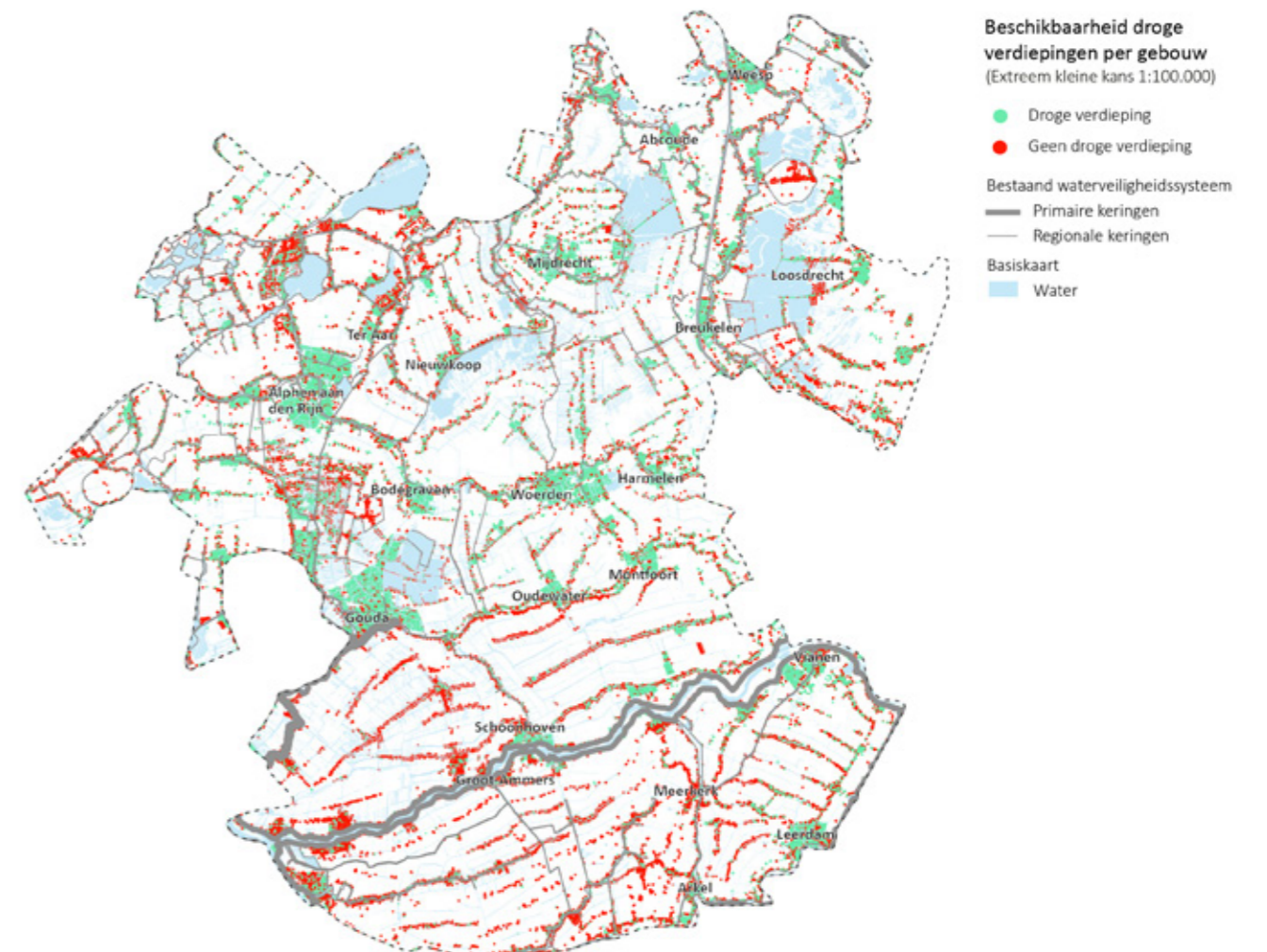


FIG. E.2 Kaart beschikbaarheid droge verdiepingen in geval van een overstroming (kaart: Defacto, bron data: RWS 2022 via LIWO)

4 – Ruimte voor dijkversterkingen

Dijken worden met de tijd regelmatig versterkt om de binnendijkse gebieden (met hun toenemende bevolking en economische waarde) te blijven beschermen. Doordat de rivierwaterstanden toenemen, sommige dijken op slappe bodems zakken en de waterveiligheidseisen steeds verder worden aangescherpt, vinden er regelmatig dijkversterkingen plaats. Het is belangrijk dat er voldoende ruimte rondom de dijk beschikbaar is om de dijken (bij voorkeur met grond) te kunnen blijven versterken.

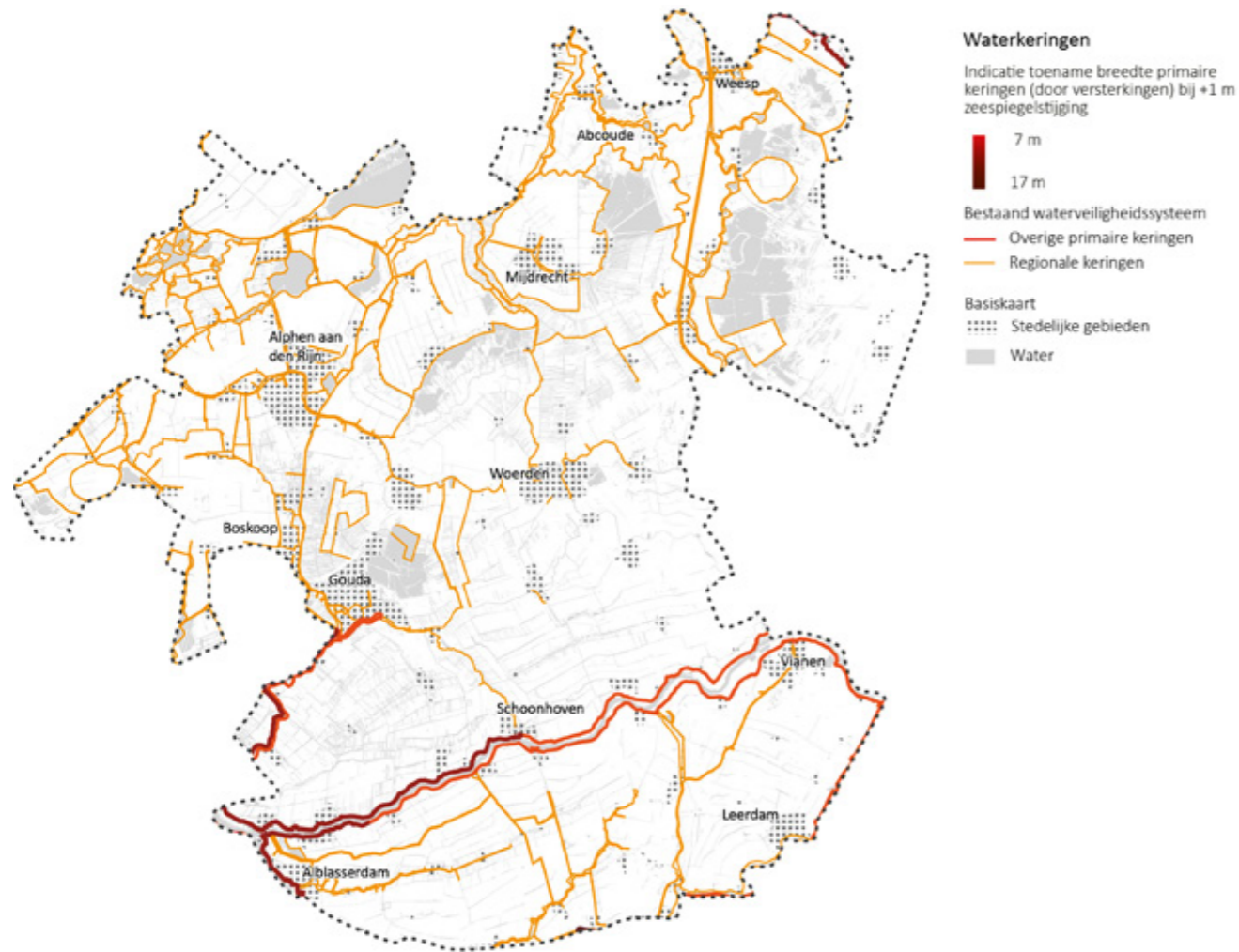


FIG. E.3 Kaart primaire en regionale keringen en mogelijke versterkingszone bij +1 m zeespiegelstijging. (kaart: Defacto, bron data: Deltares 2021; LIWO 2023).

