BURO SANT EN CO
LANDSCHAPSARCHITECTUUR
+
FABRICations.

GROENE HART

ONTWERPEND ONDERZOEK NAAR EEN ADAPTIEF EN GEDIFFERENTIEERD LANDSCHAP MET DE BODEM ALS CONDITIE, HET WATERSYSTEEM ALS INSTRUMENT EN HET LANDGEBRUIK ALS RESULTANTE

juni 2019

COLOFON

BURO SANT EN CO

Binckhorstlaan 36 | Unit M3.55
2516 BE Den Haag
+31 (0)70 3463786
buro@santenco.nl

FABRICations.

Tussen de Bogen 18
1013 JB Amsterdam
+31 (0)20 5289484
info@fabrications.nl

PROJECTLEIDER / LANDSCHAPSARCHITECT:
Paul Plambeck
paul@santenco.nl
+31 (0)70 346 37 86

ONDERZOEKS- EN ONTWERPTEAM:

Paul Plambeck		Projectleider / Landschapsarchitect / Onderzoeker - Buro Sant en Co
Rens Wijnakker		Landschapsarchitect / Onderzoeker - FABRICations.
Nina de Munnik		Landschapsarchitect i.o. / Onderzoeker - Buro Sant en Co
Jie Yang		Landschapsontwerper - Buro Sant en Co
Marianne LaFontaine		Landschapsarchitect / Onderzoeker - FABRICations.
Joanna Krolak		Landschapsontwerper - Buro Sant en Co

OP INITIATIEF VAN:
Stuurgroep Groene Hart

OPDRACHTGEVERS:

Harm Veenenbosch		Provinciaal Adviseur Ruimtelijke Kwaliteit Provincie Zuid-Holland
Paul Roncken		Provinciaal Adviseur Ruimtelijke Kwaliteit Provincie Utrecht
Steven Slabbers		Provinciaal Adviseur Ruimtelijke Kwaliteit Provincie Noord-Holland

EXPERTS:

Deltares		Gilles Erkens, Huite Bootsma
Veenweide Innovatiecentrum		Erik Jansen
Wageningen Economic Research		Theo Vogelzang, Henri Prins, Bert Smit
Waternet		Edwin ter Hennepe
Waterschap Rijnland		Dolf Kern

IN SAMENWERKING MET:

Ministerie van Binnenlandse Zaken		Charles Aangenendt
Provincie Utrecht		Michiel van Dongen, Pim Kimenai
Provincie Zuid-Holland		Joke Schalk, Caroline Ammerlaan
Provincie Noord-Holland		Michiel Veldkamp
Programmabureau Groene Hart		Patricia Braaksma, Marlies Ferringa

Copyright 2019 BURO SANT EN CO Landschapsarchitectuur + FABRICations.

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding:
Plambeck, P. en Wijnakker, R. (2019), Ontwerpend Onderzoek Groene Hart, Den Haag: Buro Sant en Co Landschapsarchitectuur + Fabrications.

INHOUDSOPGAVE

ontwerpend onderzoek Groene Hart

INLEIDING	5
MOTIVATIE VOOR TRANSFORMATIE	11
NAAR EEN VANUIT BODEM BEREDENEERDE AANPAK	21
3491 LANDBOUWBEDRIJVEN IN 'HUN' LANDSCHAP	29
SCENARIO'S LANDGEBRUIK	43
TOENEMENDE WATERVRAAG	57
LANDSCHAPSVORMENDE BOUWSTENEN	61
EEN WENKEND TOEKOMSTPERSPECTIEF	72
CONCLUSIE	74
WAT ZEGGEN DE EXPERTS	74
BIJLAGE 1 - verantwoording economische resultaten	76
BRONNEN	81

SCENARIOSTUDIE NAAR BODEM(DALING) EN WATERHUISHOUDING OM DE CONSEQUENTIES, KNELPUNTEN EN KANSEN IN BEELD TE BRENGEN VOOR EEN TOEKOMSTIG LANDGEBRUIK IN HET GROENE HART

INLEIDING

ontwerpend onderzoek Groene Hart

Het Groene Hart behoeft weinig introductie. Kennis van landschap en techniek, organisatiekracht en wilskracht hebben de mensheid door de eeuwen heen geholpen natuurlijke processen te stoppen en onder controle te krijgen. De veranderingen die het landschap heeft ondergaan zijn het gevolg van menselijke exploitatie, met als resultaat gronden met een hoge agrarische waarde. Bijproduct hiervan is een uniek verkavelingspatroon van lange en smalle kavels, een palet van sloten en plassen, een open weidelandschap en veel diversiteit op kleine schaal die laten zien dat het landschap handgemaakt is, een rijke biodiversiteit en een infrastructuur van kades, kunstwerken, bruggen en molens, die tekenend zijn voor de complexe waterhuishouding van het landschap. Hiermee is een uniek cultuurlandschap ontstaan dat door zijn historische karakter van waarde is gebleken voor de samenleving. Het Groene Hart is een rijke identiteit, een onuitputtelijke bron voor onze culturele ontplooiing en een economisch en toeristisch 'unique selling point' (Ministerie van OCW, 2015, p.32).

De huidige cultuur van het polderlandschap komt echter in toenemende mate onder druk te staan. Te wijzen valt onder meer op de toenemende bodemdaling, verzilting en verdroging door klimaatverandering. In lijn met de historie waarbij cultuur de ontwikkelingen in de natuur volgt, ligt het voor de hand om het polderlandschap aan die ontwikkelingen aan te passen. Anno 2019 is er echter een groot spanningsveld ontstaan tussen het behouden van het als historisch waardevol ervaren polderlandschap als productielandschap en het geven van een eventueel nieuwe betekenis aan dit polderlandschap.

In het voorjaar van 2017 is door de stuurgroep Groene Hart het Perspectief Groene Hart 2040 gepresenteerd. Hierin is aan de hand van vier ambities op hoofdlijnen geformuleerd hoe de toekomst van dit landschap er uit kan zien. Bodemdaling is één van deze thema's, waardoor dit definitief op de bestuurlijke agenda kwam te staan. In de zoektocht naar concretisering van de ambitie om bodemdaling te vertragen adviseerde het College van Rijksadviseurs om een ontwerpend onderzoek naar dit thema uit te voeren. Dit is ter harte genomen door de Provinciaal Adviseurs Ruimtelijke Kwaliteit (PARK's) van de provincies Zuid-Holland, Utrecht en Noord-Holland. Het resultaat zijn een viertal studies, waarvan de overkoepelende studie hier voor u ligt, met een focus op bodem, water en landgebruik in het Groene Hart als geheel.

Momenteel bepaalt de vorm van landgebruik welk waterbeheer er nodig is. Door te onderzoeken wat er gebeurt als het waterbeheer ingericht wordt op de stop of het verminderen van bodemdaling en CO2 uitstoot, waarbij het landgebruik zich aanpast, ontstaat een nieuw en rijk perspectief voor het Groene Hart. De weg hiernaartoe levert uitdagingen op omdat er weinig transformatieruimte aanwezig is binnen het huidig landbouwkundig systeem. Met een benadering op bedrijfsniveau levert deze studie een wenkend toekomstperspectief op met zowel een bedrijfseconomische potentie als grote kansen voor een impuls van de ruimtelijke kwaliteit van het Groene Hart.

De resultaten van dit onderzoek zijn input geweest voor een drietal studies op regionaal schaalniveau. Met de uitkomsten van de vier studies is een breed palet aan inzichten ontstaan die handvatten bieden om uit de 'lock-in' te komen waar het Groene Hart nu in vast lijkt te zitten.

projectgebied ontwerpend onderzoek

HET GROENE HART

Het Groene Hart als 'Hollandse laagvlakte' met een open en weids karakter is een uniek Nationaal Landschap met een gelaagde en iconische cultuurhistorische waarde die ingeklemd ligt tussen de steden Rotterdam, Den Haag, Amsterdam en Utrecht: de Randstad.

DEN HAAG 52°07'N - 4°30'O

UTRECHT 52°09'N - 5°12'O

ROTTERDAM 51°91'N - 4°43'O

GORINCHEM 51°83'N - 4°97'O

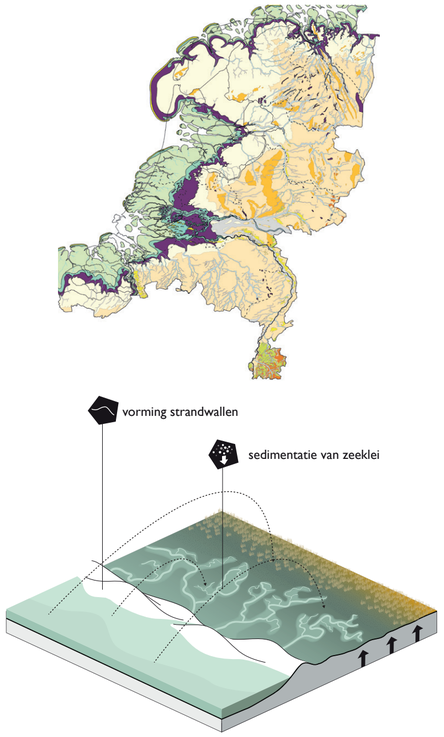
N

meter

0 5000 10000 15000

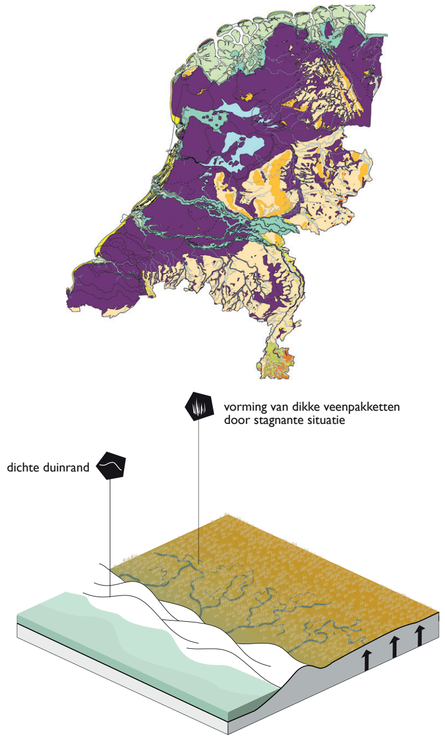
POLDERLANDSCHAP: EEN GELAAGD EN DYNAMISCH FENOMEEN

reproductie van mens en natuur



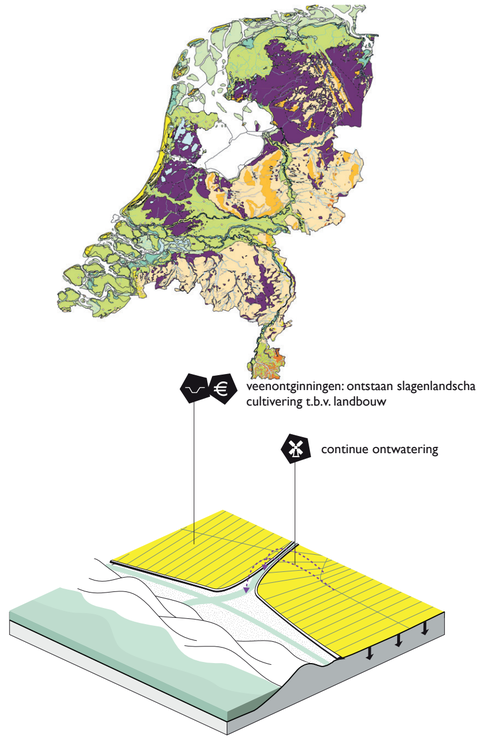
5500 VOOR CHRISTUS

Het iconische Groene Hart is het resultaat van een eeuwenlang proces waarbij de mens het landschap stukje bij beetje, meer en meer heeft geconsolideerd. In het holoceen was west-Nederland vergelijkbaar met de Waddenzee: een gebied met langgerekte strandwallen met hierachter een gebied waar sedimentatie en moerasvorming plaatsvond.



1500 VOOR CHRISTUS

Door het vormen van de duinrand ontstond een stagnante situatie waardoor kilometers brede veenmoskoepels tot een aantal meter hoog konden groeien. Tot enkele honderden jaren geleden lag het veengebied hoger dan de zeespiegel.



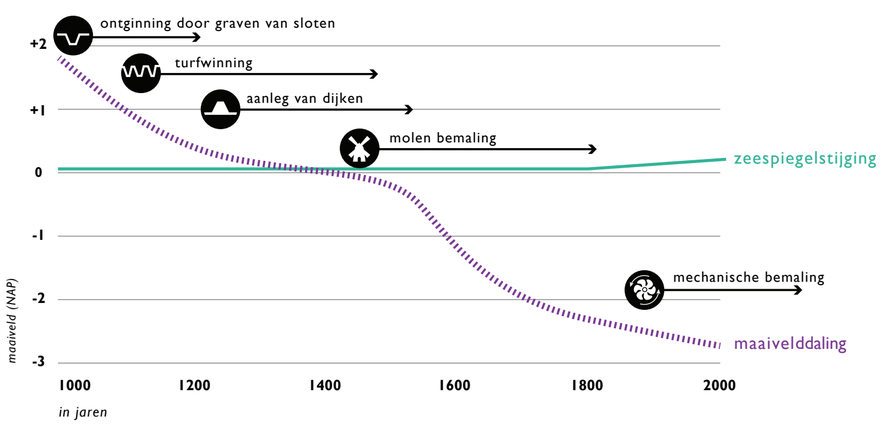
1500 NA CHRISTUS

Rond het jaar 1000 begon men het veen te ontginnen door sloten te graven welke het water onder vrij verval afvoerden richting zee; het ontstaan van het slagenlandschap. Zo werd het veen diep genoeg ontwaterd ten behoeve van teelten als tarwe, hennep en vlasteelt. Door continue ontwatering kwam het gebied steeds lager te liggen en werd het te nat voor akkerbouw. In combinatie met innovaties zoals molens en gemalen werd het gebied in een steeds hoger tempo ontwaterd en transformeerde het akkerbouwgebied langzaam naar het weidegebied zoals we het nu kennen.

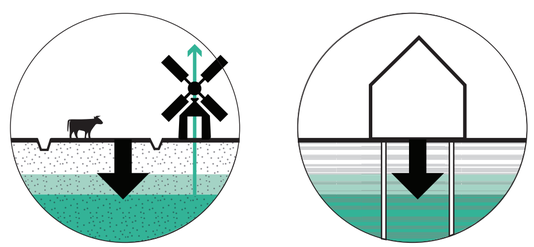
bron: Vos, P. & S. de Vries (2013) - bewerking SantenCo + Fabrications.

2000 NA CHRISTUS

Ook na de transformatie waarin weide dominant werd, bleef het gebied transformeren. Van bloemrijke hooi- en graslanden met een (zeer) hoge waterstand transformeerde de weidegebieden door de inzet van technische middelen tot een intensiever productielandschap met minder soortenrijk grasland. Slootranden met riet verdwenen ten behoeve van grotere percelen in de landbouw. Ook de klei-op-veengebieden, langs de rivieren en veenstroompjes, die geschikt waren voor andere vormen van landbouw transformeerden grotendeels tot weiland om in de behoefte aan schaalvergroting van de melkveehouderij te kunnen voorzien. De ontginning van het veen betekende ook een ommekeer in de geologische ontwikkeling van het gebied: van een groeiend landschap, tot een dalend landschap waaraan de samenleving zich steeds heeft aan moeten passen.



bron: Deltares (2009) - bewerking SantenCo + Fabrications.



BODEMDALING DOOR ONTGINNING, OXIDATIE EN ZETTING

Bodemdaling ontstaat door een aantal factoren, namelijk door geologische processen (het kantelen van de aardplaat waar Nederland zich op bevindt), door inklinking van klei, door oxidatie van het veen als gevolg van ontwatering, en door zetting als gevolg van belasting van de bodem door gebouwen en infrastructuur. Deze studie richt zich vooral op de laatste twee genoemde factoren: oxidatie en zetting, omdat deze sterk samenhangen met het water(peil)beheer en het landgebruik in het Groene Hart. Bovendien heeft oxidatie van het veen het sterkste effect op de huidige CO_2-emissie.

HET POLDERLANDSCHAP ALS ICOON LIJDT AAN
EEN SCHIJNBARE ONVERANDERLIJKHEID

MOTIVATIE VOOR EEN TRANSFORMATIE

probleemstelling

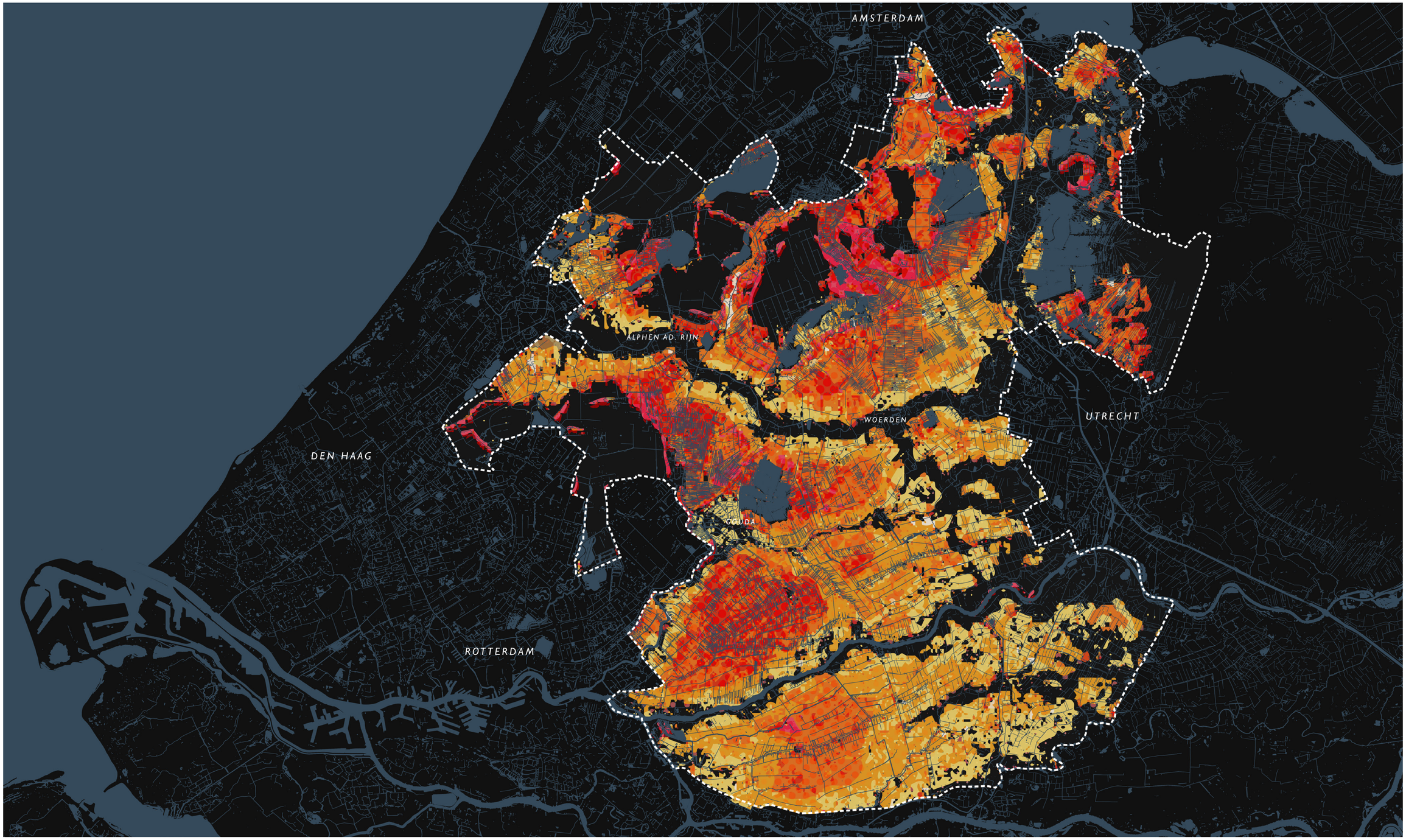
Het iconische beeld van het Groene Hart - grazende koeien in de wei, structuren met knotwilgen en hier en daar een boerderij die het gebied nu kenmerkt - is altijd onderhevig geweest aan veranderingen. Verschillende vormen van landgebruik hebben elkaar om klimatologische en/of economische redenen opgevolgd. Een voorbeeld hiervan is de transformatie van akkerbouw naar veeteelt in de vijftiende eeuw. Het verbouwen van graan op de veengronden was niet meer rendabel, omdat het door een bodemdaling van het landschap te nat werd. De akkerbouw verdween grotendeels en veeteelt werd geïntroduceerd. Op het moment dat de akkerbouw niet meer op een rendabele wijze kon voortbestaan, ging men op zoek naar een nieuwe primaire functie van het landschap. Anno 2019 breekt men zich opnieuw het hoofd over het behoud en de functie van het landschap. De actuele problematiek van bodemdaling heeft een grote impact op het schaalniveau van de landbouw, vanouds de belangrijkste producent van het polderlandschap.
Zeespiegelstijging en bodemdaling zijn geen natuurlijk proces; processen als zeespiegelstijging en bodemdaling als gevolg van ontginning en ontwatering van het landschap, zijn van grote invloed op de ruimtelijke expressie van het polderlandschap. Er wordt steeds meer bekend over de consequenties van deze bodemdaling. Wanneer we niks doen, verdwijnt het veen door oxidatie en verandert de bodemsamenstelling. Ook komt west-Nederland uiteindelijk zo laag te liggen dat steeds meer zout water via de rivieren of de bodem het gebied binnendringt. De grote vraag is hoe en welke vormen van 'rendabel' landgebruik te combineren zijn met bijvoorbeeld de hogere waterpeilen die nodig zullen zijn om de bodemdaling te remmen of te stoppen.

De directe kosten door bodemdaling nemen eveneens flink toe, als gevolg van funderingsproblemen, versnelde afschrijving van infrastructuur en duurdere beheersingsmaatregelen. Ook op kortere termijn staan we voor grote uitdagingen. In het licht van het klimaatakkoord van Parijs is de significante uitstoot van CO_2, lachgas en methaan door de oxidatie van het veen in de schijnwerpers komen te staan. Bovengenoemde aspecten tonen de impact van bodemdaling op zowel klimatologisch, economisch als maatschappelijk vlak. Kortom, de huidige instandhouding van het landschap lijkt te leiden tot een onhoudbare situatie die om een transformatie vraagt. Het remmen en/of stoppen van bodemdaling door zetting en oxidatie heeft grote consequenties voor het watersysteem en de mogelijke vormen van landgebruik. Dit vormt dan ook een grote ruimtelijke ontwerpopgave.

prognose 2050

BODEMDALING

De bodemdaling manifesteert zich het sterkst in gebieden waar het veenpakket het dikst is, waar wegzijging van grondwater richting droogmakerijen plaatsvindt en waar de samenstelling van het veen vooral uit mosveen bestaat. Deze drie factoren komen samen in een brede band die van het westen van de Alblasserwaard richting het noorden loopt, langs de grote droogmakerijen tot aan de Vinkeveense plassen.



DEN HAAG 52°07'N - 4°30'O

UTRECHT 52°09'N - 5°12'O

bron: Bodemdaling 2016-2050, Klimaateffectatlas - bewerking SantenCo + Fabrications.

ROTTERDAM 51°91'N - 4°43'O

GORINCHEM 51°83'N - 4°97'O

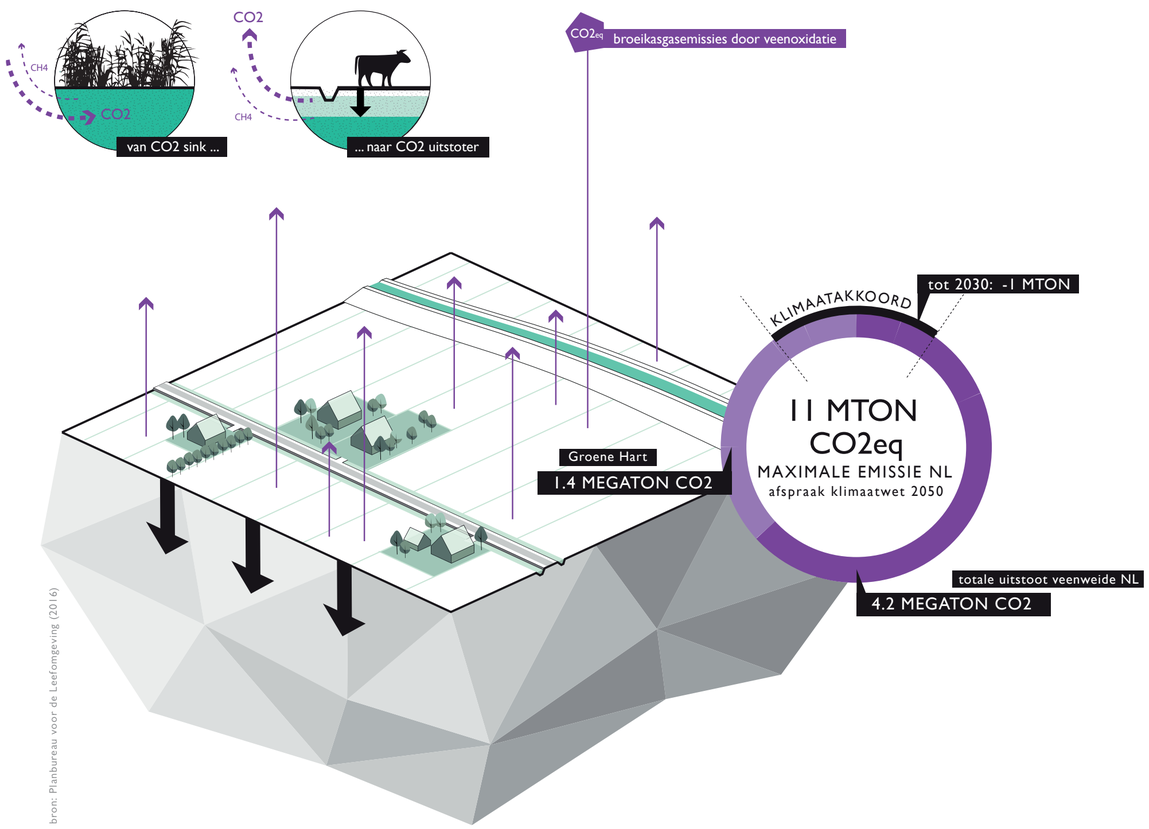
N

meter

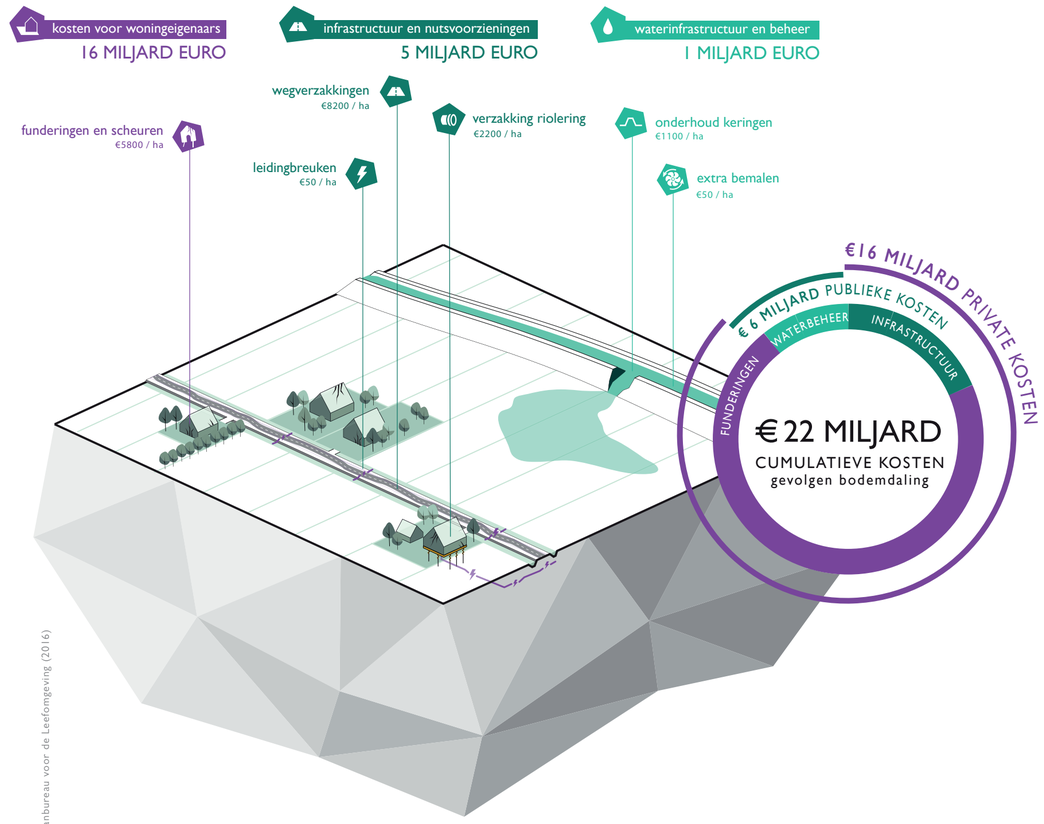
0 5000 10000 15000

3-10 cm
10-20 cm
20-40 cm
40-60 cm
>60 cm

bron: Planbureau voor de Leefomgeving



bron: Planbureau voor de Leefomgeving (2016)



bron: Planbureau voor de Leefomgeving (2016)

DALENDE BODEM, TOENEMENDE EMISSIE VAN BROEIKASGASSEN

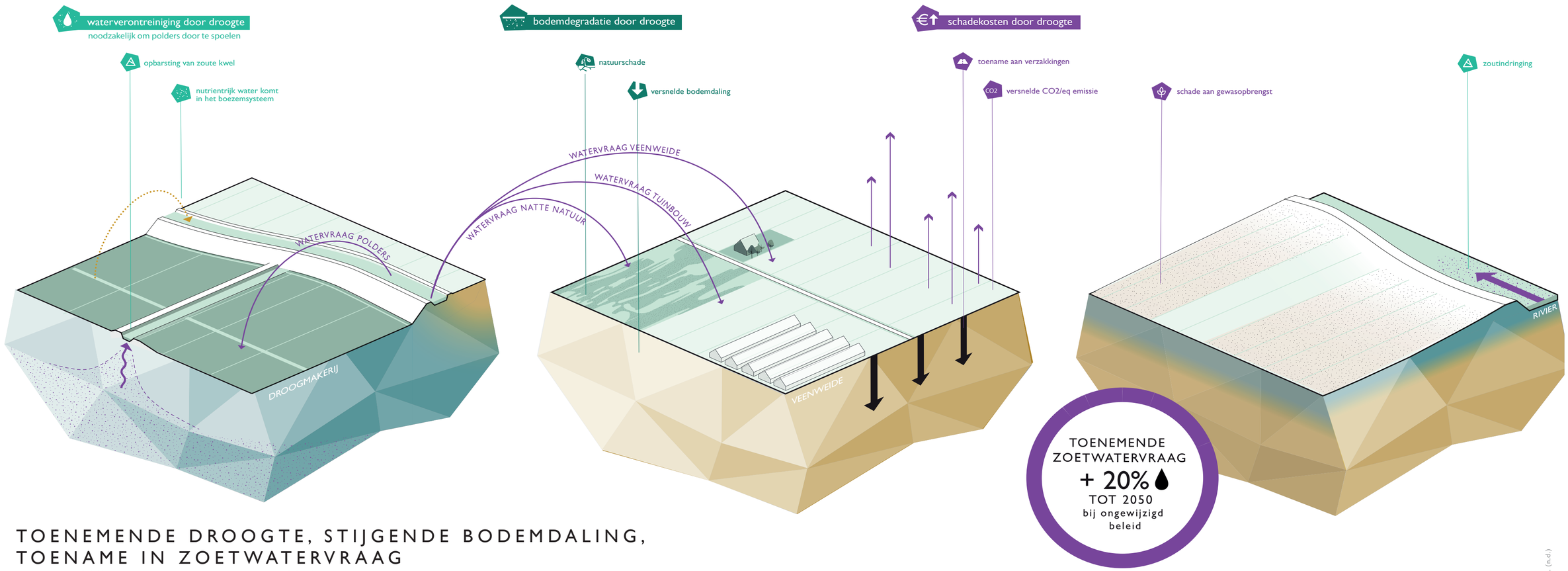
stijgende klimaatlast door bodemdaling

De CO2 uitstoot door oxidatie van het veen bedraagt 4,2 megaton per jaar. Het Groene Hart neemt hiervan 1,4 megaton voor haar rekening. Op dit moment wordt op landelijk niveau een totaal van circa 200 megaton per jaar aan CO2 uitgestoten. Dit moet in 2050 gereduceerd zijn naar een totaal van 11 megaton. Wanneer er niets aan de CO2 uitstoot vanuit de veengebieden wordt gedaan, vormt dit in 2050 dus bijna de helft van ons 'CO2 emissiebudget'. Het verminderen van de uitstoot uit de veengebieden wordt daarmee een relevante opgave. In het klimaatakkoord, waarin de afspraken zijn vastgelegd die tot 2030 een vermindering van 49% van de CO2 uitstoot moeten waarborgen, is afgesproken de totale CO2 uitstoot door veenemissies met 1 megaton te verminderen. Om aan de uiteindelijk ambities van het Parijs akkoord in 2050 te voldoen, zullen er dus nog flinke maatregelen getroffen moeten worden om de CO2 uitstoot te verminderen.

DALENDE BODEM, STIJGENDE KOSTEN

cumulatieve kosten zijn voornamelijk privaat

De directe kosten als gevolg van bodemdaling lopen voor Nederland tot 2050 op tot 22 miljard euro. Ter vergelijking: voor schadeherstel als gevolg van de gaswinning in Groningen is 18 miljard gereserveerd. Veruit het grootste deel van de kosten zit in funderingsherstel van woningen. In het Groene Hart is dit een uitdaging, omdat -in tegenstelling tot organisch gegroeide steden- in de dorpslinten gebouwen van veel verschillende leeftijden, en dus verschillende funderingstypen, door elkaar heen staan. Een generieke aanpak is daarom lastig. De kosten door verzakkingen in weginfrastructuur en leidingbreuken, door deze verzakkingen, lopen op tot 5 miljard euro. De extra kosten voor waterbeheer - waar in Nederland al ontzettend veel geld in wordt geïnvesteerd - is met 1 miljard euro relatief beperkt.



TOENEMENDE DROOGTE, STIJGENDE BODEMDALING, TOENAME IN ZOETWATERVRAAG

prognose 20% bij ongewijzigd beleid tot 2050

Door toenemende perioden van droogte neemt de watervraag in het Groene Hart bij ongewijzigd beleid tot 2050 met 20% toe. Tegelijkertijd is de watervoorziening minder stabiel: De Rijn transformeert van een gletsjer- naar een regengevoede rivier, wat resulteert in meer dynamiek in de aan- en afvoer, en dus langere perioden van droogte. Op dit moment wordt ten behoeve van de watervraag in het Groene Hart water ingelaten op diverse punten. Wanneer droogte vaker voorkomt, zullen een aantal van deze inlaatpunten -en dan voornamelijk het grote inlaatpunt bij Gouda- regelmatig te zout zijn om water in te laten. Dit is het gevolg van oprukkend zeewater in de rivieren wanneer er een beperkte aanvoer is. De toenemende droogte heeft in veengebieden een versterkend effect op bodemdaling omdat het waterpeil dan verder uitzakt. Daarnaast heeft droogte, voornamelijk op de rivierkleigebieden, negatieve gevolgen voor de gewasopbrengst en neemt verzilting in de droogmakerijen toe. Ieder gebied heeft dus haar eigen combinatie van uitdagingen met betrekking tot de toenemende droogte. De grootste watervragers in het Groene Hart zijn de diepe droogmakerijen, de natte natuurgebieden en de tuinbouw bij Boskoop. Maatregelen om bodemdaling te verminderen resulteren in een nog sterker toenemende watervraag. Overigens is wateroverlast een thema dat in het Groene Hart een relevante factor is. Omdat er momenteel tal van programma's lopen hoe hiermee om te gaan, ligt dit buiten de scope van deze studie

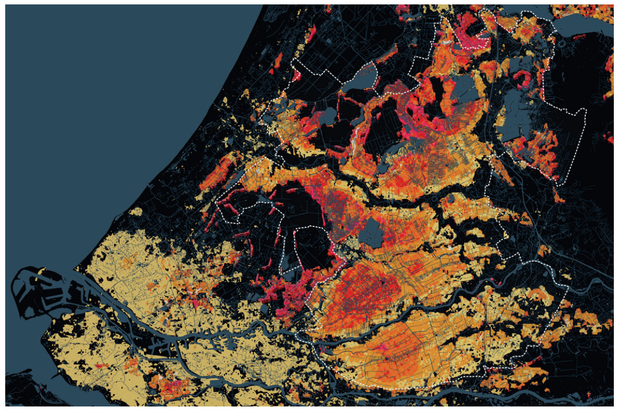
bron: Deltares (2018) en Van Duinen, G., Fritz, C., Couwenberg, J. (n.d.)

bodemdaling, verzilting, droogte

GEDIFFERENTIEERDE PROBLEMATIEK

Overzichtskaart van de aan droogte gerelateerde problematiek in het Groene Hart, zoals bodemdaling, verzilting en verlies van gewasopbrengsten. Elk gebied heeft haar eigen combinatie van uitdagingen met betrekking tot de toenemende droogte en de hieraan gerelateerde afnemende zoetwater toevoer vanuit de oostflank en zoutwaterintrusie vanuit de zee.

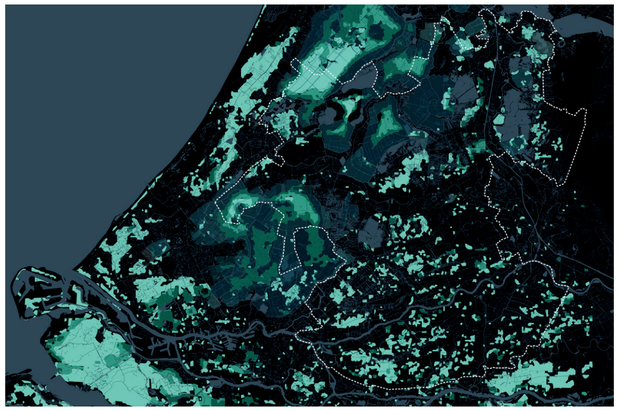
bodemdaling



bron: Bodemdaling 2016-2050, Klimaateffectatlas - bewerking SantenCo + Fabrications.

- 3-10 cm
- 10-20 cm
- 20-40 cm
- 40-60 cm
- >60 cm

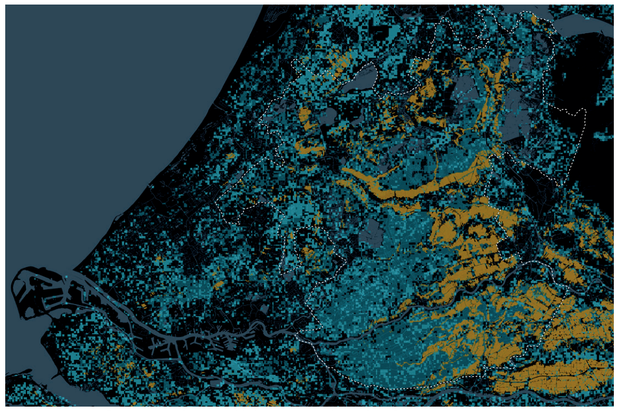
verzilting



bron: Essink, G.H., Baaren, E.S., & Louw, P.G. (2010) - bewerking SantenCo + Fabrications.