5 – Zettingsgevoelige gronden

Veen- en kleibodems worden samengedrukt bij belasting (zoals het gewicht van gebouwen en wegen). Dit wordt veroorzaakt door consolidatie (grondwater wordt uit de bodem gedrukt) en kruip (restzetting die decennia kan doorgaan). Dit wordt vóór de bouw van een gebouw opgevangen met voorbelasting. Restzetting kan leiden tot hoge kosten voor beheer en onderhoud. Bij nieuwbouw (gebiedsontwikkelingen) wordt dan ook vaak een eis voor restzetting gesteld (bijvoorbeeld 10 cm in 30 jaar). Er zijn geen kaarten die de verwachte mate van restzetting laten zien (hiervoor is lokaal onderzoek nodig). De mate van zetting bij belasting bij ophoging met 1 m zand over een periode van 30 jaar (Deltares 2021) is gebruikt als indicatie voor zettingsgevoelige gronden.

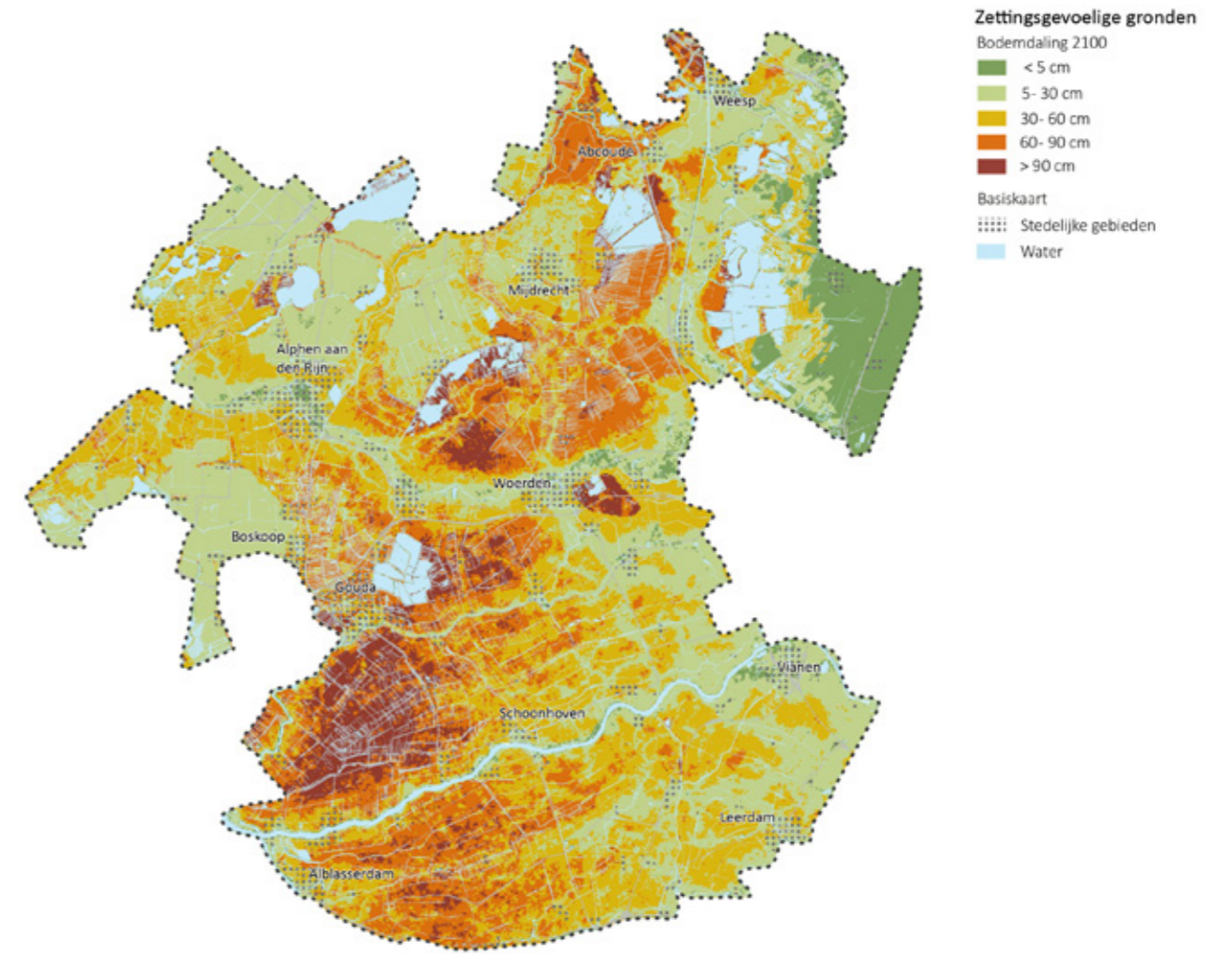


FIG. E.4 Kaart zettingsgevoelige gronden (kaart: Defacto, bron data: HKV 2023; Deltares, WEnR & TNO 2021)

6 – Hittebestendige bebouwde kernen

Onder invloed van de toenemende hitte kan het erg warm worden met name in stedelijk gebied waar veel verharding te vinden is. Deze warmte kan blijven hangen, waardoor het ook 's nachts minder goed afkoelt. Dit kan effect hebben op de gezondheid van inwoners (met name kwetsbare bevolkingsgroepen) en de productiviteit van werknemers, maar ook op bijvoorbeeld bruggen en tramrails die uitzetten en niet meer werken of waterleidingen die opwarmen.