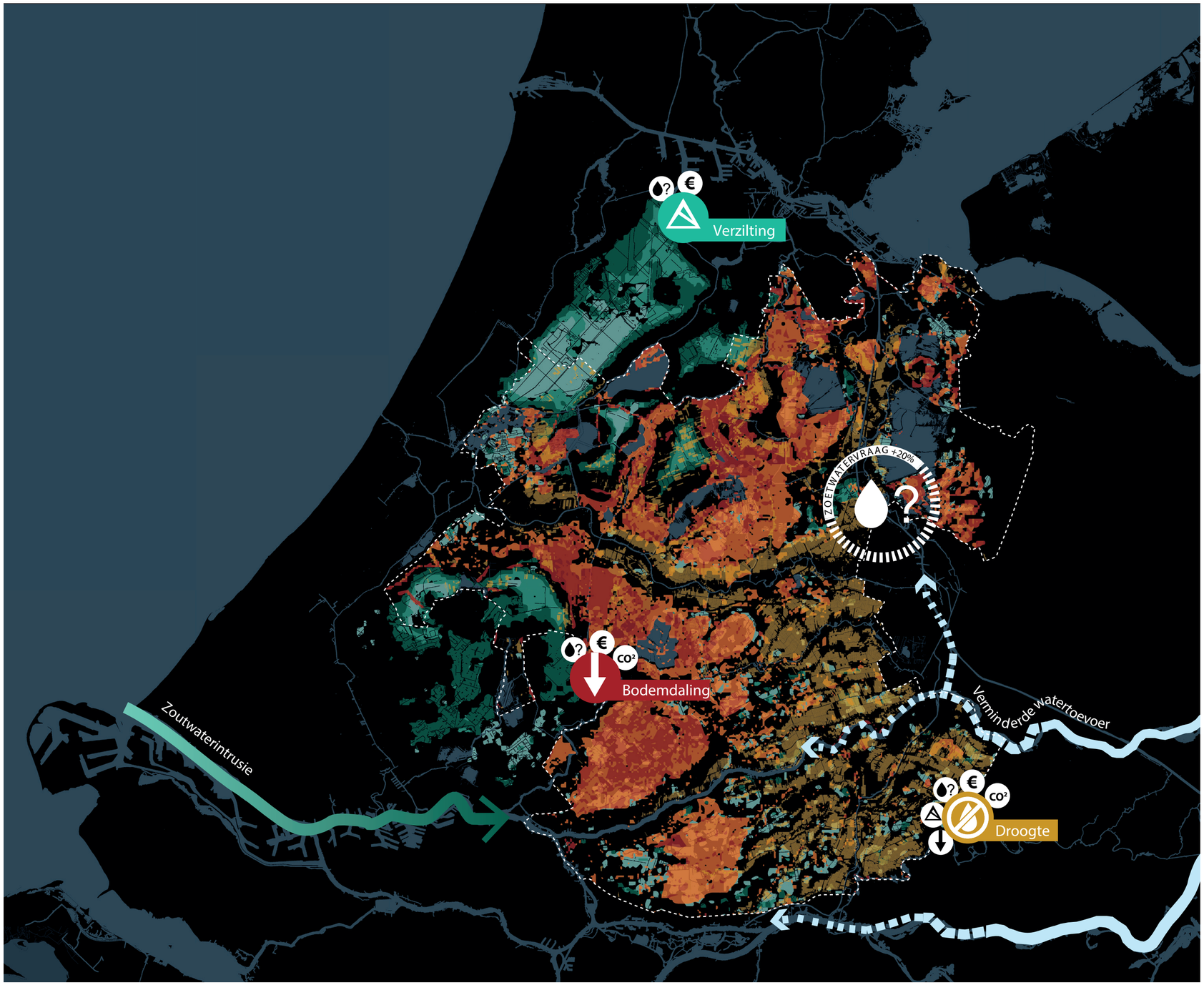
- verzilting van 20% - 50% in 2050
- verzilting van 50% - 100% in 2050
- verzilting van 100% in 2050

droogteschade - uitzakking grondwater



bron: Wagenningen Environmental Research (2018) - bewerking SantenCo + Fabrications.

- prognose >20% opbrengstverlies door droogte in 2050
- uitzakking grondwater tot 20 cm.
- uitzakking grondwater tot 40 cm.



N

meter

0 5000 10000 15000

NAAR EEN VANUIT BODEM BEREDENEERDE AANPAK

paradigmaverschuiving: bodem als conditie,
water als instrument en landgebruik als resultante

De toenemende schaalvergroting in de landbouw heeft geleid tot een monofunctioneel landgebruik, waarbij 75% van de percelen in gebruik is als weideland voor de melkveehouderij met een hiermee samenhangend waterpeilbeheer (peil volgt functie) met veelal een vrij generieke drooglegging van tussen de 30 en 60 centimeter. Dit monofunctionele landgebruik, het daarmee samenhangend generiek waterpeilbeheer en de mate van bodemdaling die aan deze drooglegging gerelateerd is staat in schril contrast tot de grote diversiteit die van nature aanwezig is in de bodem. Een nadere beschouwing van de bodem leert ons dat wanneer deze als basis wordt genomen en bezien wordt in het licht van de huidige problematiek er een veel grotere diversiteit in waterpeilbeheer en daarmee in landgebruik zal ontstaan. Het Groene Hart bestaat uit een groot aantal bodemtypen die grofweg onder te verdelen zijn in een vijftal hoofdklassen. Er is een duidelijke correlatie te onderkennen tussen de bodemtype en de verschillende problemen, zoals bodemdaling, verzilting en droogte.

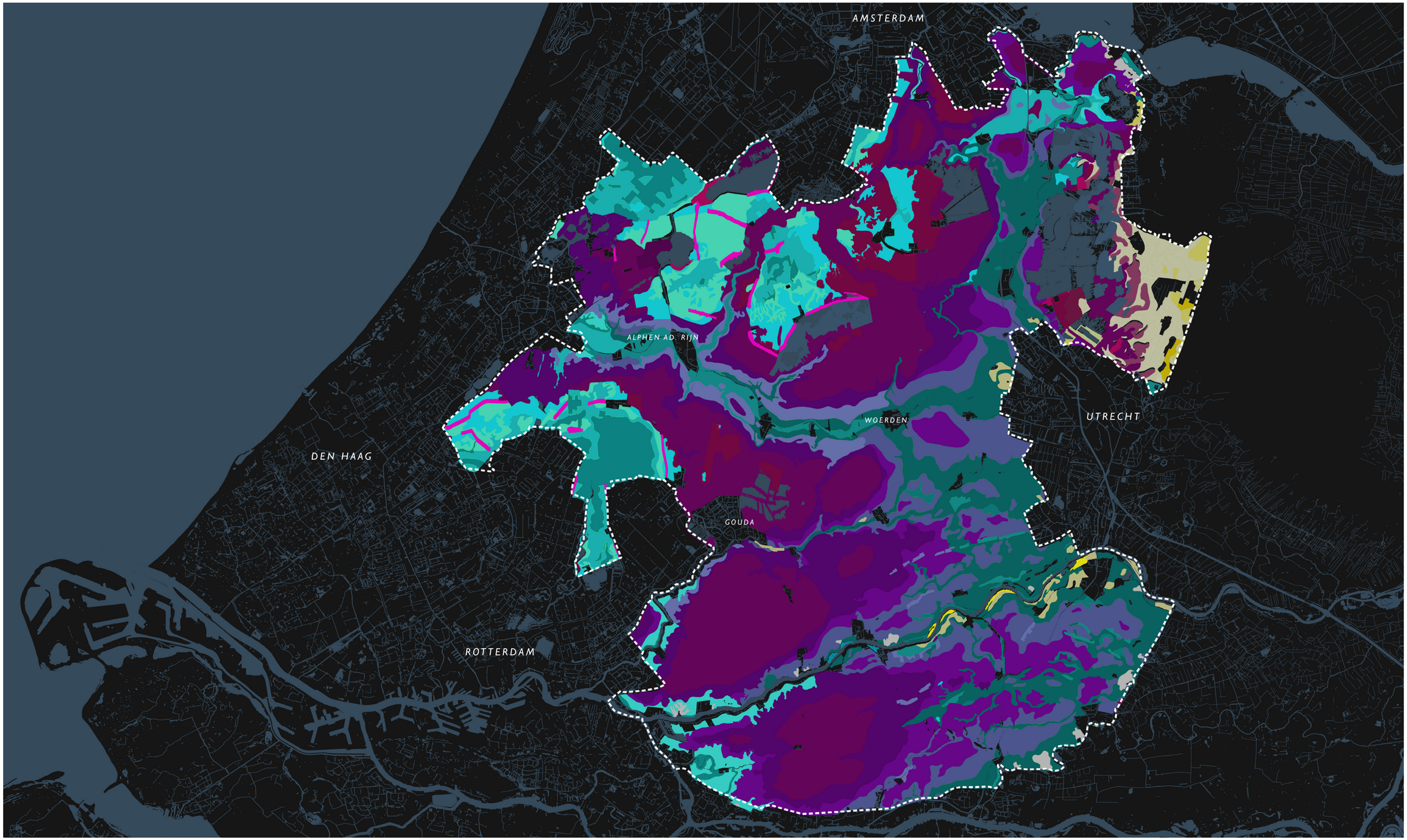
Het huidige peilbeheer volgt de functie van het gebied, met alle gevolgen van dien. Wat is er mogelijk als we het andersom bekijken? Als we beginnen met -per bodemtype- te onderzoeken wat het beste peilbeheer is om bodemdaling, CO_2 uitstoot, verzilting en droogte tegen te gaan en vervolgens te kijken welke vormen van landgebruik hierbij mogelijk zijn. Waterpeilbeheer wordt op deze manier de belangrijkste sturende factor binnen de ruimtelijke ontwikkeling van het Groene Hart. Het resultaat? Een divers en toekomstbestendig landschap.

geomorfologische oorsprong

GEDIFFERENTIEERDE BODEMOPBOUW

Het Groene Hart kenmerkt zich door de aanwezigheid van een vijftal hoofdtypen qua bodemklassen. De bodem is een resultante van de geomorfologische processen die eeuwenlang het toneel hebben bepaald binnen de vorming van het landschap. De bodem als conditie is een gegeven op basis waarvan onze culturele identiteit is ontstaan. Anno 2019 is, mede door onze technische wilskracht en innovatie van de afgelopen eeuwen, de correlatie tussen bodem en landgebruik echter minder sterk leesbaar.

DEN HAAG 52°07'N - 4°30'O



UTRECHT 52°09'N - 5°12'O

N

meter

0 5000 10000 15000

veengronden
- meerveen
- aarveen
- madeveen
- vlier- en vlietveen
- koopveen
- weideveen
- waardveen
- bovenland
- petgaten

moerige gronden
- op zand
- op zavel of klei

zeekleigronden
- liedeerd
- kalkarme drechtvaag
- leek-woudeerd
- tochteerd
- poldervaag

rivierkleigronden
- liedeerd
- drechtvaag
- leek-woudeerd
- poldervaag
- ooivaag
- zware rivierklei

zandgronden
- enkeerd
- kalkloze
- kalkhoudende
- podzol

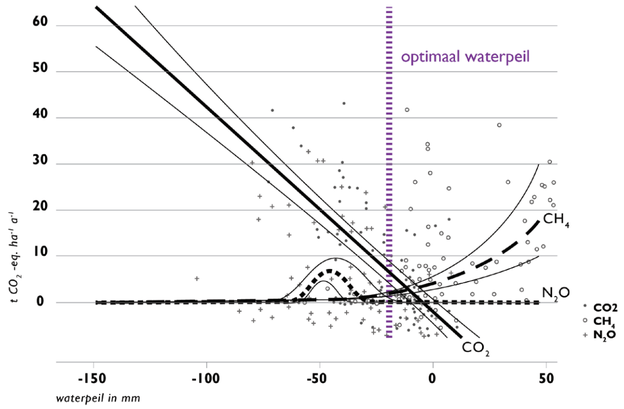
overige gronden
- overslag
- warmoezerij

balans bodemdaling, CO2-emissie en waterpeil

OPTIMAAL WATERPEIL

Het reduceren van de CO2 uitstoot, het stoppen van bodemdaling en de watervraag hangen sterk met elkaar samen, maar niet één op één. Met andere woorden: een hoger waterpeil betekent niet per se dat er minder broeikasgassen uitgestoten worden. Dit komt omdat er moerasgasvorming plaatsvindt bij een te hoge waterstand; hoewel de emissie van CO2 afneemt, neemt de emissie van methaan uit anaerobe processen toe bij een hoger peil. Hoeveel precies wordt momenteel onderzocht, maar op basis van eerdere studies is bekend dat een peil van -20 centimeter op dit moment wordt aangenomen als een optimaal waterpeil in relatie tot een maximale reductie van de CO2-equivalent.

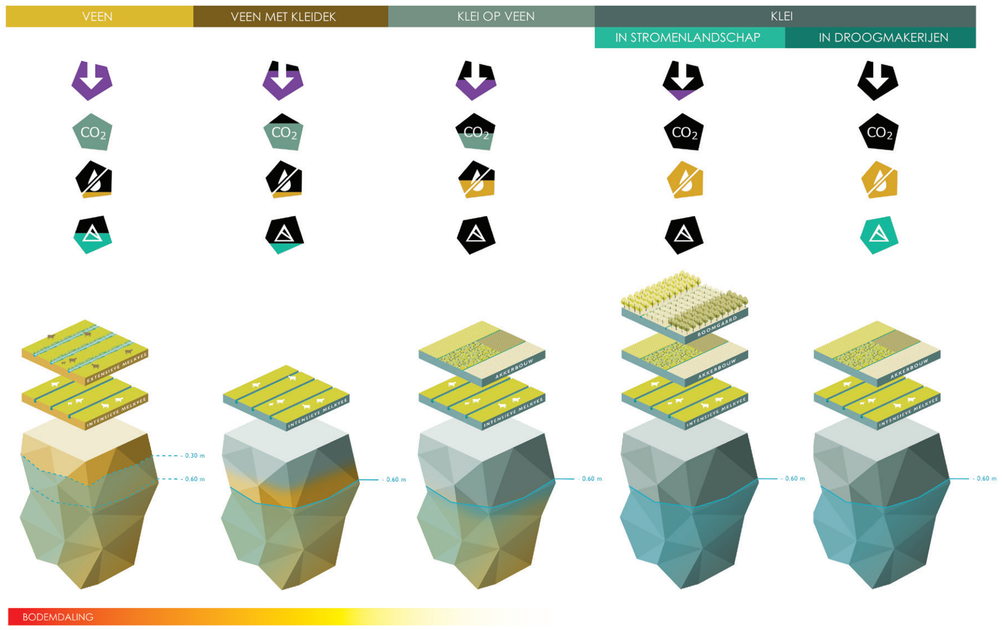
De verwachting is overigens dat er verschillen in mate van emissies zullen zijn per bodemtype. Bovendien heeft het landgebruik zelf ook invloed op CO2 uitstoot: bij een hoger waterpeil kan groeiend veen toch voor een lagere of zelfs negatieve CO2eq uitstoot zorgen. En het maaien van lisdodde kan juist weer een versterkend effect hebben op de methaanuitstoot. Dit zijn echter enkel nog speculaties.

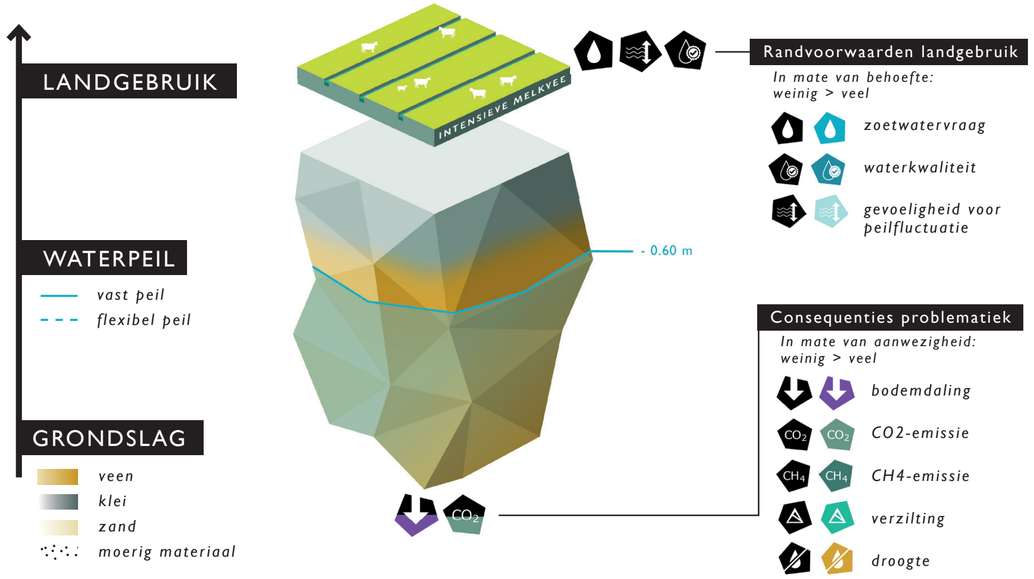


bron: Van Duinen, G., Fritz, C., Couwenberg, J. (n.d.) - bewerking SantenCo + Fabrications.

CORRELATIE BODEMTYPE EN PROBLEMATIEK

Er is een duidelijke correlatie te onderkennen tussen de bodemtype en de verschillende problemen, zoals bodemdaling, verzilting en droogte. Veen en veen met een kleidek kampen met een sterke bodemdaling met een bijbehorende CO2 uitstoot en in een mindere mate met verzilting. In klei-op-veengebieden en rivierkleigebieden speelt dit minder, terwijl hier verlies in gewasopbrengst door droogte een rol speelt. De oude zeeklei in de droogmakerijen, behalve als er nog een veenlaag aanwezig is, daalt niet meer en hier speelt verzilting en droogteschade als gevolg van klimaatverandering een grote rol.





TOELICHTING METHODIEK PROFIELEN

bodem als conditie, watersysteem als instrument en landgebruik als resultante

Hoe hoger de waterstand en hoe stabieler dit peil moet zijn; hoe groter de watervraag is om dit peil in stand te houden. Bij keuzes voor peilbeheer moet dus een afweging gemaakt worden tussen de uitstoot van CO2 equivalenten -waarbij de emissies het laagst zijn bij ca. 20 centimeter ontwatering- of zelfs het vastleggen van CO2 met de ontwikkeling van biomassa in een nieuwe veenvorming -waarbij veengroei altijd een positief effect heeft op de CO2 opname ten opzichte van de uitstoot van moerasgassen-, het remmen of stoppen van bodemdaling, de watervraag en de robuustheid van de vorm van landgebruik om met peilfluctuaties om te kunnen gaan.

Deze onderlinge balans die is onderzocht verhoudt zich tot de behoefte om tot een economisch rendabel landbouwkundig systeem te komen. Op basis van deze indicatoren is voor ieder bodemtype gekeken wat de mogelijkheden en effecten zijn voor drie modellen:

Faciliteren
Een reductie van de problematiek met het zoveel mogelijk faciliteren van het bestaand landgebruik. Met druk- of onderwaterdrainage wordt een stabieler waterpeil gerealiseerd. Gebieden die door de peilverhoging te nat worden krijgen een meer natuurinclusieve landbouw. In sommige delen is er vanuit waterbeheer geen aanleiding om te transformeren.

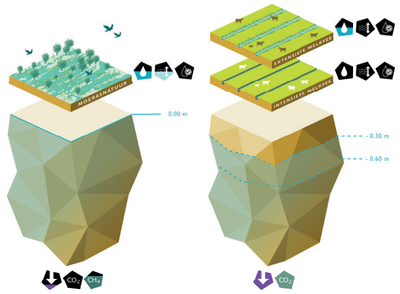
Balans
Op zoek naar een hoge reductie van de problematiek met productieve landgebruiksvormen als resultante. Hierdoor ontstaat een scala aan nieuwe landgebruiksvormen die geënt zijn op een diversiteit aan waterpeilen: van natte teelten en moerasbossen tot natuurinclusieve landbouw en boomgaarden.

Stop en groei
Een maximale reductie van de problematiek waarvan met name bodemdaling en CO2-emissie voor de veengebieden en verzilting in de droogmakerijen. Opslag van CO2 wordt voorzien door de groei van veenmos, voornamelijk op de plekken waar de groei van veenmos in theorie mogelijk zal zijn.

PUUR VEEN

Grondsoort opgebouwd uit gehumificeerd plantaardig materiaal.
Voornamelijk vlietveen en vlierveen met een basis van veenmosveen.

HUIDIG LANDGEBRUIK

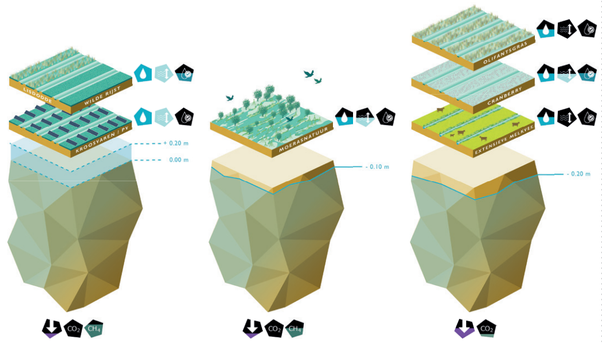


FACILITEREN

Optimaliseren van het huidig landbouwkundig systeem leidt tot een reductie van bodemdaling, broeikasgassen en verzilting (“peil volgt functie”)

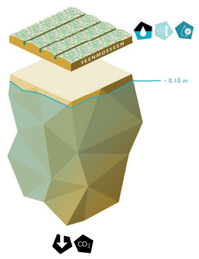
BALANS

Optimale balans tussen een maximale reductie van bodemdaling, broeikasgasemissies en/of verzilting en een breed spectrum van landgebruiksvormen



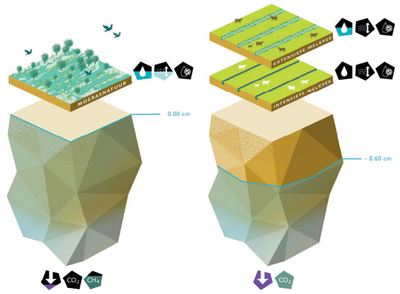
STOP EN GROEI

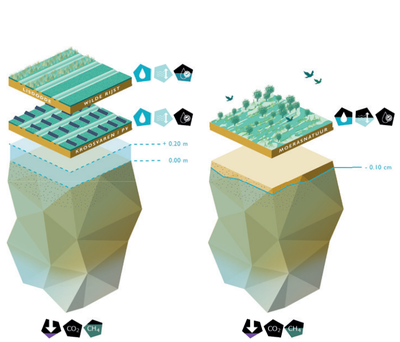
Volledige stop op bodemdaling, broeikasgasemissies en/of verzilting (“functie volgt peil”)

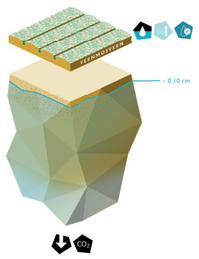


VEEN OP ZAND

Zandig veen of veen op een zanddek. Voornamelijk eerdveen-, madeveen-, rauwveen- en meerveengronden met een basis van broek- en zeggeveen

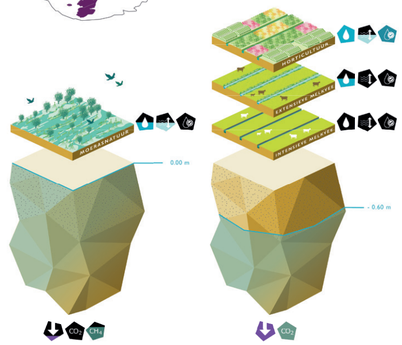


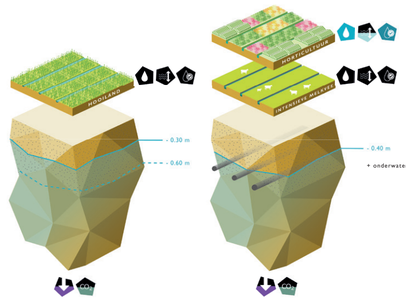


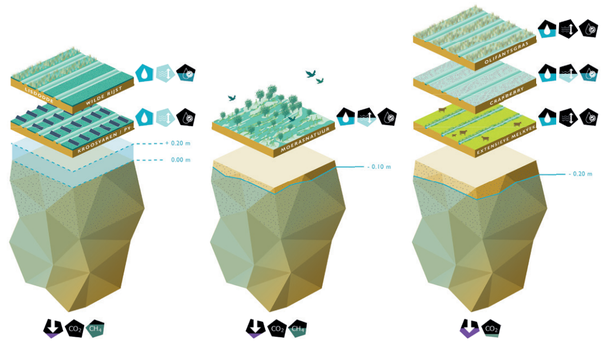


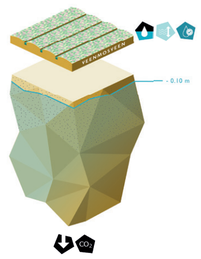
VEEN MET MOERIGE LAAG

Veengronden met een humusrijke bovenlaag. Voornamelijk koopveen- en aardveengronden met een basis van bos-, riet- en zeggeveen



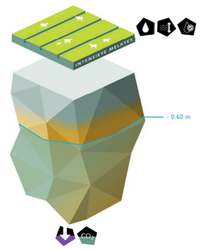


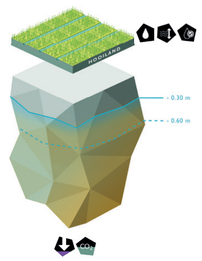


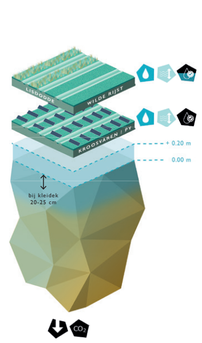


VEEN MET KLEIDEK < 40cm

Veengronden met een kleidek van minder dan 40cm. Voornamelijk rauwveen-, weideveen- en waardeveengronden met een origine van bos- of veenmosveen

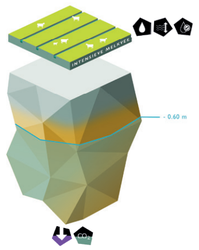


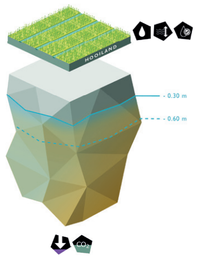


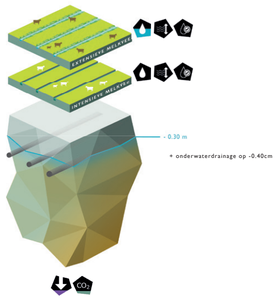


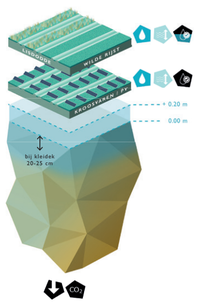
KLEI OP VEEN

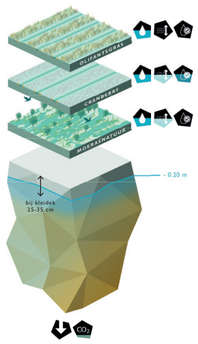
Veengronden met een kleidek van 40-80cm.
Voornamelijk vaag- en eerdgronden met
een origine van rietzegge- of bosveen.

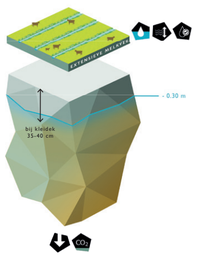


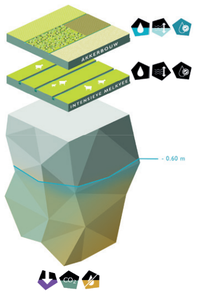


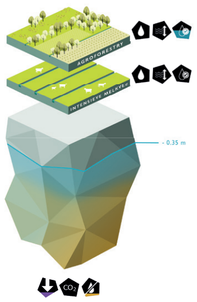








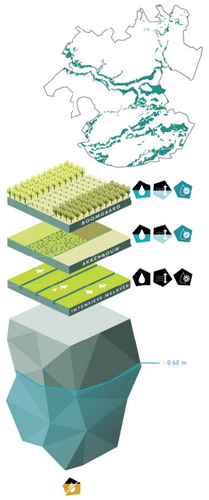




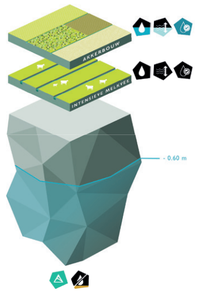
KLEI

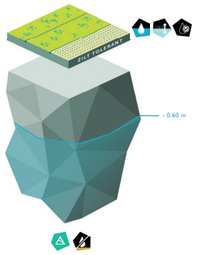
Klei- en zavelgronden; voornamelijk vaag- en eerdgronden

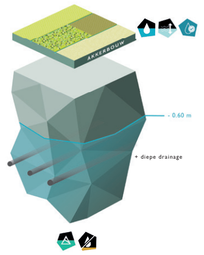
IN STROMENLANDSCHAP

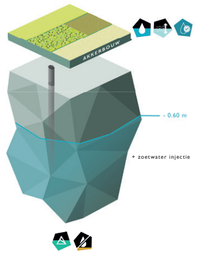


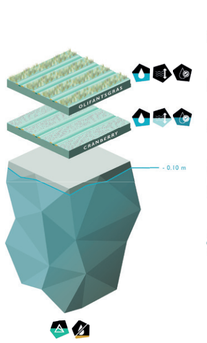
IN DROOGMAKERIJEN

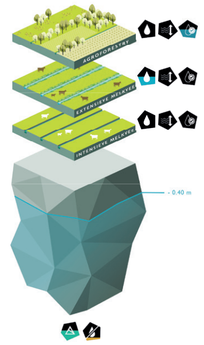


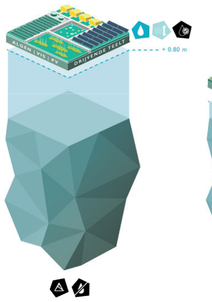


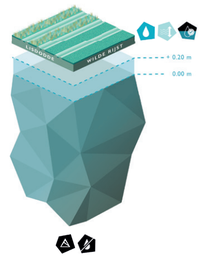


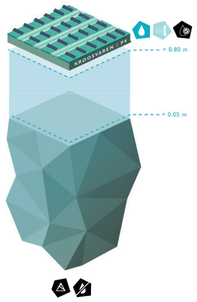






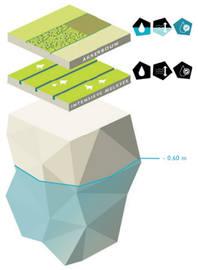






ZAND

Zandgronden, voet van de
Utrechtse Heuvelrug



LEGENDA

Bodemsoort
- *veen*
- *klei*
- *zand*
- *moerig materiaal*

Waterpeil
- *vast peil*
- *flexibel peil*

Consequenties problematiek
In mate van aanwezigheid:
weinig > veel
- *bodemdaling*
- *CO2-emissie*
- *CH4-emissie*
- *verzilting*
- *droogte*

Randvoorwaarden landgebruik
In mate van behoefte:
weinig > veel
- *zoetwatervraag*
- *waterkwaliteit*
- *gevoeligheid voor peilfluctuatie*

3491 LANDBOUWBEDRIJVEN IN ‘HUN’ LANDSCHAP

landgebruik in het Groene Hart

Het Groene Hart is met de aanwezigheid van bijna 3500 landbouwbedrijven voor circa 65% in agrarisch gebruik, waarbij het areaal aan weideland van 75% de boventoon voert en akkerbouw relatief minder vaak voorkomt. Hierin ligt een duidelijke relatie met de grondsoort veen als meest voorkomend in het Groene Hart. Van de 3491 landbouwbedrijven zijn er 1695 melkveebedrijven. Een percentage van circa 50% die ten aanzien van het landelijk gemiddelde van 30% een beduidend stuk hoger ligt. Ondanks het feit dat ten opzichte van tien jaar geleden een derde van de oorspronkelijke landbouwbedrijven is gestopt en het aantal arbeidskrachten sterker afneemt dan het landelijk gemiddelde is er sprake van een sterke toename van de agrarische grondprijs en een groeiende omzet van de landbouw. Kortom, het agrarisch gebruik in het Groene Hart hangt anno 2019 op economisch vlak samen met een economisch succesvol en winstgevend landbouwkundig systeem.

Het succes van het landbouwkundig systeem hangt echter nauw samen met een maatschappij waarin de hang naar welvaart, goedkoop en veel oorzaak is geweest van een aanzienlijke schaalvergroting en intensivering van de landbouw met alle gevolgen van dien. Door een groeiende onbalans tussen kostprijs en melkprijs is voor een optimaal landgebruik waar een goede opbrengst en bijna jaarronde toegankelijkheid van het land centraal staat, een diepontwatering van de veenbodem nodig. Zoals genoemd leidt de ‘extreme’ drooglegging tot bodemdaling, de daaraan gerelateerde emissie van CO2, schade aan huizen en infrastructuur en investeringen vanuit het waterschap om het Groene Hart leefbaar te houden. In het licht van deze scenariostudie, waarin de vraag centraal staat op welke wijze het Groene Hart getransformeerd kan worden naar een evenwichtig en adaptief landschap wat zijn actualiteit in de toekomst zal hebben, staat de sector voor een fundamentele verduurzamingsopgave van het huidige gangbare bedrijfssysteem om in de toekomst een rendabel landgebruik te hebben en te kunnen behouden.

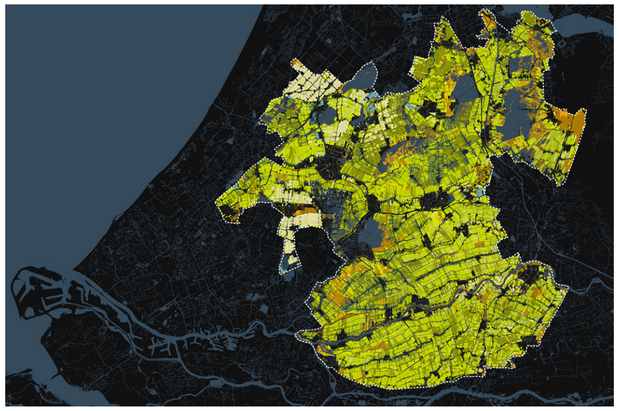
In een samenwerking met Wageningen Economic Research en het Veenweide Innovatie Centrum zijn op basis van de methodiek ‘bodem als conditie, watersysteem als instrument en landgebruik als resultante’ specifiek per grondslag landgebruiksvormen geformuleerd. In het algemeen zal er een actieve vernatting plaatsvinden in het Groene Hart die leidt tot andere en meer gedifferentieerde bedrijfssystemen in de landbouw. De ontwikkelde exemplarische bedrijfsmodellen zijn in bedrijfseconomische zijn kansrijk gebleken. Zie bijlage 1 voor een specifieke en nadere toelichting van Wageningen Economic Research op de geformuleerde exemplarische bedrijfsmodellen.

(intensieve) melkveehouderijsector

INTENSIEF EN HOOGWAARDIG PRODUCTIELANDSCHAP

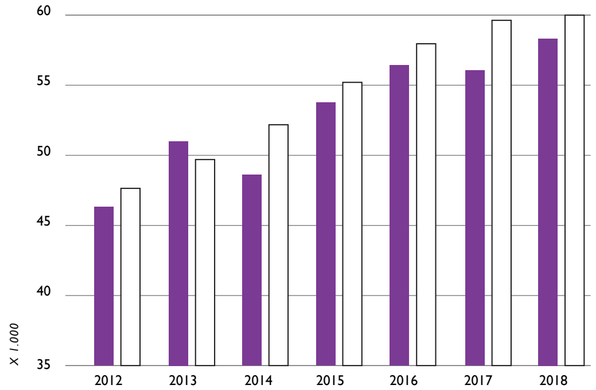
Van het totaal aantal landbouwbedrijven in het Groene Hart is circa 50% een melkveebedrijf. Het Groene Hart heeft een aantal zichtbare concentraties van 'intensieve' melkveehouderij. De concentraties van melkveebedrijven hangt hier samen met de aanwezigheid van een veenbodem, waar weideland de meest voorkomende landgebruiksvorm is. De hoge concentratie aan melkveebedrijven leidt in het Groene Hart tot een homogeen landgebruik van weideland (75%), waarbij de agrarische grondprijzen relatief hoog liggen t.o.v. de rest van Nederland.

homogeen landgebruik



weideland
weideland in agrarisch natuurbeheer
grasland in natuurbeheer
natuur
bos
bouwland
kassen

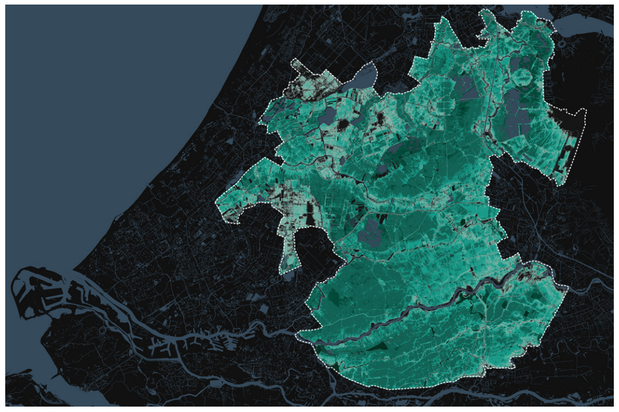
ontwikkeling agrarische grondprijzen



bron: Wageningen University Research en Kadaster (2018) - bewerking Sant en Co + Fabrications.

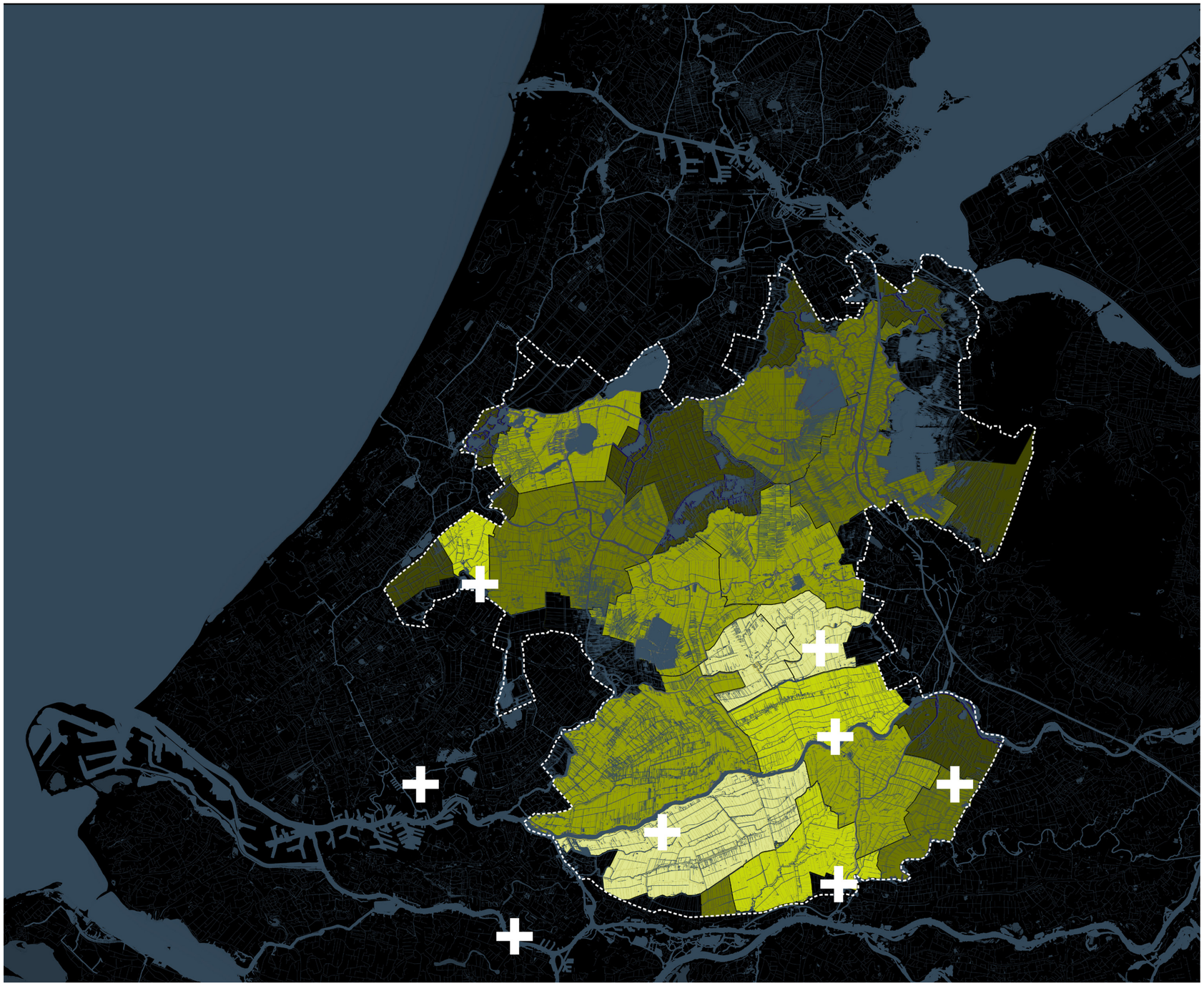
Groene Hart
Nederland

vrij eenduidige drooglegging



bron: Deltares (2019)

<0 cm.
0-30 cm.
30-60 cm.
60-90 cm.
90-120 cm.
120-150 cm.
>150 cm.



bron: Dairy NL (2015) - bewerking SantenCo + Fabrications.