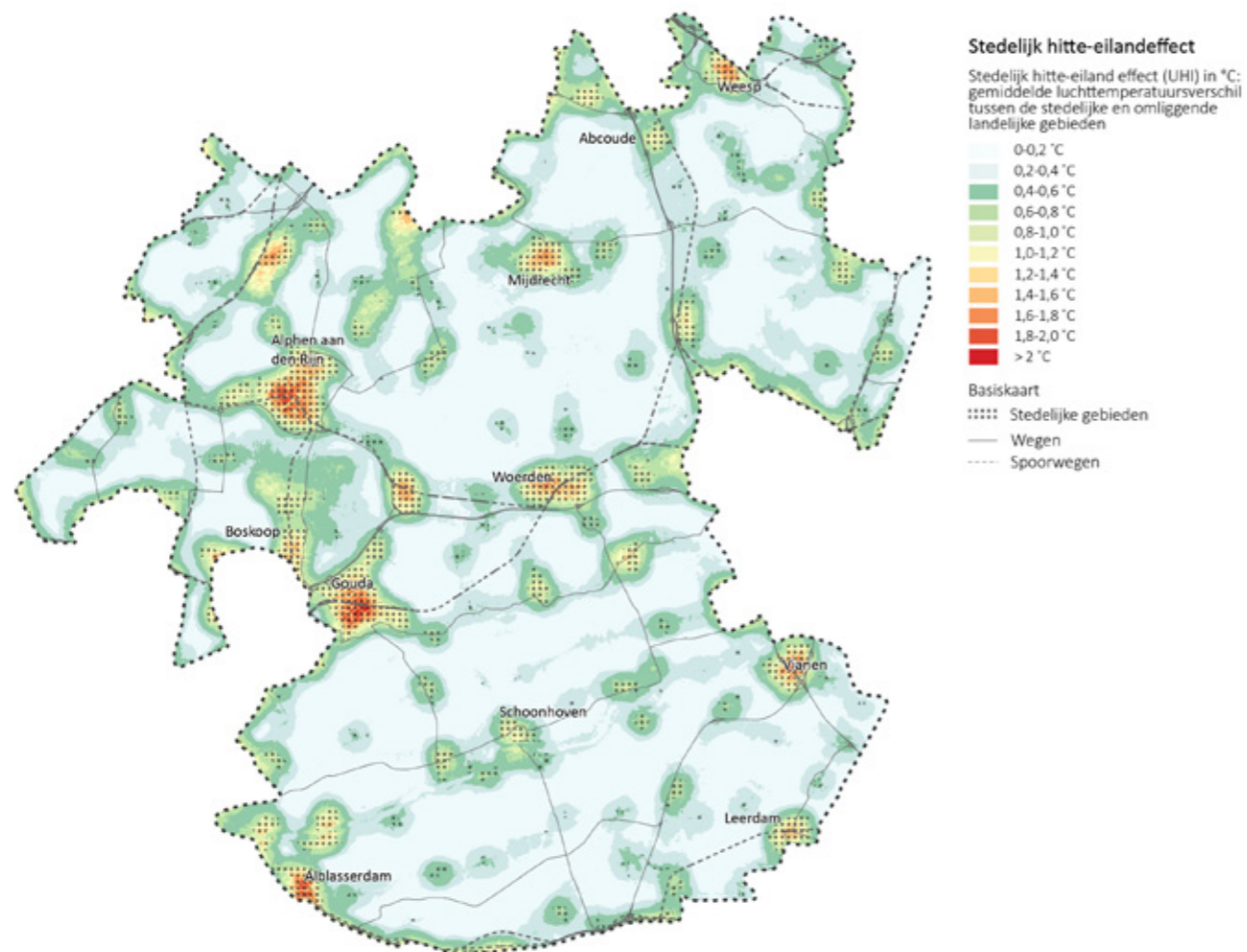


FIG. E.5 Kaart stedelijk hitte eiland effect (kaart: Defacto, bron data: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu 2020).

7 – Koele plekken en routes

In steden is er steeds meer aandacht voor het reduceren van de opwarming van de stad, zoals minder verharding, lichtere materialen en het creëren van koele plekken (meer schaduw, verdampend groen en water) en goede verbindingen met koele uitloopgebieden, bouweisen om hitte te voorkomen (goede zonwering en ventilatie) en hitteplannen. Het Groene Hart kan als uitloopgebied de omliggende woonkernen koele plekken en zwemwater bieden. Daarbij zijn koele routes die stad en achterland verbinden een belangrijke randvoorwaarde.

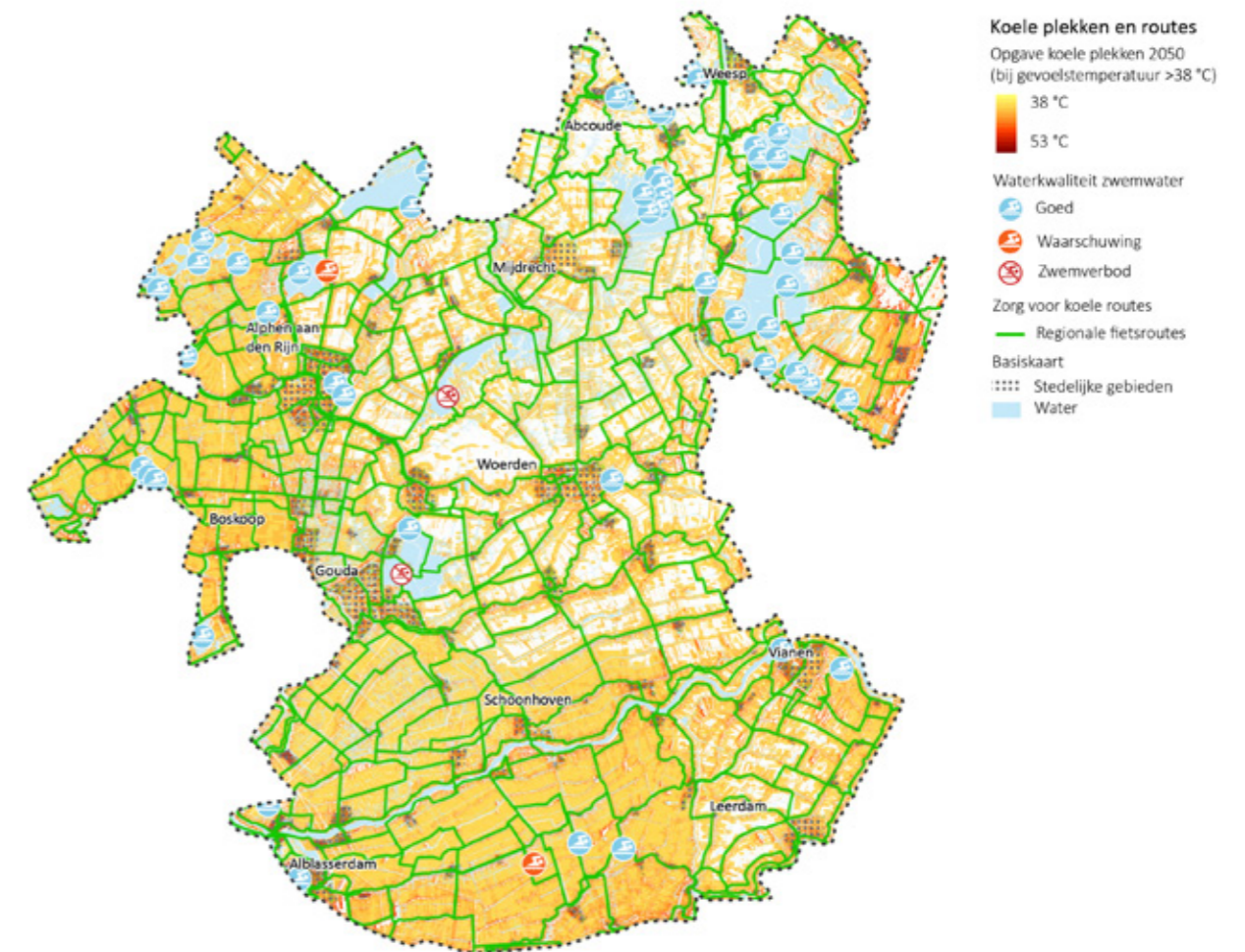


FIG. E.6 Kaart koele plekken en routes (kaart: Defacto, bron data: Witteveen+ Bos, 2021; Zwemwater.nl 2023; Stichting Landelijk Fietsplatform, 2020)

Hotspotkaart: Ontwikkel in de meest geschikte gebieden

Water en bodem sturend in locatiekeuzen

Het Groene Hart kent gebieden met zeer slappe bodems en die met een kans van 1:1.000 jaar diep kunnen overstromen. Neem het risico op overstromingen en de bodemgesteldheid mee in de afweging voor locaties voor ontwikkelingen.