N

meter

0 5000 10000 15000

gemiddelde grootvee eenheid (gve) per hectare

0.6 - 0.8
0.8 - 1.0
1.0 - 1.2
1.2 - 1.4
1.4 - 1.6
melkfabriek

kwalitatieve benadering

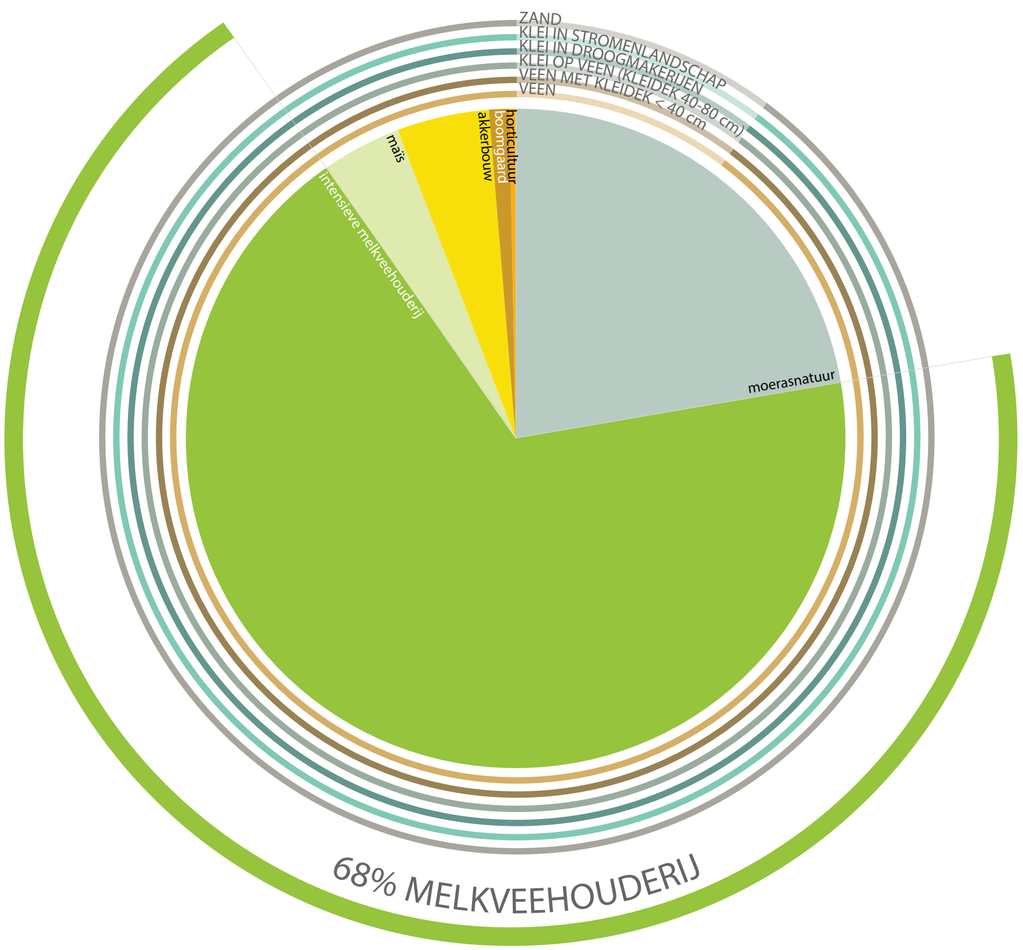
EFFECTEN OP INDICATOREN

Consequenties problematiek
in mate van aanwezigheid: weinig > veel

- Bodemdaling
- CO2-emissie (uit veen)
- CO2-emissie (totaal)
- CH4-emissie (uit veen)
- CH4-emissie (totaal)
- Verzilting
- Gevoeligheid voor droogte

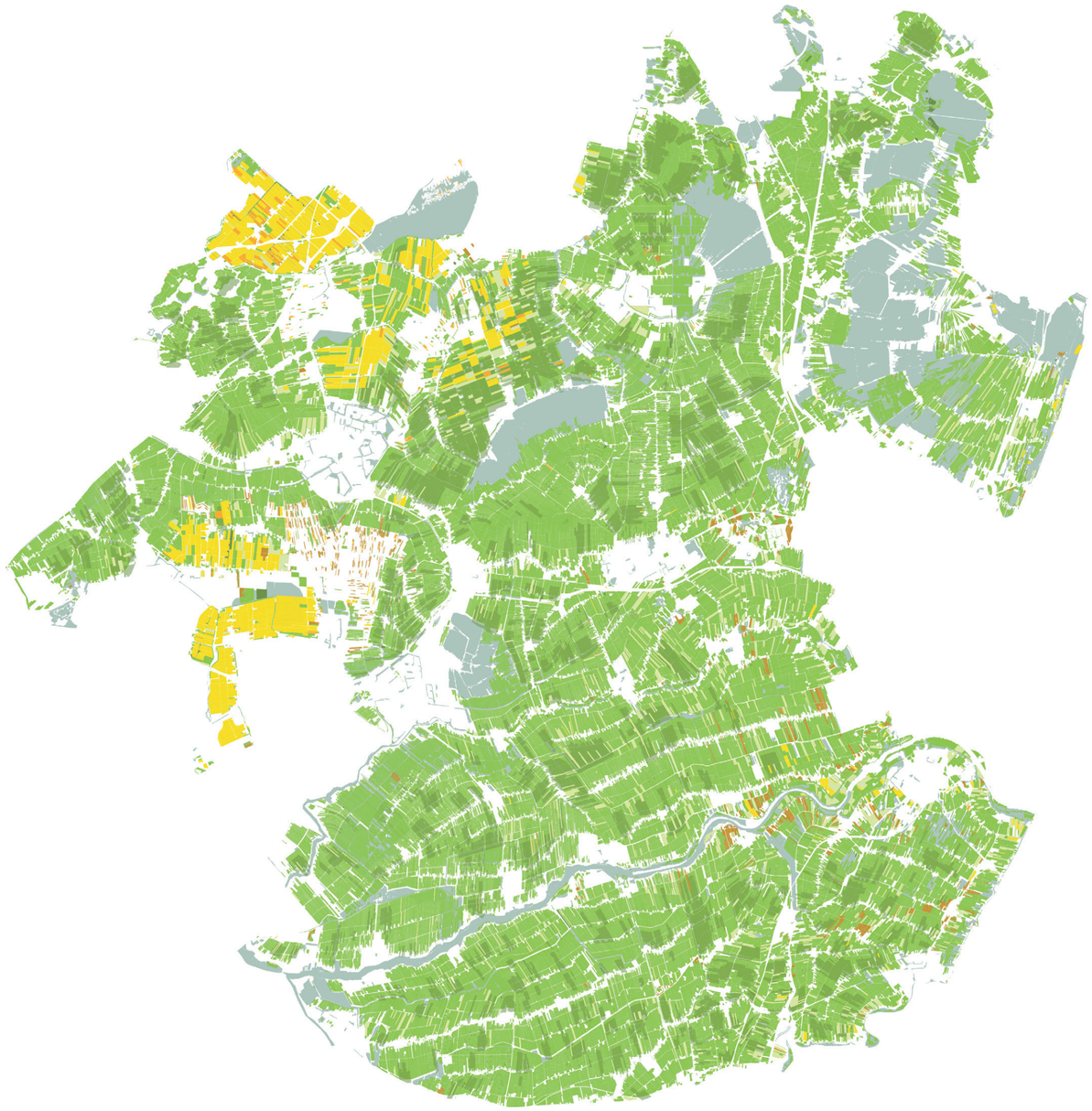
Randvoorwaarden landgebruik
in mate van behoefte: weinig > veel

- Zoetwatervraag
- Waterkwaliteit
- Gevoeligheid voor peilfluctuatie



Landgebruiksvormen

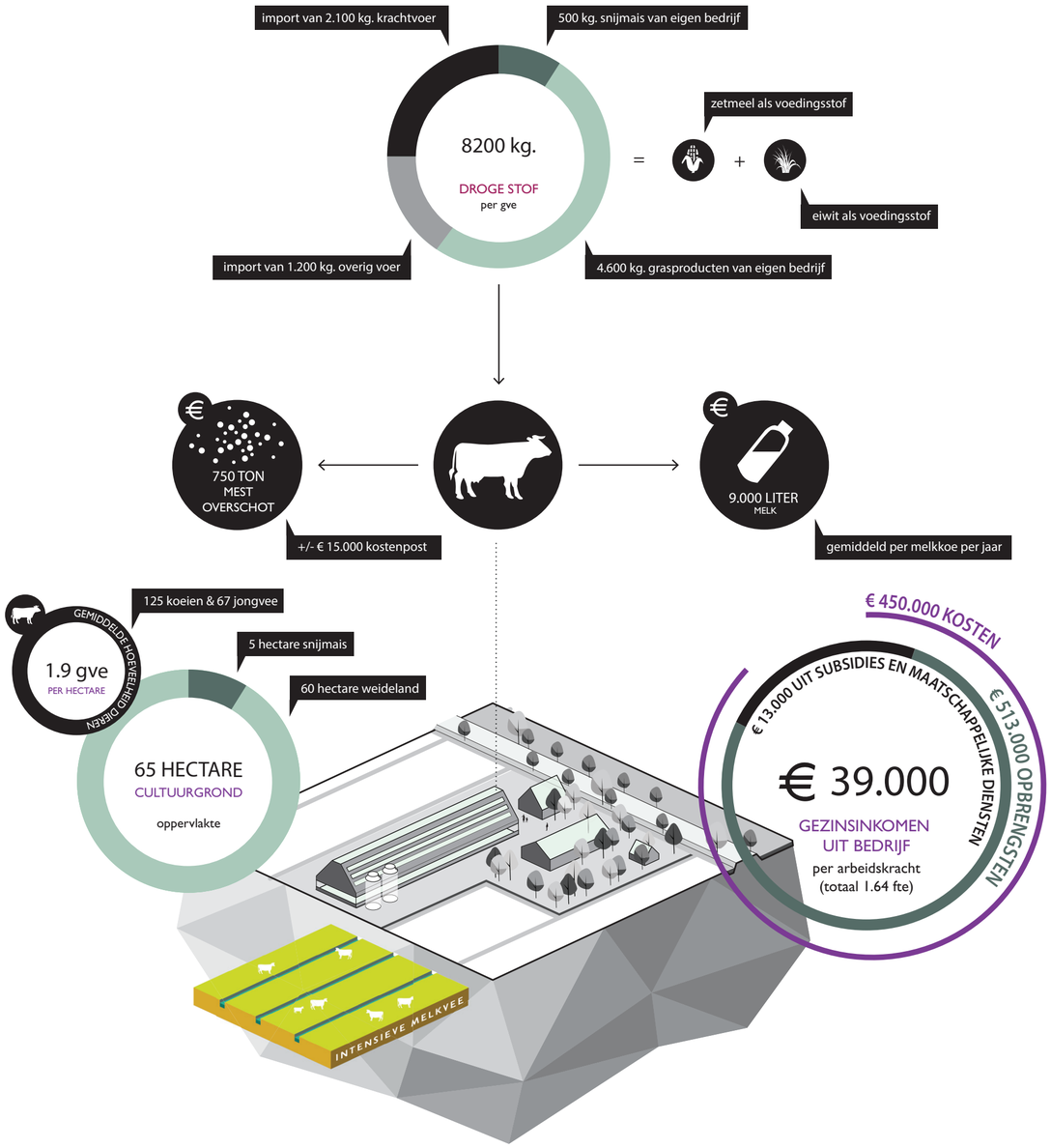
- moerasnatuur
- intensieve melkveehouderij
- natuurgebied
- mais
- boomgaard
- akkerbouw
- horticultuur



HUIDIG LANDGEBRUIK

"intensief en monofunctioneel productielandschap"

Het Groene Hart is met de aanwezigheid van 3491 landbouwbedrijven voor circa 65% in agrarisch gebruik. Een toenemende schaalvergroting in de landbouw heeft geleid tot een monofunctioneel landgebruik, waarbij 75% van de percelen in gebruik is als weideland voor de melkveehouderij, en een hiermee samenhangend waterpeilbeheer (peil volgt functie) met veelal een vrij generieke drooglegging van tussen de 30 en 60 centimeter.



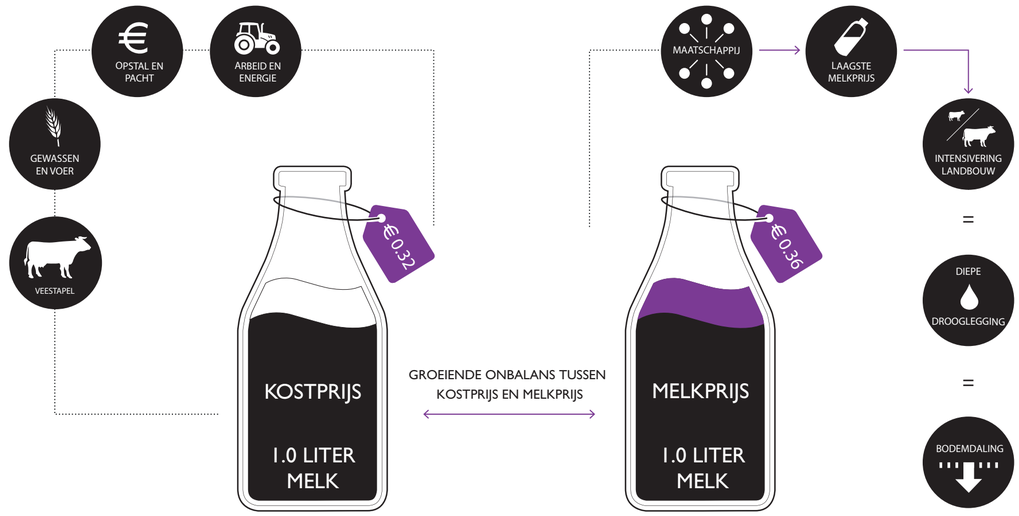
GANGBAAR MELKVEEBEDRIJF IN HET GROENE HART

schaalvergroting, intensief en hoogproductief

Het bedrijfsmodel toont de ontwikkelingsrichting die het huidig gemiddeld gangbaar melkveebedrijf zal doormaken op basis van een continuering van de ontwikkelingslijnen van de afgelopen jaren tot 2030. Hierbij staat een verdere schaalvergroting en intensivering centraal. Dit hangt direct samen met een stijgende import van voedermiddelen van buiten het bedrijf en een hogere afzet van mest, die niet op het eigen bedrijf kan worden geplaatst, en zal worden afgevoerd. Onder andere deze posten drukken de opbrengsten van het bedrijf die voornamelijk komen uit de melkproductie en in een kleinere mate uit overige landbouwproducten, betaalrechten en vergoedingen voor natuurbeheer.

DISBALANS TUSSEN KOSTPRIJS EN MELKPRIJS

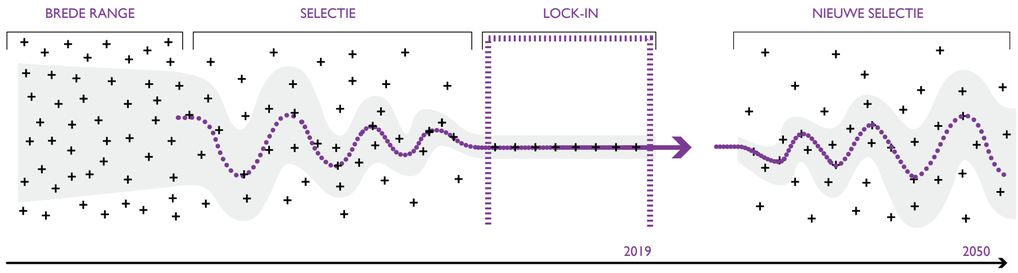
oorzaak- gevolgrelatie intensivering landbouw versus bodemdaling



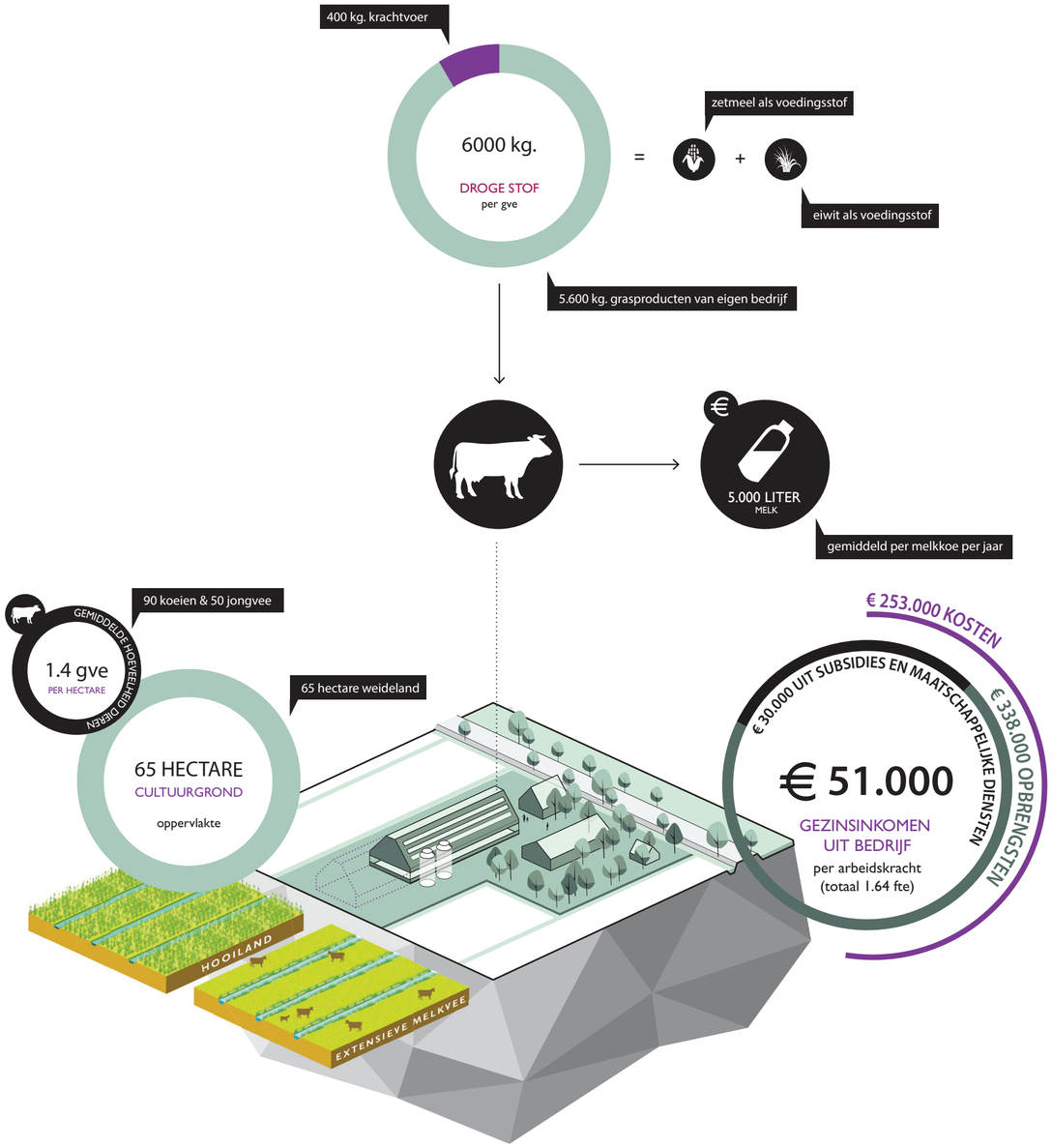
De groeiende onbalans tussen de kostprijs en de melkprijs, die samenhangt met een maatschappij met de hang naar welvaart, goedkoop en een hoge consumptie, leidt tot een verdere schaalvergroting en intensivering van de landbouw. Dit heeft een diepontwatering c.q. drooglegging tot gevolg die direct de oorzaak is van de bodemdaling. Veelal houdt de maatschappij de boer hiervoor verantwoordelijk, terwijl het de maatschappij is die een hang heeft naar de laagste melkprijs. Wie is er nu eigenlijk verantwoordelijk voor de intensivering van de landbouw en de daaraan gerelateerde bodemdaling, de boer of toch de maatschappij? Een complex vraagstuk die buiten de scope van deze studie valt, maar in een samenhang met een continu wijzigend (mest)beleid een hoge mate van relevantie heeft om de daadwerkelijke transitie van het landbouwkundig systeem in gang te zetten.

ONTSNAPPEN UIT HET LANDBOUWKUNDIG 'LOCK-IN' EFFECT

toekomstperspectief duurzaam landgebruik



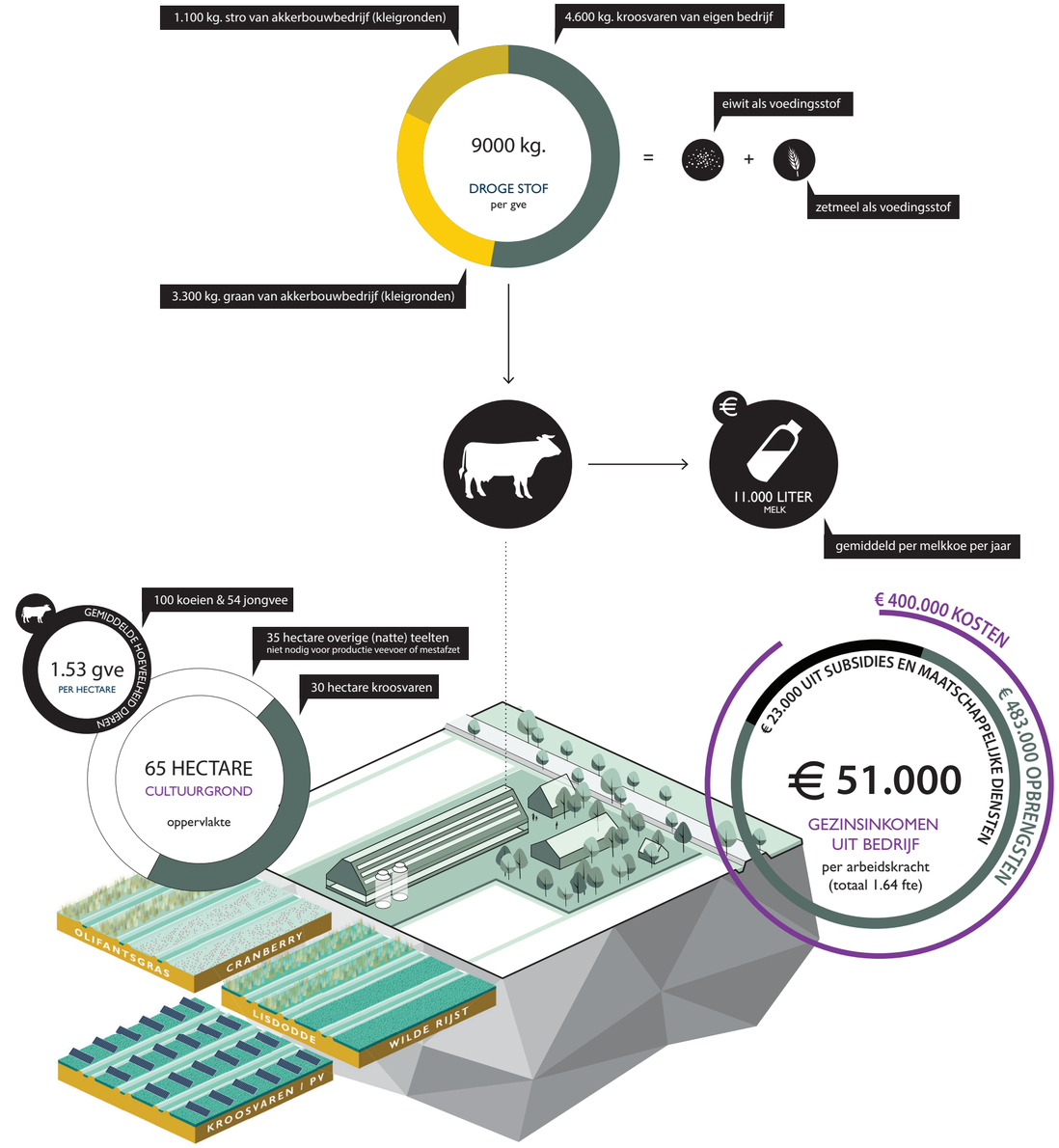
Het huidig landbouwkundig systeem bevindt zich in een zogenaamde 'lock-in' waarbij alles in dienst staat van- of het huidig landgebruik faciliteert. Door het formuleren van grondslag gerelateerde landgebruiksvormen en bouwstenen die deze vormen van landgebruik mogelijk maken ontstaat een toekomstperspectief met een nieuwe selectie aan mogelijke bedrijfsvormen. Deze zijn vertaald in exemplarische bedrijfsmodellen, voor zowel de melkveehouderij, de akkerbouw als alternatieven hiervoor, waarmee de agrarische sector kan transformeren tot een adaptieve en duurzame sector met een bedrijfseconomische rendabiliteit,



EXEMPLARISCH BEDRIJFSMODEL NATUURINCLUSIEF MELKVEEBEDRIJF

kringlooplandbouw, natuurbeheer en reductie problematiek

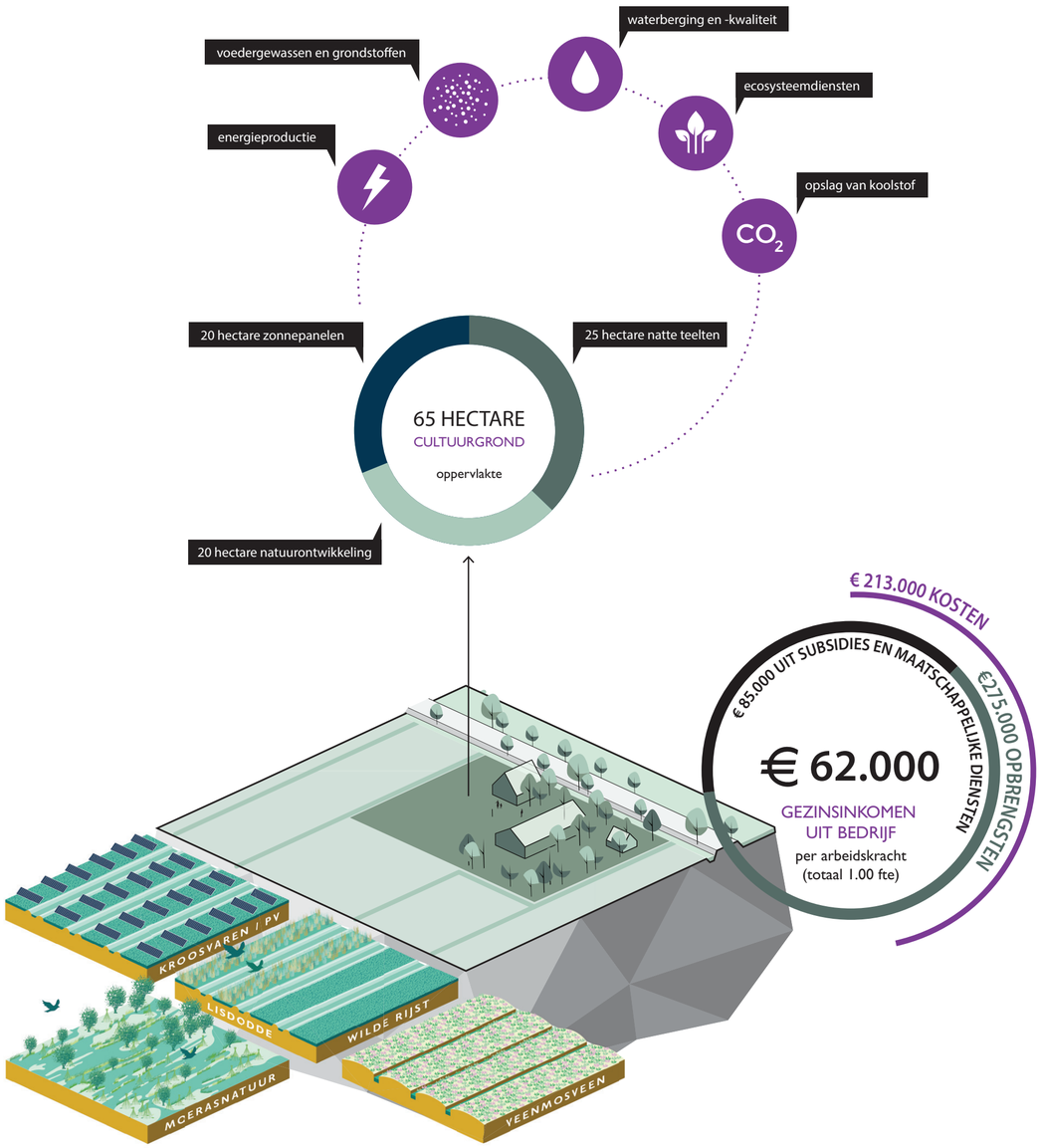
Het bedrijfsmodel kenmerkt zich door een vrijwel gesloten voederbalans, waarbij het rantsoen voor de koeien bestaat uit grasproducten, waar geen aan- en afvoer is van meststoffen en de melk wordt afgezet tegen een prijs, die vergelijkbaar is met die van de biologische melk. Er is veel ruimte voor natuurbeheer, zoals weidevogelbeheer, wordt er legselbeheer toegepast en ontstaat door de actieve vernatting van het land een reductie van bodemdaling en bijbehorende emissie van broeikasgassen. De opbrengsten zijn mede door de lagere melkproductie lager dan die van het gangbaar bedrijfsmodel terwijl de totale kosten door minder betaalde arbeid, voeraankoop en gewaskosten, loonwerk, lagere veekosten en geen mestafzet eveneens lager zijn. Dit resulteert per saldo in een bedrijfseconomisch positief resultaat.



EXEMPLARISCH BEDRIJFSMODEL CIRCULAIR MELKVEEBEDRIJF

gesloten kringlopen, intensief en hoge reductie problematiek

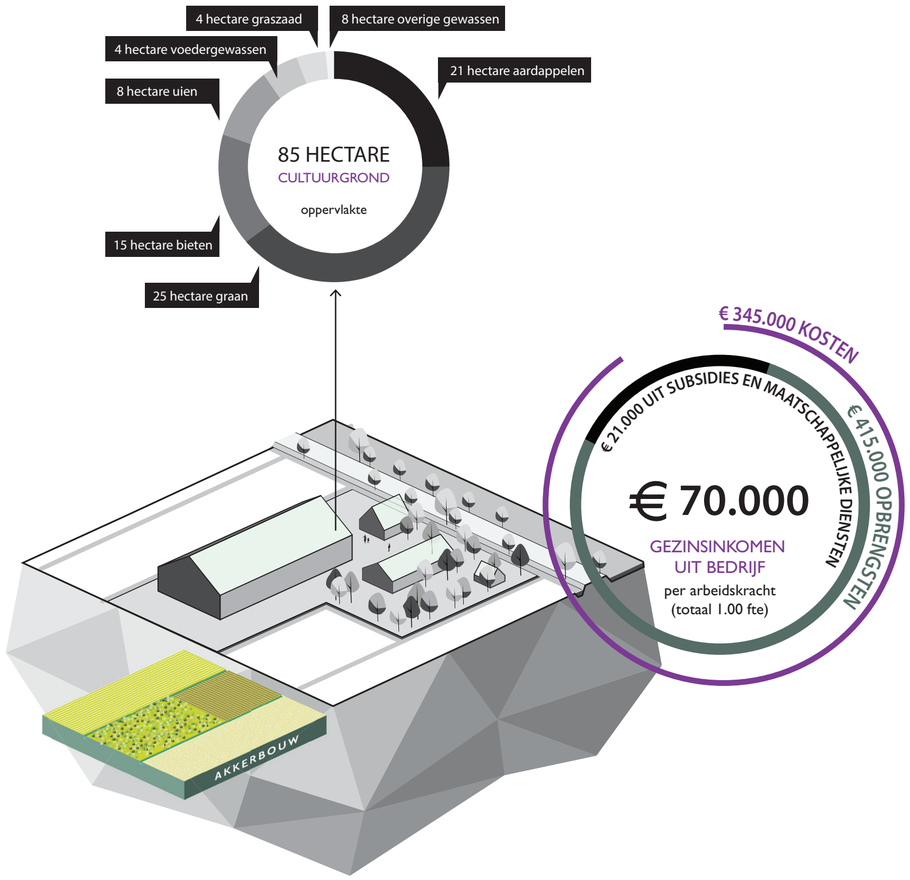
Gesloten kringlopen staan centraal in het bedrijfsmodel waar het rantsoen voor de koeien is omgezet van graslandproducten naar kroosvaren aangevuld met geplette tarwe en stro die afkomstig is van akkerbouwbedrijven op de kleigronden. De koeien staan in een openloopstal waardoor de melkproductie toeneemt en de mest vergist kan worden tot een natte fractie t.b.v. de productie van natte teelten en een digistaat als mestkorrel t.b.v. de akkerbouw. De productie van kroosvaren is veel hoger dan die van grasland waardoor 'slechts' de helft van de oppervlakte nodig is voor een zelfvoorzienend zijn in de eiwitbehoefte. De overige oppervlakte kan worden ingezet voor andere landgebruiksvormen die nog geen onderdeel zijn van het berekende bedrijfseconomisch resultaat.



EXEMPLARISCH BEDRIJFSMODEL GROENBLAUW BEDRIJF

maatschappelijke diensten en hoge reductie problematiek

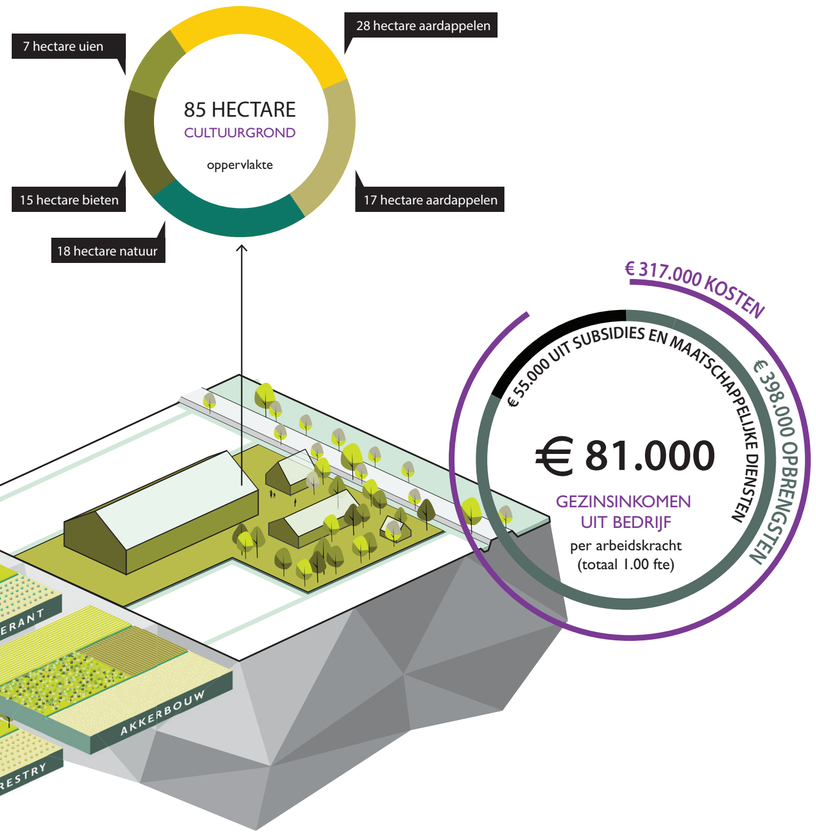
In dit bedrijfsmodel is geen veestapel meer aanwezig en is het bedrijfseconomisch resultaat gebaseerd op de landgebruiksvormen van natte teelten, zoals kroosvaren, lisdodde en olifantgras wel of niet in de combinatie met 'drijvende' zonnepanelen en de ontwikkeling van natuur in de verschijningsvorm van moerasnatuur en veenmos. Het bedrijfsmodel is naast de opbrengsten uit de productie van gewassen en energie sterk afhankelijk van vergoedingen voor maatschappelijke diensten, zoals de hoge reductie van bodemdaling, de reductie van CO2 emissie óf zelfs de opslag hiervan, waterberging, een verbeterde waterkwaliteit en natuurontwikkeling. Het bedrijfseconomisch resultaat komt mede op basis hiervan per saldo hoger uit dan de hiervoor getoonde bedrijfsmodellen.



GANGBAAR AKKERBOUWBEDRIJF IN HET GROENE HART

hoogproductief op de kleigronden

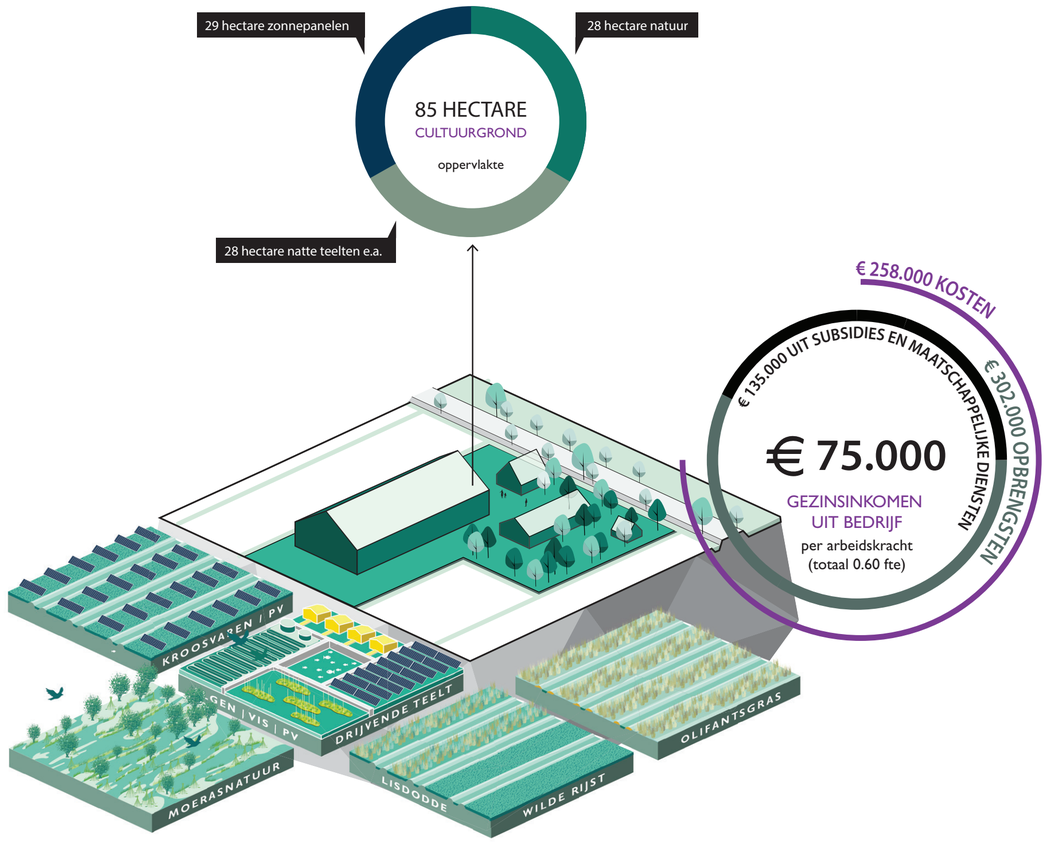
Het bedrijfsmodel toont de ontwikkelingsrichting die het huidig gemiddeld gangbaar akkerbouwbedrijf zal doormaken op basis van een continuering van de ontwikkelingslijnen van de afgelopen jaren tot 2030. Hierbij is het bouwplan vereenvoudigd ten opzichte van het gemiddelde bouwplan van een huidig akkerbouwbedrijf. De opbrengsten zijn een resultaat van de productie van akkerbouwproducten en in een kleine mate uit betaalrechten, natuurbeheer en niet-landbouwopbrengsten. Een kanttekening is te plaatsen bij de toekomstbestendigheid van het huidig bedrijfsmodel aangezien deze voornamelijk in de droogmakerijen gelegen is waar de verzilting van bodem en water toeneemt en de gewassen sterk afhankelijk zijn van de beschikbaarheid van voldoende zoet water.



EXEMPLARISCH BEDRIJFSMODEL NATUURINCLUSIEF AKKERBOUWBEDRIJF

strokenlandbouw, biodiversiteit en adaptief

Een transformatie van een monotoon en grootschalig perceelsgewijze productie naar een strokenteelt met een diversiteit aan akkerbouwgewassen afgewisseld met een permanente natuurstrook. De biodiversiteit zal floreren, natuurlijke plaagbestrijders zullen zich vestigen en de ziektegevoeligheid van de gewassen en de kans op uitbreiding hiervan wordt minder. Drijfmest wordt vervangen door gecomposteerde producten, stro-rijke mest en/of het digistaat afkomstig van de melkveebedrijven. Kunstmest wordt vervangen door de natte fractie afkomstig uit mestscheiding op boerenerf en in stedelijk gebied. Het bouwplan is min of meer identiek aan het huidige, maar bevat o.a. zilt-resistente rassen. Het bedrijfseconomisch resultaat is positief, rekening houdend met de afhankelijkheid van de opbrengsten uit o.a. de maatschappelijke diensten.



EXEMPLARISCH BEDRIJFSMODEL AQUATISCH AKKERBOUWBEDRIJF

waterberging, natte teelten en natuurontwkkeling

De droge akkerbouwgewassen worden vervangen door natte teelten, zoals kroosvaren, lisdodde, olifantsgras en de teelt van zoetwatervis wel of niet in de combinatie met drijvende zonnepanelen, en natuurontwikkeling waarbij wordt uitgegaan van een actief peilopzet in samenhang met de functie als seizoensbuffer t.b.v. de opslag van zoetwater op de gradiënt van hoog naar laag in de randen van de droogmakerij. Het inkomen van het aquatische bedrijf is vergelijkbaar met die van de andere bedrijfsmodellen van het akkerbouwbedrijf, maar bestaat per saldo voor meer dan 100% uit inkomsten uit maatschappelijke diensten.

SCENARIO'S LANDGEBRUIK

op basis van maatschappelijke trends en te voeren beleid

Op basis van de resultaten uit het bodemspecifiek onderzoek, naar de mate van reductie van de verschillende vraagstukken, het hiermee samenhangend waterpeilbeheer en de mogelijke vormen van landgebruik, in de combinatie met de exemplarische bedrijfsmodellen kan de bandbreedte aan mogelijkheden in beeld worden gebracht. Hiervoor zijn drie scenario's ontwikkeld, die alle drie een uiterste resultaat zijn van een bepaalde maatschappelijke trend of beleidskeuze. Deze scenario's zijn daarmee geen keuzes, maar verkenningen om de breedte aan mogelijke landgebruiksvormen en de gevolgen hiervan inzichtelijk te maken.