Met name het ontwikkelen op zeer zettingsgevoelige gebieden kent een risico op afwenteling (via kosten voor beheer en onderhoud of benodigde peilindexaties) en vraagt om goed onderzoek, maatregelen en afstemming om afwenteling en toekomstige schade en kosten te voorkomen.

ⓘ Het is belangrijk dat er voldoende ruimte rondom dijken en keringen beschikbaar is om deze te kunnen blijven versterken.

Aandachtspunten voor verschillende gebruiksfuncties

- 🏠 Bij een overstroming is de zelfredzaamheid van inwoners belangrijk. Zorg dat bewoners naar een droge verdieping kunnen vluchten in eigen woning of in de buurt.
- ⚡ Door aangepast te ontwikkelen in gebieden waar de kans of gevolgen van overstromingen relatief groot zijn, kunnen de gevolgen (bijvoorbeeld voor vitale en kwetsbare functies zoals ziekenhuizen of datacenters) worden beperkt.
- 🏠 Bouw woningen en bedrijventerreinen bij voorkeur op stabielere kleigronden en niet op slappe veengronden. Als uitzondering zijn innovatieve bouwwijzen mogelijk die het bouwen in veengebieden met een beperkte drooglegging mogelijk maken.
- 🏠 Restzetting kan leiden tot hoge kosten voor beheer en onderhoud.

Ontwikkel binnen bestaande bebouwde gebieden

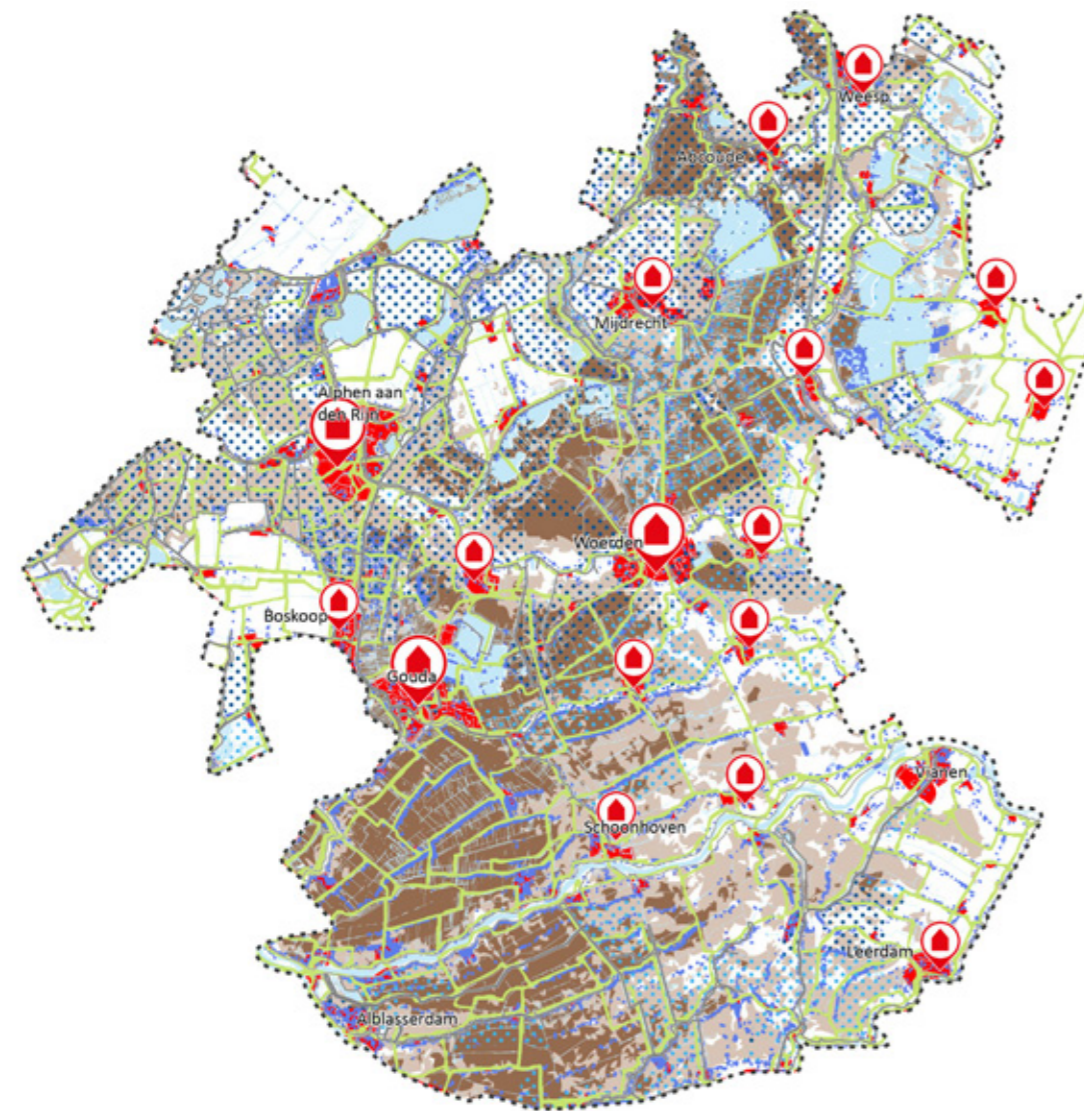
Verstedelijking en economische ontwikkeling moet zoveel mogelijk plaatsvinden door middel van transformatie en verdichting binnen bestaand bebouwd gebied en langs bestaande assen. Weest terughoudend met extra ruimtebeslag aan de randen van het Groene Hart. Dit is in lijn met de 'No Net Land Take' richtlijn van de Europese commissie voor gezonde bodems en draagt bij aan de ambitie om het open, uitgestrekte en groene karakter van het Groene Hart te koesteren.

- 🏠 Beperk de uitbreidingsmogelijkheden voor bedrijven en maak voor bestaande bedrijvigheid gebruik van lokale en (boven)regionale schuifruimte en verdichting.

Groene Hart als uitloopgebied

Het Groene Hart moet behouden worden als een groen uitloopgebied met goede groene en blauwe verbindingen, als tegenhanger voor de omringende steden.

- 🏠 Verbeter de (recreatieve) verbindingen naar en binnen het Groene Hart, met een voorkeur voor het versterken van OV, fiets- en vaarverbindingen.
- 🏠 Zorg voor koele routes die stad en achterland verbinden.



Hotspotkaart wonen

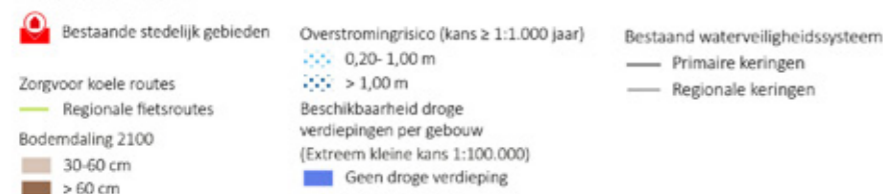


FIG. E.7 Hotspotkaart ontwikkel in de meest geschikte gebieden (kaart: Defacto, bron data: CBS 2011; Stichting Landelijk Fietsplatform, 2020; Deltares, WEnR & TNO 2021; HKV 2023; LIWO 2023; RWS 2021 via LIWO; LIWO 2023)

Bouwstenen woningen in kernen rondom uitloopgebied

Waterbestendig bouwen

Er zijn delen van het Groene Hart die bij een overstrooming bij een kans van 1:1.000 diep kunnen overstromen en schade en slachtoffers tot gevolg kunnen hebben. Neem het risico op overstromingen mee in de afweging voor locaties voor woningbouw.

Door (in lijn met de maatlat klimaatadaptief bouwen) te zorgen dat gebouwen bestand zijn tegen bijvoorbeeld 20 cm water op het maaiveld, kan schade worden voorkomen. Dit kan door het gebouw zelf een waterdichte plint te geven en kelders waterdicht te maken, of doordat de openbare ruimte (park, trottoir) een verhoogde plint vormt.

Ook het waterbestendig inrichten van de openbare ruimte is daarbij belangrijk. Denk aan verhoogde elektrakasten en zorg dat de inrichting van buitenruimten (beplanting, vlonders) tegen natte condities kan. Dit vraagt om aangepaste ontwerpen.

Beperk slachtofferrisico

Slechts een deel van de bevolking die in overstroombaar gebied woont kan bij een dreigende overstrooming preventief worden geëvacueerd. Voor de rest van de bevolking ligt de nadruk in het geval van een overstrooming op zelfredzaamheid.

Hou bij de locatiekeuze van ontwikkelingen (en vitaal en kwetsbare functies in het bijzonder) rekening met het overstromingsrisico binnen het gebied of zet in op gevolgbeperking (verhoogde vloer of entree, waterdichte deuren, noodstroomvoorzieningen op hoger gelegen verdiepingen).

In gebieden die diep kunnen overstromen en weinig mogelijkheden kennen voor verticale evacuatie (vluchten naar een droge verdieping), kan worden ingezet op nieuwbouw met een dubbelfunctie als shelter.

Borg flexibiliteit keringen

De dijken en keringen moeten regelmatig worden versterkt om bij toenemende waterstanden en economische ontwikkelingen dezelfde veiligheid te kunnen blijven bieden. Dat is bij dijken die vrij zijn van bebouwde objecten veel eenvoudiger en minder kostbaar.

Hou de keringen dan ook vrij van bebouwing die het versterken in de toekomst kan bemoeilijken (en waarmee kosten worden afgewenteld naar de toekomst en het publieke domein).

Hou daarbij ook rekening met nu nog onverwachte versterkingen. Ontwikkel geen woningen die met de huidige normering voldoende ruimte bieden, maar in geval van een aangescherpte normering alsnog een knelpunt worden voor versterkingen.

Verdichten bebouwd gebied

Verstedelijking en economische ontwikkeling moet zoveel mogelijk plaatsvinden door middel van transformatie en verdichting binnen bestaand bebouwd gebied en langs bestaande assen.

Geadviseerd wordt terughoudend te zijn met extra ruimtebeslag aan de randen van het Groene Hart. Dit is in lijn met de 'No Net Land Take' richtlijn van de Europese commissie voor gezonde bodems en draagt bij aan de ambitie om het open, uitgestrekte en groene karakter van het Groene Hart te koesteren.

Bouw niet op zeer slappe bodems

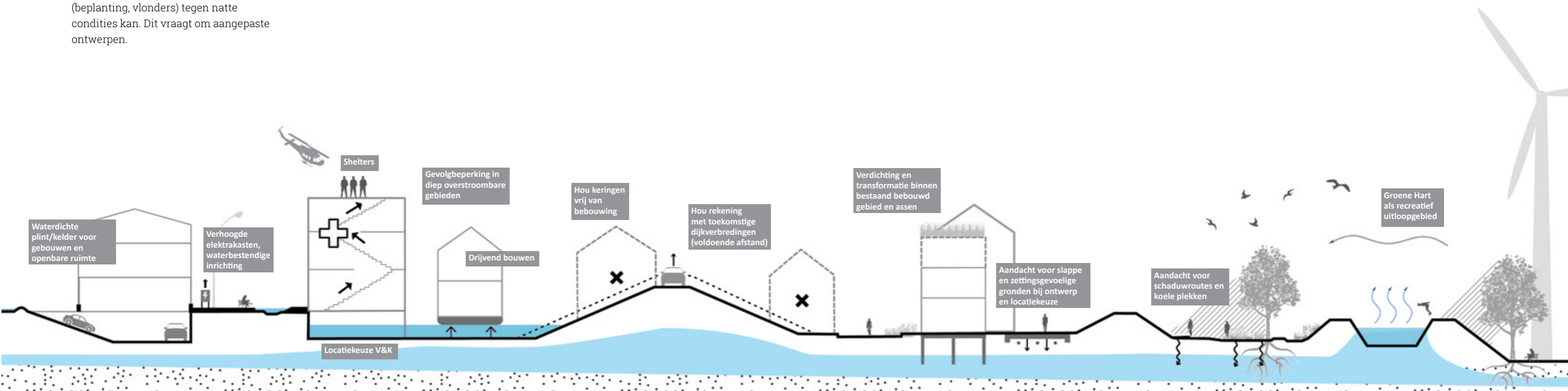
Het Groene Hart kent veel slappe bodems. Het ontwikkelen op zeer zettingsgevoelige gebieden kent een risico op afwenteling (via kosten voor beheer en onderhoud of benodigde peilindexaties).

Locatie afwegingen vragen dan ook om goed onderzoek, maatregelen en afstemming om afwenteling en toekomstige schade en kosten te voorkomen.

Koele plekken buitengebied

Hitte wordt nu vaak nog onderschat als opgave, maar zal een steeds groter risico vormen. Zorg in stedelijke verharde gebieden voor meer groen en voldoende koele, schaduwrijke plekken.

Het Groene Hart kan als buitengebied een rol vervullen als uitloopgebied met koele plekken en zwemwater voor de stedelijke kernen er omheen. Daarbij zijn ook koele en schaduwrijke fietsroutes richting en door het Groene Hart essentieel.





DEEL F

Bijlage

Algemeen gebruikte bronnen:

- Coördinatiebureau Groene Hart (2023) 'Toekomstperspectief Groene Hart 2050'.
- Coördinatiebureau Groene Hart (2023) 'Ontwikkelperspectief 1.0 Groene Hart 2050'
- Deltares, Bosch Slabbers, Sweco (2021) 'Op Waterbasis. Grenzen aan de maakbaarheid van ons water- en bodemsysteem.'
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat september 2022 'Uitwerking coalitie Akkoord Kabinet: 'Water en bodem sturend' Concept Richtinggevend kader voor bebouwd gebied"

Alle kaarten in het rapport zijn gemaakt door Defacto, op basis van onderstaande data (stand september 2023).

Kaarten Deel A Veenoxidatie

Fig. A.1 Kaart veengebieden en indicatie bodemsoort

- Bodemkaart veengronden: WUR (2015) 'Bodemkaart 1:50.000' via Atlas van de Regio (nov 2022).
- Zoekgebieden vernatten veengebieden: Deltares (maart 2022), kaart 'Veengebieden in het landelijk gebied waar een verhoging in grondwaterstanden te verwachten is' uit 'Bodem en water als basis'.
- Stedelijke gebieden: CBS bevolkingskernen (2011) via pdok.nl (dit is de meest recente CBS-kaart).

Fig. A.2 Kaart voorspelling bodemdaling

- Veengronden: WUR (2015) 'Bodemkaart 1:50.000' via Atlas van de Regio.
- Bodemdaling 2020-2100: Deltares, WEnR & TNO (2021) via Klimaateffectatlas
- Stedelijke gebieden: CBS bevolkingskernen (2011) via pdok.nl (dit is de meest recente CBS-kaart).

Fig. A.3 Drooglegging veengebieden binnen de provincie Zuid-Holland

- Drooglegging: Provincie Zuid-Holland (2021) 'Veenweidestrategie Drooglegging (maaiveld (AHN4) t.o.v. slootpeil) in veenweidegebieden in 2021'
- Polder: Waterschappen HDSR, AGV, Rijnland, HHNK en Waternet
- Stedelijke gebieden: CBS bevolkingskernen (2011) via pdok.nl (dit is de meest recente CBS-kaart).