Het eerste scenario (Optimalisatie) is gestoeld op de huidige ambities uit het klimaatakkoord tot 2030 in combinatie met de ambitie van minister Schouten (LNV) om de Nederlandse landbouw te transformeren naar een zogenaamde 'kringlooplandbouw' waarin nauwelijks nog grondstoffen worden geïmporteerd. Het tweede scenario ((Bio) diversiteit) gaat uit van een sterke marktontwikkeling van natuurinclusieve producten en keteninnovaties die nieuwe teelten mogelijk en rendabel maken. Hierdoor ontstaat een landschap met een grotere diversiteit aan landgebruiksvormen, waarbij veel ruimte is voor biodiversiteit. Het derde scenario (CO2-positief) gaat uit van een reëel CO2 emissierechtensysteem, waarbij het voorkomen van de uitstoot van CO2 equivalenten als wel het vastleggen hiervan,een marktwaarde vertegenwoordigd die de (melk)veehouderij grotendeels onrendabel maakt en waarbij waar mogelijk veen weer gaat groeien om zo koolstof vast te leggen. Dit betekent niet dat bedrijvigheid uit het Groene Hart verdwijnt aangezien er een levendige handel in energie en CO2 rechten, biomassateelt gewasproductie en energieopwekking zal ontstaan.

Wat kunnen we leren van deze scenario's? Ten eerste zal de watervraag is in alle gevallen flink hoger zijn dan bij het voortzetten van het huidige peilbeheer. Dit betekent dat hiervoor aanvullende maatregelen nodig zijn. Ten tweede zijn de scenario's die de bodemdaling het meest beperken ook het meest gevoelig voor peilfluctuaties in de wateraanvoer. Het is momenteel onbekend hoe veenmos en natte natuur zich herstellen van langdurige droogte, maar duidelijk is dat een jaar na de droogte van 2018 de schade nog niet hersteld is.
De belangrijkste conclusie is wellicht dat in alle gevallen de diversiteit en leesbaarheid van het landschap toeneemt wanneer het bodemtype als uitgangspunt wordt genomen.
Het verminderen van bodemdaling en de CO2 uitstoot resulteert daardoor in een meer gedifferentieerd landschap voor haar gebruikers.

kwalitatieve benadering

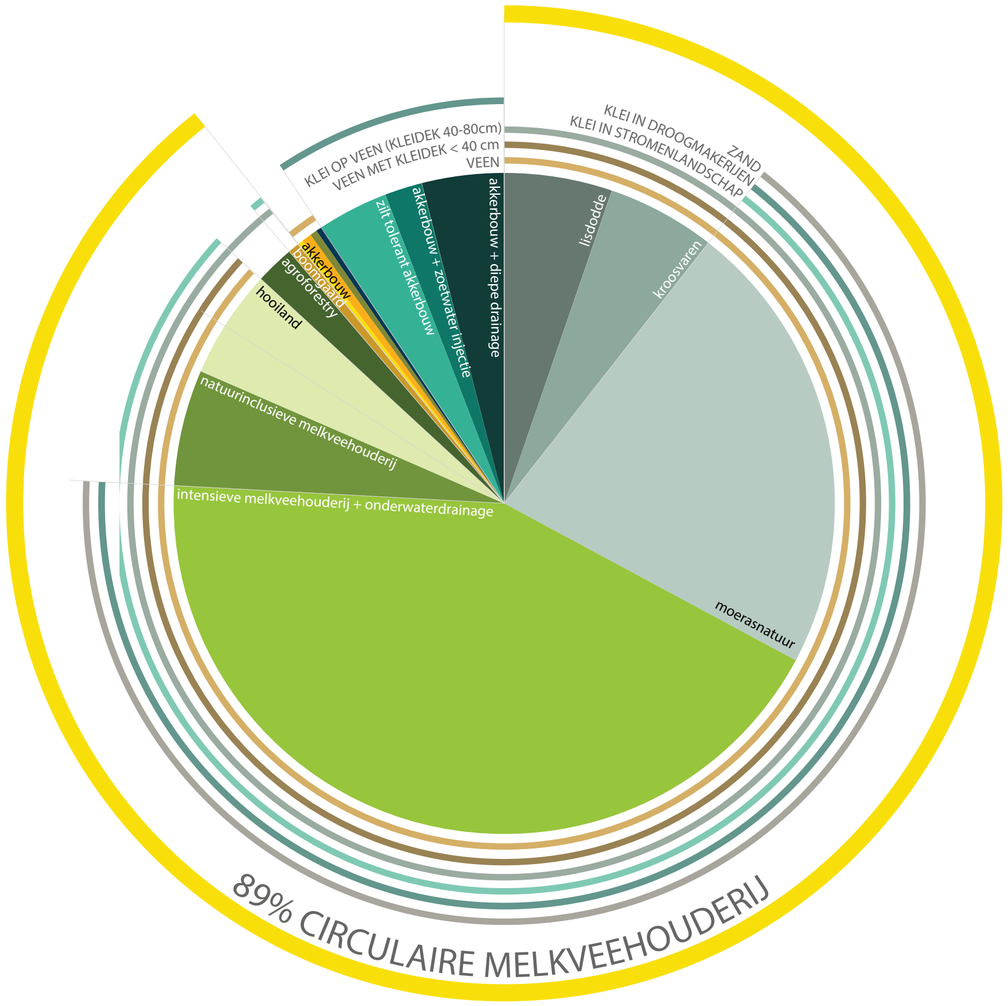
EFFECTEN OP INDICATOREN

Consequenties problematiek
in mate van aanwezigheid: weinig > veel

- Rem bodemdaling
- Reductie CO2-emissie (uit veen)
- Reductie CO2-emissie (totaal)
- Reductie CH4-emissie (uit veen)
- Matige CH4-emissie (totaal)
- Adaptief met verzilting
- Matige gevoeligheid droogte

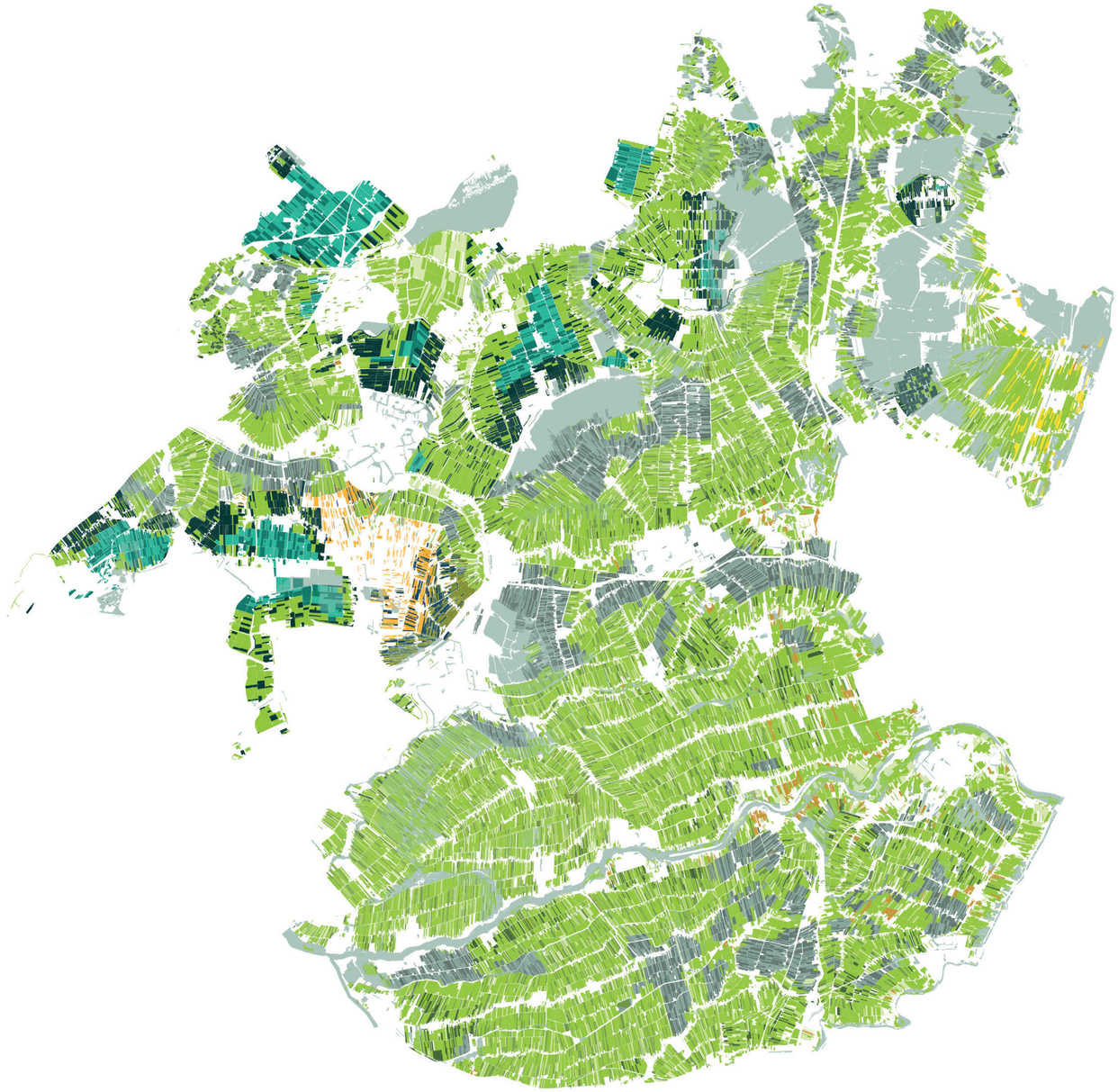
Randvoorwaarden landgebruik
in mate van behoefte: weinig > veel

- Matige zoetwatervraag
- Matige waterkwaliteit
- Matige gevoeligheid voor peilfluctuatie



Landgebruiksvormen

- lisdodde
- kroosvaren
- moerasnatuur
- grondgebonden melkveehouderij met drainage
- natuurinclusieve melkveehouderij met drainage
- hooiland
- agroforestry
- boomgaard
- akkerbouw
- horticultuur
- veenwinning
- open water
- zilt tolerante akkerbouw
- akkerbouw met zoetwaterinjectie
- akkerbouw met diepe drainage



SCENARIO OPTIMALISATIE

"gesloten kringlopen in de landbouw"

Het voorlopig klimaatakkoord zet volop in op technische oplossingen, zoals onderwater- en drukdrainage, waarmee het bestaande landbouwkundig systeem van het Groene Hart kan worden gehandhaafd. Daarnaast wordt voorgesorteerd op een kringlooplandbouw, waarbij de veestapel kleiner wordt maar niet verdwijnt en vooral lokaal geteelde voedselgewassen worden gebruikt. Een aantal gebieden in het Groene Hart zijn echter minder of ongeschikt voor technische oplossingen om bodemdaling en CO2-uitstoot tegen te gaan, waardoor ook in dit scenario veehouderij niet overal mogelijk blijft.

Dit scenario betekent voor het Groene Hart:

- Waar mogelijk behoud melkveehouderij, door middel van onderwaterdrainage en andere technische oplossingen
- Landbouw wordt grondgebonden. Groei van natuurinclusieve en biologische landbouw is volgend op de bestaande marktwerking en blijft daarmee relatief klein ten aanzien van gangbaar
- Meer lokale gewasproductie t.b.v. veevoer conform voorgesteld beleid kringlooplandbouw
- Adaptieve landbouw in gebieden die met het oog op bodemdaling of verzilting niet rendabel zijn voor huidige vormen van veehouderij of akkerbouw.

‘BRUISENDE SEIZOENSBUFFERS’

(ZILTTOLERANTIE) AKKERBOUW + ENERGIEPRODUCTIE

KARAKTERISTIEKE RINGDIJK

NATTE TEELTEN | AQUACULTUUR | RECREATIE IN DE SEIZOENSBUFFER

INLAAT VAN WATER VANUIT DE RINGVAART IN DE SEIZOENSBUFFER OP DE GRADIENT VAN HOOG NAAR LAAG IN DE DROOGMAKERIJ

kwalitatieve benadering

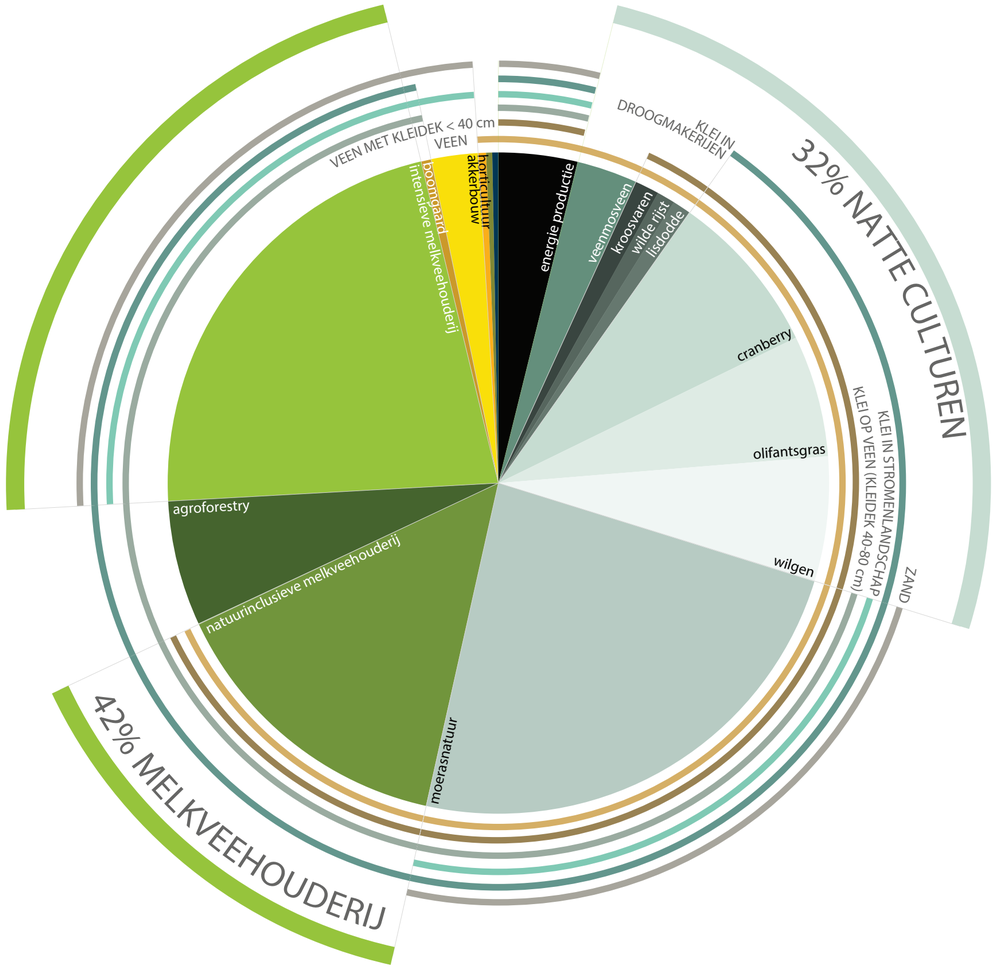
EFFECTEN OP INDICATOREN

Consequenties problematiek
in mate van aanwezigheid: weinig > veel

- Hoge reductie bodemdaling
- Hoge reductie CO2-emissie (uit veen)
- Hoge reductie CO2-emissie (totaal)
- Hoge reductie CH4-emissie (uit veen)
- Reductie CH4-emissie (totaal)
- Reductie verzilting
- Afname gevoeligheid droogte

Randvoorwaarden landgebruik
in mate van behoefte: weinig > veel

- Hoge zoetwatervraag
- Verhoogde waterkwaliteit
- Verhoogde gevoeligheid voor peilfluctuatie



Landgebruiksvormen

- energieproductie
- veenmosveen
- kroosvaren
- wilde rijst
- lisdodde
- cranberry
- olifantgras
- wilgen
- moerasnatuur
- natuurinclusieve melkveehouderij met drainage
- agroforestry
- intensieve melkveehouderij
- natuurgebied
- boomgaard
- akkerbouw
- horticultuur
- veenwinning
- open water

SCENARIO (BIO)DIVERSITEIT

"gedifferentieerd landschap door keuzevrijheid"

Wanneer er stevig gestuurd wordt op een maximale reductie van bodemdaling, en tegelijkertijd gezocht wordt naar een vitale toekomst van de landbouw in het Groene Hart ontstaat een scenario met - binnen de kaders van een maximale reductie van CO2-uitstoot - een bandbreedte aan diverse landgebruiksvormen. Dit biedt een grote keuzevrijheid voor individuele ondernemers wat leidt tot een diversiteit aan bedrijfstypen en daarmee een gedifferentieerd landschap. Opvallend is dat juist in dit scenario de diversiteit in grondslag het beste beleefbaar wordt.

Dit scenario betekent voor het Groene Hart:

- Areaal melkveehouderij neemt af ten aanzien van een toename aan de productie van nieuwe natte teelten.
- Toename van natuurinclusieve en meer circulaire vormen van melkveehouderij
- Optimaal waterpeil voor een maximale reductie van de totale emissie van CO2-equivalenten (incl. methaan en lachgas) resulteert in een actief peilopzet
- Veel keuzevrijheid in landgebruiksvormen voor agrarische ondernemers resulteert in een gedifferentieerd landschap met een hoge biodiversiteit

‘WATERRESERVOIR TIENDWEG’

WATERRESERVOIR MET ECOLOGISCHE EN RECREATIEVE WAARDE

ACTIEF PEILOPZET - NATTE TEELTEN - ENERGIEPRODUCTIE - NATUURINCLUSIEVE VEEHOUDERIJ

ECOLOGISCHE OEVER - HUIDIGE TIENDWEG

WATERINLAAT ONDER VRIJ VERVAL VANUIT WATERRESERVOIR IN INDIVIDUELE EN/OF HET COLLECTIEF VAN KAVELS

kwalitatieve benadering

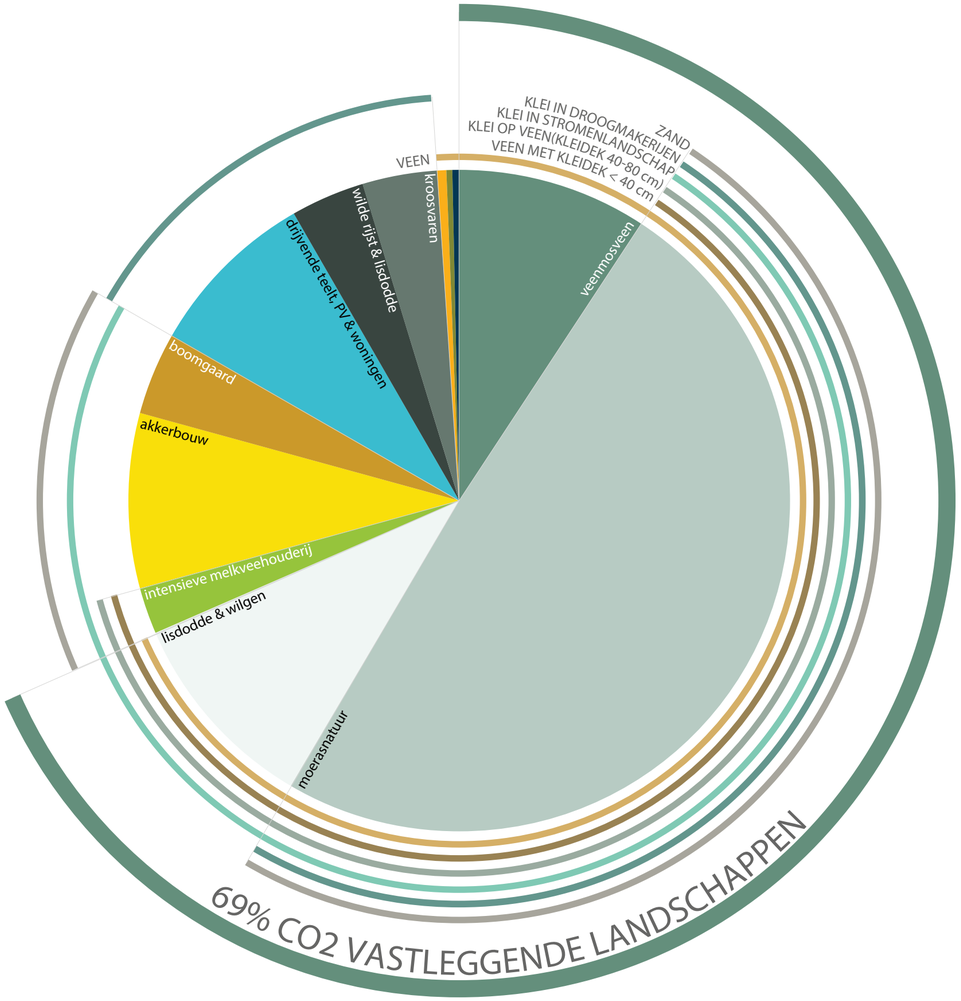
EFFECTEN OP INDICATOREN

Consequenties problematiek
in mate van aanwezigheid: weinig > veel

- Stop bodemdaling
- Stop CO2-emissie (uit veen)
- Stop CO2-emissie (totaal)
- Reductie CH4-emissie (uit veen)
- Hoge reductie CH4-emissie (totaal)
- Hoge reductie verzilting
- Sterke afname gevoeligheid droogte