Fig. A.4 Kaart opbarstrisico

- Opbarstrisico maaiveld: Deltares (2018) 'Opbarstindex maaiveld (Peil: indexatie; Tijdstip: 0 jaar)' in 'Huidig en Toekomstig Opbarstrisico Provincie Zuid-Holland'
- Stedelijke gebieden: CBS bevolkingskernen (2011) via pdok.nl (dit is de meest recente CBS-kaart).

Fig. A.5 Hotspotkaart veenoxidatie

- Hoog opbarstrisico maaiveld (<1,1): Deltares (2018) 'Opbarstindex maaiveld (Peil: indexatie; Tijdstip: 0 jaar)' in 'Huidig en Toekomstig Opbarstrisico Provincie Zuid-Holland'
- Hoge koolstof emissie veenoxidatie: WUR (2013) 'Koolstofemissie uit veen per jaar' via CBS
- Hoge grutto dichtheid: Sovon (2018) 'Grutto – Limosa Limosa, Broedvogels dichtheid 2013-2015' via Vogelatlas van Nederland

- Veengebieden met drooglegging > 65 cm (veenweiden): WUR (2015) 'Bodemkaart 1:50.000' via Atlas van de Regio overlapt met Provincie Zuid-Holland (2021) 'Veenweidestrategie Drooglegging (maaiveld (AHN4) t.o.v. slootpeil) in veenweidegebieden in 2021'
- Veengebieden met drooglegging > 65 cm (akkerbouw, boom-, en sierteelt): BRP gewaspercelen (2019) via PDOK overlapt met Provincie Zuid-Holland (2021) 'Veenweidestrategie Drooglegging (maaiveld (AHN4) t.o.v. slootpeil) in veenweidegebieden in 2021'
- Stedelijke gebieden: CBS bevolkingskernen (2011) via pdok.nl (dit is de meest recente CBS-kaart).

Kaarten Deel B Waterkwaliteit

Fig. B.1 Kaart interne verzilting (nu en in de toekomst)

- Zoutvracht naar oppervlaktewater voor huidige situatie: Deltares (2022) 'Zoutvracht naar oppervlaktewater (kg/ha/jaar) voor de huidige situatie' in 'Grondwaterverzilting en watervraag bij een stijgende zeespiegel.' Kennisprogramma Zeespiegelstijging, spoor II.
- Indicatie interne verzilting op de lange termijn (circa 2100): Deltares (2022) 'Verschil zoutvracht naar oppervlaktewater (kg/ha/jaar) voor het geïsoleerde effect van +1 m zeespiegelstijging, bodemdaling en autonome verzilting' in 'Grondwaterverzilting en watervraag bij een stijgende zeespiegel.' Kennisprogramma Zeespiegelstijging, spoor II.
- Stedelijke gebieden: CBS bevolkingskernen (2011) via pdok.nl (dit is de meest recente CBS-kaart).

Fig. B.2 Kaart externe verzilting (nu en in de toekomst)

- Zoutindringing huidige situatie en toekomstscenario: Deltaprogramma (2014) uit 'Wateratlas Zuid-Holland. Het Zuid-Hollandse watersysteem in kaart' (LINT landscape architecture 2015). Aangepast op basis van expert judgement.
- Zoetwateraanvoer via rivieren en kanalen: expert judgement.
- Huidig zoet oppervlaktewater: Deltares (2015) via Atlas Natuurlijk Kapitaal. Gegevens zijn indicatief.
- Inlaat-/uitwisselpunten die (kunnen) verzilten: Deltares (2014) en HydroLogic (2020) 'Verzilting inlaatpunten 2050' via klimaateffectatlas Zuid-Holland uit 'Onderzoek lange termijn risico's verzilting en waterbeschikbaarheid Fase 2' (aangevuld door expert judgement).
- Overige inlaatpunten: WABES punten Chloride en meest belangrijke inlaatpunten HHSK (via expert HHSK). Aangevuld middels expert judgement.
- Mogelijke mate van verzilting via inlaat: expert judgement. Verschillende waterschappen hebben verschillende grenswaardes voor chloridegehalten tot wanneer ze gebiedsvreemd water nog inlaten. Verzilting via Bergsluis is afhankelijk van de keuze om deze doorlaat wel of niet te gebruiken. Het is een doorvoerpunt dat open gezet moet worden en geen standaard inlaatpunt.
- Klimaatbestendige wateraanvoer: Deltares (2014) 'Verzilting' via Klimaateffectatlas Zuid-Holland (thema droogte), aangepast op basis van expert judgement.
- Doorvoer Krimpenerwaard (in voorbereiding): expert judgement.
- Stedelijke gebieden: CBS bevolkingskernen (2011) via pdok.nl (dit is de meest recente CBS-kaart).

Fig. B.3 Kaart risico opwarming oppervlaktewater en ecologische waterkwaliteit

- Beoordeling ecologische kwaliteit Kaderrichtlijn Water: Informatiehuis water - IHW en waterschappen via PBL 2022.
- Langste reeks dagen met oppervlaktewater > 20°C: WEnR & TAUW 2017 (2017) Risico opwarming oppervlaktewater 2050 Hoog (via Klimaateffectatlas).
- Stedelijke gebieden: CBS bevolkingskernen (2011) via pdok.nl (dit is de meest recente CBS-kaart).

Fig. B.4 Kaart Natura 2000 en Natuurnetwerk Nederland

- Natura 2000: EEA 2021.
- Natuurnetwerk Nederland: IPO 2022 via Atlas Natuurlijk Kapitaal.
- Stedelijke gebieden: CBS bevolkingskernen (2011) via pdok.nl (dit is de meest recente CBS-kaart).

Fig. B.5 Verontreiniging oppervlakte- en grondwater

- Toxische druk oppervlaktewater: Stowa (2018) 'Mengsel toxische druk - alle gemeten stoffen' en ' Mengsel toxische druk - gewasbeschermingsmiddelen' via Atlas Natuurlijk Kapitaal
- Toxische druk grondwater: Deltares (2023) 'Totaalkaart van het aantal bestrijdingsmiddelen in grondwater dat de signaleringswaarde overschrijdt inclusief alle metabolieten' in 'Integrale grondwaterstudie Nederland'.
- Stedelijke gebieden: CBS bevolkingskernen (2011) via pdok.nl (dit is de meest recente CBS-kaart).

Fig. B.6 Kaart bodemkwaliteit en ondergrondverdichting

- Risico op ondergrondverdichting: WEnR (2017) Risico op ondergrondverdichting 2050 Hoog via Klimaateffectatlas.
- Stedelijke gebieden: CBS bevolkingskernen (2011) via pdok.nl (dit is de meest recente CBS-kaart).

Hotspotkaart waterkwaliteit

- Zoutindringing huidige situatie en toekomstscenario: Deltaprogramma (2014) uit 'Wateratlas Zuid-Holland. Het Zuid-Hollandse watersysteem in kaart' (LINT landscape architecture 2015). Aangepast op basis van expert judgement.
- Huidig zoet oppervlaktewater: Deltares (2015) via Atlas Natuurlijk Kapitaal. Gegevens zijn indicatief.
- Mogelijke mate van verzilting via inlaat: expert judgement. Verschillende waterschappen hebben verschillende grenswaardes voor chloridegehalten tot wanneer ze gebiedsvreemd water nog inlaten. Verzilting via Bergsluis is afhankelijk van de keuze om deze doorlaat wel of niet te gebruiken. Het is een doorvoerpunt dat open gezet moet worden en geen standaard inlaatpunt
- Interne verzilting huidig en toekomst: Deltares (2022) 'Zoutvracht naar oppervlaktewater (kg/ha/jaar) voor de huidige situatie en voor het geïsoleerde effect van +1 m zeespiegelstijging, bodemdaling en autonome verzilting' in 'Grondwaterverzilting en watervraag bij een stijgende zeespiegel.' Kennisprogramma Zeespiegelstijging, spoor II.
- Gevoelige gewassen: PDOK (2021) 'BRP gewaspercelen'. Selectie o.b.v. expert judgement.
- Ecologische kwaliteit: Informatiehuis water - IHW en waterschappen via PBL 2022.

- Klimaatbestendige wateraanvoer: Deltares (2014) 'Verzilting' via Klimaateffectatlas Zuid-Holland (thema droogte), aangepast op basis van expert judgement.
- Doorvoer Krimpenerwaard (in voorbereiding): expert judgement.
- Verziltingsrisico in landbouw en natuur: Handmatig geplaatst door Defacto o.b.v. de lagen 'Interne verzilting huidig en toekomst' en 'Gevoelige gewassen'
- Diepe droogmakerijen met een sterke verzilting: Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (2016).
- Polder: Waterschappen HDSR, AGV, Rijnland, HHNK en Waternet
- Zoetwaterafhankelijke natuur: Deltares (2014) Water voor terrestrische natuur (grondwaterafhankelijkheid en prioritering van natuur in de verdringingsreeks) via Atlas Natuurlijk Kapitaal.
- KRW en Ecologische Verbindingszone (EVZ): Waterschap Rivierenland 2022 en HDSR 2023.

Kaarten Deel C Zoetwaterbeschikbaarheid

Fig. C.1 Kaart tekort oppervlaktewater extreem droog jaar

- Zoutindringing huidige situatie en toekomstscenario: Deltaprogramma (2014) uit 'Wateratlas Zuid-Holland. Het Zuid-Hollandse watersysteem in kaart' (LINT landscape architecture 2015). Aangepast op basis van expert judgement.
- Zoetwateraanvoer via rivieren en kanalen: expert judgement.
- Boezemwatersysteem (bemalen): Waterschappen HDSR, AGV, Rijnland, HHNK en Waternet
- Inlaat-/uitwisselpunten die (kunnen) verzilten: Deltares (2014) en HydroLogic (2020) 'Verzilting inlaatpunten 2050' via klimaateffectatlas Zuid-Holland uit 'Onderzoek lange termijn risico's verzilting en waterbeschikbaarheid Fase 2' (aangevuld door expert judgement).
- Overige inlaatpunten: WABES punten Chloride en meest belangrijke inlaatpunten HHSK (via expert HHSK). Aangevuld middels expert judgement.
- Tekort oppervlaktewater extreem droog jaar: Nationaal Watermodel (2019) via Klimaateffectatlas, aangevuld door expert judgement.
- Klimaatbestendige wateraanvoer: Deltares (2014) 'Verzilting' via Klimaateffectatlas Zuid-Holland (thema droogte), aangepast op basis van expert judgement.
- Doorvoer Krimpenerwaard (in voorbereiding): expert judgement.
- Stedelijke gebieden: CBS bevolkingskernen (2011) via pdok.nl (dit is de meest recente CBS-kaart).

Fig. C.2 Kaart mate van kwel en infiltratie voor huidige situatie

- Kwel en infiltratie (huidige scenario): Deltares (2016) o.b.v. Nationaal Watermodel.
- Stedelijke gebieden: CBS bevolkingskernen (2011) via pdok.nl (dit is de meest recente CBS-kaart).

Fig. C.3 Kaart droogtegevoeligheid grondwaterafhankelijke natuur

- Veengebieden: WUR (2015) 'Bodemkaart 1:50.000' via Atlas van de Regio.
- Droogtegevoeligheid grondwaterafhankelijke natuur: KRW & FWE (2021) via Klimaateffectatlas.
- Grondwaterafhankelijke natuur en mogelijke schade bij watertekort: Deltares (2014) kaart 'Water voor terrestrische natuur' t.b.v. DANK - via Digitale Atlas Natuurlijk.

- Stedelijke gebieden: CBS bevolkingskernen (2011) via pdok.nl (dit is de meest recente CBS-kaart).

Fig. C.4 Kaart landbouw met grote afhankelijkheid waterbeschikbaarheid

- Toenemende watervraag doorspoelen verzilting bij +1m zeespiegelstijging: Deltares (2022) 'Verandering berekende doorspoelwatervraag vanuit de poldergebieden voor zichtwaarde 1m, in absolute waarden (m³/s)' in 'Grondwaterverzilting en watervraag bij een stijgende zeespiegel.' Kennisprogramma Zeespiegelstijging, spoor II.
- Diepe Droogmakerijen: Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (2016).
- Landbouw met risico schade bij onvoldoende watervoorziening: PDOK (2021) 'BRP gewaspercelen'. Selectie o.b.v. expert judgement.
- Beregeningslocaties: Deltares (2014) Beregeningslocaties via Atlas Natuurlijk Kapitaal.
- Stedelijke gebieden: CBS bevolkingskernen (2011) via pdok.nl (dit is de meest recente CBS-kaart).

Fig. C.5 Kaart risico funderingsschade

- Risico paalrot 2050 hoog: Deltares (2021) Risico paalrot 2050 hoog via Klimaateffectatlas.
- Risico verschilzetting 2050 hoog: Deltares (2021) Risico verschilzetting 2050 hoog via Klimaateffectatlas.
- Stedelijke gebieden: CBS bevolkingskernen (2011) via pdok.nl (dit is de meest recente CBS-kaart).

Fig. C.6 Kaart drinkwaterwinning

- Grondwaterbeschermingsgebieden: RIVM (2022) Grondwaterbeschermingsgebieden rondom bronnen van drinkwater via Atlas Natuurlijk Kapitaal.
- Aanvullende strategische voorraden: Royal HaskoningDHV (2022).
- Technische potentie geothermie: TNO via ThermoGIS (www.thermogis.nl, versie oktober 2022) in 'Integrale grondwaterstudie Nederland' van Deltares (2023).
- Stedelijke gebieden: CBS bevolkingskernen (2011) via pdok.nl (dit is de meest recente CBS-kaart).

Hotspotkaart waterbeschikbaarheid

- Veengebieden: WUR (2015) 'Bodemkaart 1:50.000' via Atlas van de Regio.
- Diepe droogmakerijen: Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (2016) en Toekomstperspectief Groene Hart 2050.
- Landbouw (mogelijke schade bij watertekort): PDOK (2021) 'BRP gewaspercelen'. Selectie o.b.v. expert judgement.
- Grondwaterafhankelijke natuur en mogelijke schade bij watertekort: Deltares (2014) kaart 'Water voor terrestrische natuur' t.b.v. DANK - via Digitale Atlas Natuurlijk.
- Zoutindringing huidige situatie en toekomstscenario: Deltaprogramma (2014) uit 'Wateratlas Zuid-Holland. Het Zuid-Hollandse watersysteem in kaart' (LINT landscape architecture 2015). Aangepast op basis van expert judgement.
- Klimaatbestendige wateraanvoer: Deltares (2014) 'Verzilting' via Klimaateffectatlas Zuid-Holland (thema droogte), aangepast op basis van expert judgement.
- Doorvoer Krimpenerwaard (in voorbereiding): expert judgement.
- Zoetwateraanvoer via rivieren en kanalen: expert judgement.

- Mogelijke mate van verzilting via inlaat: expert judgement. Verschillende waterschappen hebben verschillende grenswaardes voor chloridegehalten tot wanneer ze gebiedsvreemd water nog inlaten. Verzilting via Bergsluis is afhankelijk van de keuze om deze doorlaat wel of niet te gebruiken. Het is een doorvoerpunt dat open gezet moet worden en geen standaard inlaatpunt
- Inlaat-/uitwisselpunten die (kunnen) verzilten: Deltares (2014) en HydroLogic (2020) 'Verzilting inlaatpunten 2050' via klimaateffectatlas Zuid-Holland uit 'Onderzoek lange termijn risico's verzilting en waterbeschikbaarheid Fase 2' (aangevuld door expert judgement).
- Overige inlaatpunten: WABES punten Chloride en meest belangrijke inlaatpunten HHSK (via expert HHSK). Aangevuld middels expert judgement.
- Boezemwatersysteem (bemalen): Waterschappen HDSR, AGV, Rijnland, HHNK en Waternet
- Stedelijke gebieden: CBS bevolkingskernen (2011) via pdok.nl (dit is de meest recente CBS-kaart).

Kaarten Deel D Wateroverlast

Fig. D.1 Kaart waterafvoersysteem

- Waterschappen HDSR, AGV, Rijnland, Rivierenland, HHNK en Waternet

Fig. D.2 Kaart waterdiepte bij hevige bui 140 mm/2 uur

- Waterdiepte bij hevige bui 140 mm/2 uur: Deltares / Richtlijn Overstromingsrisico's (ROR), 2018
- Stedelijke gebieden: CBS bevolkingskernen (2011) via pdok.nl (dit is de meest recente CBS-kaart).

Fig. D.3 Kaart ambitie verhogen grondwaterpeil veengebieden

- Veengebieden: WUR (2015) 'Bodemkaart 1:50.000' via Atlas van de Regio.
- 1 km zone rond veengebieden: Deltares (2022) 'Overzicht van gebieden waar mogelijk peilverhoging zal worden toegepast' (Studie "Water en bodem sturend").
- Hoge koolstofemissie veenoxidatie: WUR (2013) 'Koolstofemissie uit veen per jaar' via CBS
- Stedelijke gebieden: CBS bevolkingskernen (2011) via pdok.nl (dit is de meest recente CBS-kaart).

Fig. D.4 Kaart (piek)waterberging

- Zoekgebieden piekwaterberging Amsterdam-Rijnkanaal: Defacto Stedenbouw, Royal HaskoningDHV (2021) Casus piekberging Amsterdam-Rijnkanaal/ Noordzeekanaal.
- 10% laagste delen van polders: SWECO 2022. Water en bodem sturend voor ruimtelijke planvorming, Discussiestuk en onderbouwing 2022.
- Natte gebieden 2100: Deltares, Bosch Slabbers, Sweco (2021) Op Waterbasis. Grenzen aan de maakbaarheid van ons water- en bodemsysteem. De natte gebieden zijn gebaseerd op gebieden met een hoogste grondwaterstand binnen 30 cm onder het maaiveld.
- Stedelijke gebieden: CBS bevolkingskernen (2011) via pdok.nl (dit is de meest recente CBS-kaart).

Hotspotkaart wateroverlast

- Zoekgebieden piekwaterberging Amsterdam-Rijnkanaal: Defacto Stedenbouw, Royal HaskoningDHV (2021) Casus piekberging Amsterdam-Rijnkanaal/ Noordzeekanaal.
- Plangebied noodoverloopgebied Ronde Hoep: Expert judgement AGV.
- Bestaande/vastgestelde waterberging HDSR: Vallei & Veluwe en HDSR 2022.
- 10% laagste delen van polders: SWECO 2022. Water en bodem sturend voor ruimtelijke planvorming, Discussiestuk en onderbouwing 2022.
- Natte gebieden 2100: Deltares, Bosch Slabbers, Sweco (2021) Op Waterbasis. Grenzen aan de maakbaarheid van ons water- en bodemsysteem. De natte gebieden zijn gebaseerd op gebieden met een hoogste grondwaterstand binnen 30 cm onder het maaiveld.
- Polder: Waterschappen HDSR, AGV, Rijnland, HHNK en Waternet
- Stedelijke gebieden: CBS bevolkingskernen (2011) via pdok.nl (dit is de meest recente CBS-kaart).

Kaarten Deel E Ontwikkel in de meest geschikte gebieden

Fig. E.1 Kaart maximale overstromingsdiepte in geval van een overstroming

- Maximale overstromingsdiepte bij extreem kleine kans 1: 100.000: LIWO (2023) Maximale overstromingsdiepte Nederland, extreem kleine kans.
- Bestaand waterveiligheidssysteem: LIWO (2023) Primaire en regionale keringen.
- Stedelijke gebieden: CBS bevolkingskernen (2011) via pdok.nl (dit is de meest recente CBS-kaart).

Fig. E.2 Kaart beschikbaarheid droge verdiepingen in geval van een overstroming

- Beschikbaarheid droge verdiepingen per gebouw: Rijkswaterstaat (2022) via LIWO.
- Bestaand waterveiligheidssysteem: LIWO (2023) Primaire en regionale keringen.

Fig. E.3 Kaart primaire en regionale keringen en mogelijke versterkingszone bij +1 m zeespiegelstijging

- Indicatie toename breedte dijken (door versterkingen) bij +1 m zeespiegelstijging: Deltares (2021) (voor het Kennisprogramma Zeespiegelstijging spoor II).
- Bestaand waterveiligheidssysteem: LIWO (2023) Primaire en regionale keringen.
- Stedelijke gebieden: CBS bevolkingskernen (2011) via pdok.nl (dit is de meest recente CBS-kaart).

Fig. E.4 Kaart zettingsgevoelige gronden

- Bodemdaling 2100: Deltares, WEnR & TNO (2021) via Klimateffectatlas
- Stedelijke gebieden: CBS bevolkingskernen (2011) via pdok.nl (dit is de meest recente CBS-kaart).

Fig. E.5 Kaart stedelijk hitte eiland effect

- Stedelijk hitte-eilandeffect: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (2020) via Atlas Natuurlijk Kapitaal.
- Stedelijke gebieden: CBS bevolkingskernen (2011) via pdok.nl (dit is de meest recente CBS-kaart).
- Wegen en spoorwegen: Top100 NL 'Wegdeel' en 'Spoorweg' via pdok.

Fig. E.6 Kaart koele plekken en routes

- Opgave koele plekken 2050: Witteveen+Bos (2021) Hittekaart gevoelstemperatuur 2050 Hoog via Klimateffectatlas.
- Waterkwaliteit zwemwater: Zwemwater.nl (2023).
- Zorg voor koele routes: Stichting landelijk fietsplatform (2020).
- Stedelijke gebieden: CBS bevolkingskernen (2011) via pdok.nl (dit is de meest recente CBS-kaart).

Hotspotkaart Ontwikkel in de meest geschikte gebieden

- Bestaande stedelijke gebieden: CBS bevolkingskernen (2011) via pdok.nl (dit is de meest recente CBS-kaart).
- Zorg voor koele routes: Stichting landelijk fietsplatform (2020).
- Bodemdaling 2100: Deltares, WEnR & TNO (2021) via Klimateffectatlas
- Overstromingsrisico (kans $\geq 1:1.000$): HKV (2023) uit studie Richtinggevend kader nieuwbouwlocaties.
- Beschikbaarheid droge verdiepingen per gebouw: Rijkswaterstaat (2022) via LIWO.
- Bestaand waterveiligheidssysteem: LIWO (2023) Primaire en regionale keringen.