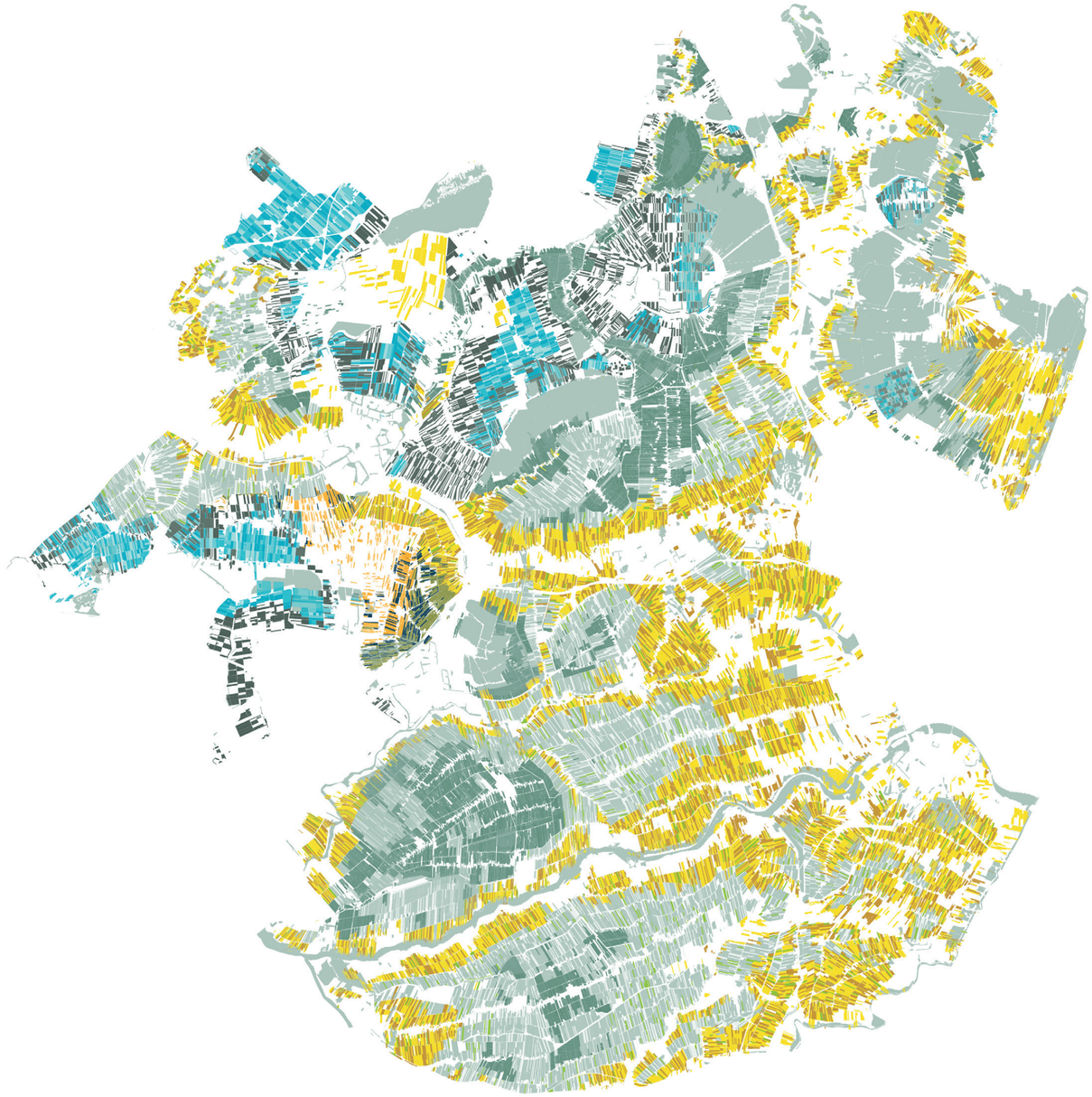
Randvoorwaarden landgebruik
in mate van behoefte: weinig > veel

- Hoge zoetwatervraag
- Hoge waterkwaliteit
- Hoge gevoeligheid voor peilfluctuatie



Landgebruiksvormen

- veenmosveen
- moerasnatuur
- lisdodde en wilgen
- intensieve melkveehouderij
- akkerbouw
- boomgaard
- drijvende teelt, PV-panelen, 'drijvende' woningen
- wilde rijst en lisdodde
- kroosvaren
- horticultuur
- veenwinning
- open water



SCENARIO CO2-POSITIEF

"waar het veen weer groeit"

Met de invoering van een CO2-tax, die overeenkomt met de werkelijke kosten van de uitstoot van CO2, wordt het opslaan van CO2 rendabel en kost het uitstoten ervan te veel geld om het huidige landbouwkundige systeem te behouden. Dit resulteert in een actief peilopzet met een optimale balans van broeikasgassen, een sterke afname van de melkveehouderij (in verband met een sterke methaan-uitstoot), een extreme toename in de productie van nieuwe natte teelten en akkerbouw, robuuste natuur en veengroei. In de veenkernen wordt ingezet op de groei van veenmos, waardoor bodemdaling stopt en het veen weer groeit. De ontwikkeling van moerasnatuur neemt i.v.m. de methaanuitstoot minder toe dan in het (bio)diversiteitsscenario.

Dit scenario betekent voor het Groene Hart:

- CO2 opslag door groei van veenmos, riet en wilgen
- Adaptieve of natuurinclusieve landbouw met optimale balans in CO2 equivalenten
- Vrijwel geen (melk)veehouderij meer
- Nieuwe ruimtelijke dimensies van open- en beslotenheid door de toename van opgaande gewassen.

‘WAAR HET VEEN WEER GROEIT’

GROEI VAN VEENMOS | OPSLAG VAN KOOLSTOF

PALUDICULTUREN IN COMBINATIE MET ENERGIEPRODUCTIE

NIEUWE KADE - INLAAT VAN GEZUIVERD REGENWATER

VLOEIVELDEN MET PALUDICULTUREN

TOENEMENDE WATERVRAAG

voldoende, moment, plek en kwaliteit

Uit bestaande experimenten en metingen weten we dat om bodemdaling te voorkomen, de watervraag verder toe zal nemen dan de nu al bekende 20% tot 2050. Ook weten we dat de watertoevoer niet altijd stabiel zal zijn. Om west-Nederland toch te kunnen voorzien van voldoende water, moet nagedacht worden over een systeem waarbij water voldoende, op het juiste moment en op de juiste plek aanwezig is met de juiste kwaliteit. Deze puzzel laat weinig te kiezen over: er moet zowel nagedacht worden over een robuuste oostelijke wateraanvoer, als zo veel mogelijk seizoens- en piekberging in het gebied zelf, zodat er in perioden van droogte een appeltje voor de dorst is. Als laatste moet er nagedacht worden over adaptatie: wat kunnen we doen om het gebied vitaal te houden wanneer het peil verder dan wenselijk uitzakt?

Op dit moment wordt onderzocht of het mogelijk is de watervoorziening voor West-Nederland meer naar het oosten toe te schuiven. Het Amsterdam-Rijnkanaal zou daarbij de belangrijkste watertoevoer worden, waarbij vanuit een serie inlaten het Groene Hart (behalve de Alblasserwaard, waar ook de inlaten meer stroomopwaarts komen te liggen) van water wordt voorzien. Hiermee is in de meeste jaren, ook in tijden van droogte, voldoende zoetwater beschikbaar om aan de toenemende watervraag te voldoen. Toch zal het voor komen dat de toevoer van zoetwater te laag is om in de behoefte te voorzien: extreme droogte leidt tot een grotere vraag, terwijl de aanvoer juist lager is.

Om de inlaat van gebiedsvreemd water te beperken en om in tijden van grote droogte een buffer te hebben, is het van belang zoveel mogelijk water te bergen in het gebied. In veengebieden zelf kan dit in de bodem, door de aanleg van extra sloten en in buffers. Daarnaast spelen de overgangen van hoog naar laag een rol: hier kan water onder vrij verval naartoe gebracht worden, om later ingelaten te worden in lager gelegen gebieden. Dit kan bijvoorbeeld op oeverwallen, en op de randen van de droogmakerijen.

In gebieden waar de bodem het toelaat kan nagedacht worden over bedrijfsvormen die om kunnen gaan met incidentele droogte om zo water te besparen. Dit speelt vooral in kleigebieden waar droogte geen grote invloed heeft op bodemdaling. Het is daarom verstandig om in de droogmakerijen bijvoorbeeld meer zouttolerante gewassen te telen. Ook kan nagedacht worden over natuurtypen, welke misschien minder zeldzame soorten herbergen, maar meer bestand zijn tegen peilfluctuaties. Natuur kan op die manier ook ingezet worden als waterbuffer.

zoetwatervoorziening

SLIMMERE TOEVOER
MEER BUFFER, MINDER VERBRUIK

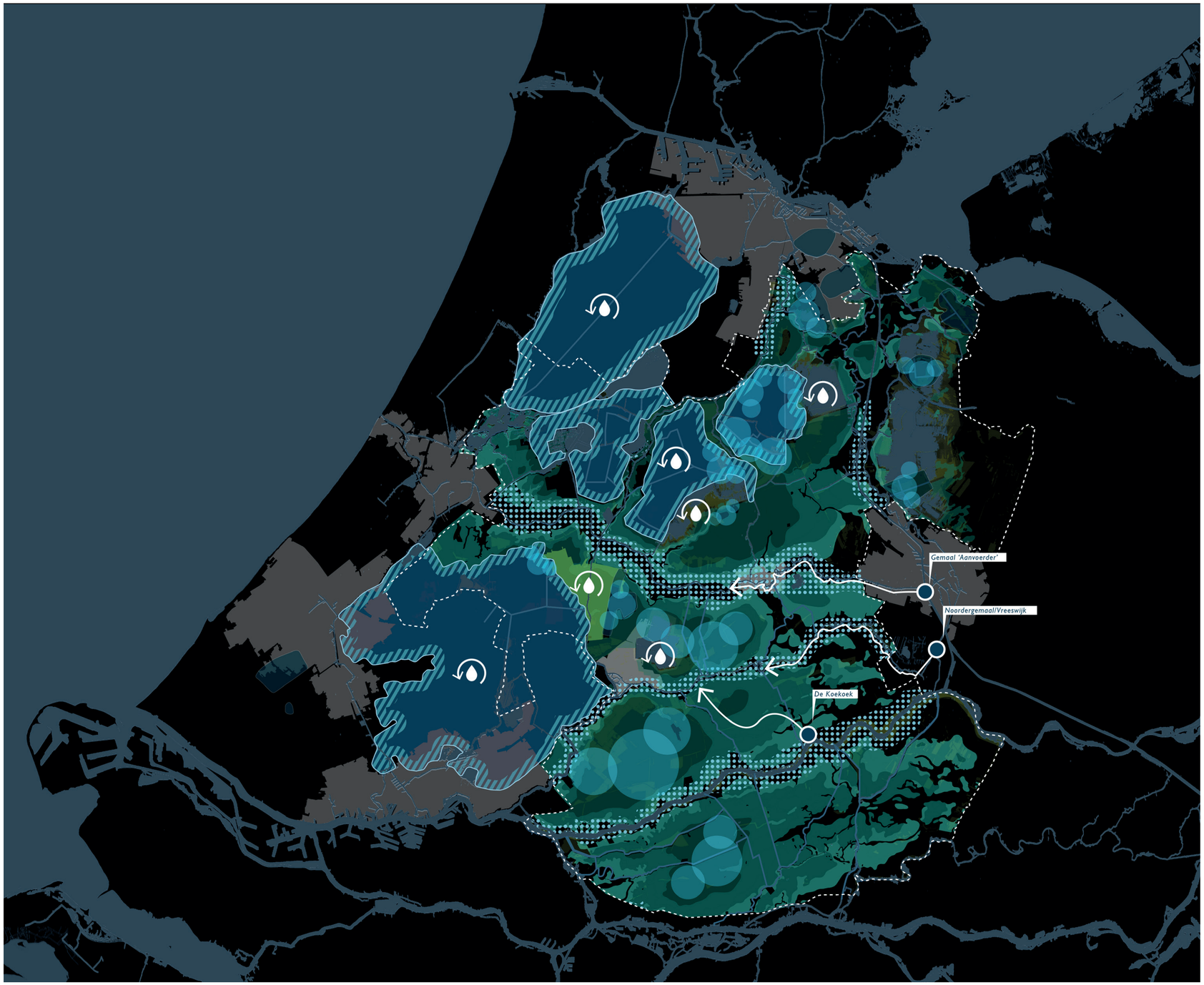
Er moet voldoende water op het juiste moment, van de juiste kwaliteit op de juiste plek aanwezig zijn. Om dat voor elkaar te krijgen is een breed pakket aan bouwstenen nodig om 1. Een permanente oostelijke watertoevoer te organiseren, 2. Water te bufferen op de overgangen van hoog naar laag, vooral op de oeverwallen en meer water te bufferen in de veenbodem en 3. Zorgen dat de droogmakerijen een lagere watervraag hebben door adaptief peilbeheer en lokale buffering.

huidige zoetwater aanvoer

Op dit moment wordt op een groot aantal plekken in het Groene Hart water ingelaten. Op deze manier hebben verschillende gebieden hun eigen zoetwaterbron. Het inlaatpunt bij Gouda laat water in voor een groot deel van Rijnland.

problematiek bij droogte

Wanneer er minder rivierwatertoevoer is, kan het zeewater oprukken naar het oosten. Hierdoor kunnen een aantal gemalen geen water van voldoende kwaliteit meer inlaten. Terwijl juist bij droogte de verzilting toeneemt, wat vooral een probleem is voor akkergewassen.



N

meter

0 5000 10000 15000

Watertoevoer
- Bovenstroomse waterinlaat

Waterbuffering
- Buffering in droogmakerij
- Buffering op oeverwallen
- Buffering in veengebieden
- Veenontwikkeling

Verminderen watervraag
- Droogmakerij houdt eigen broek op
- Circulaire tuinbouw
- Steden bufferen waar nodig
- Zelfvoorzienend watersysteem

LANDSCHAPSVORMENDE BOUWSTENEN

waterhuishoudkundig instrumentaria met gebruik van cultuurhistorische landschapselementen

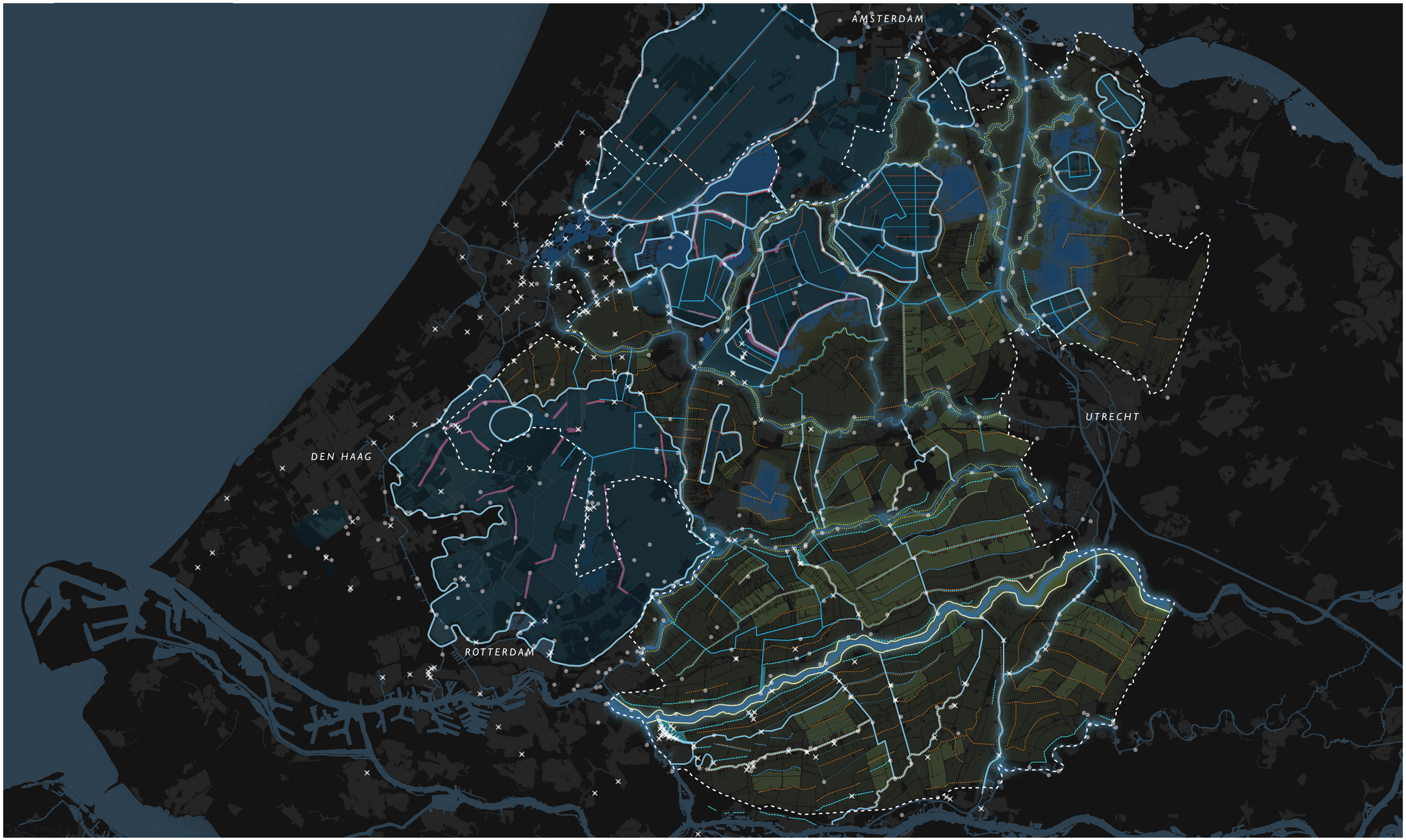
Tiendwegen, molenweteringen, kades, ringdijken, hoge boezems, weteringen, vaarten; het Groene Hart ligt vol met relicten uit de tijd van de ontginning van het landschap, die op dit moment niet of nauwelijks nog in gebruik zijn. Zoals hiervoor beschreven moet worden nagedacht op welke wijze we het Groene Hart kunnen voorzien van voldoende water waarbij water voldoende, op het juiste moment en op de juiste plek aanwezig is met de juiste kwaliteit. Hierbij moet naast een robuuste oostelijke wateraanvoer, zoveel als mogelijk in het gebied zelf water worden vastgehouden in de bodem, in sloten en vaarten en in seizoens- en piekbuffers.

De aanwezige cultuurhistorische landschapselementen kunnen worden gebruikt en gerevitaliseerd om water naar de juiste plek toe te transporteren en water op de juiste plek te bufferen. Zo kunnen kades ingezet worden om water naar diepere delen van de polder te brengen, kunnen tiendwegen ingezet worden als lineaire structuren die water vasthouden voor seizoensberging, kunnen hoge boezems en zandwinplassen worden ingezet als seizoens- en piekberging en zijn nieuwe structuren bedacht waarmee de bestaande woningen en infrastructuur beschermd worden voor een verdere schade door bodemdaling. Door de cultuurhistorische landschapselementen als handvatten te zien en op basis hiervan landschapsvormende bouwstenen als waterhuishoudkundig instrumentaria te ontwikkelen behoud het Groene Hart haar unieke historische karakter en zijn actualiteit voor de toekomst.

CULTUURHISTORISCHE LANDSCHAPSELEMENTEN

Overzicht van de in de huidige situatie aanwezige cultuurhistorische landschapselementen in het Groene Hart. De elementen kunnen worden gebruikt en gerevitaliseerd om water naar de juiste plek te transporteren en water op de juiste plek te bufferen en vormen de basis voor de ontwikkelde landschapsvormende bouwstenen.

DEN HAAG 52°07'N - 4°30'O



UTRECHT 52°09'N - 5°12'O

ROTTERDAM 51°91'N - 4°43'O

N

meter

0 5000 10000 15000

legenda
- grens Groene Hart
- molen
- bovenlanden
- plassenlandschap

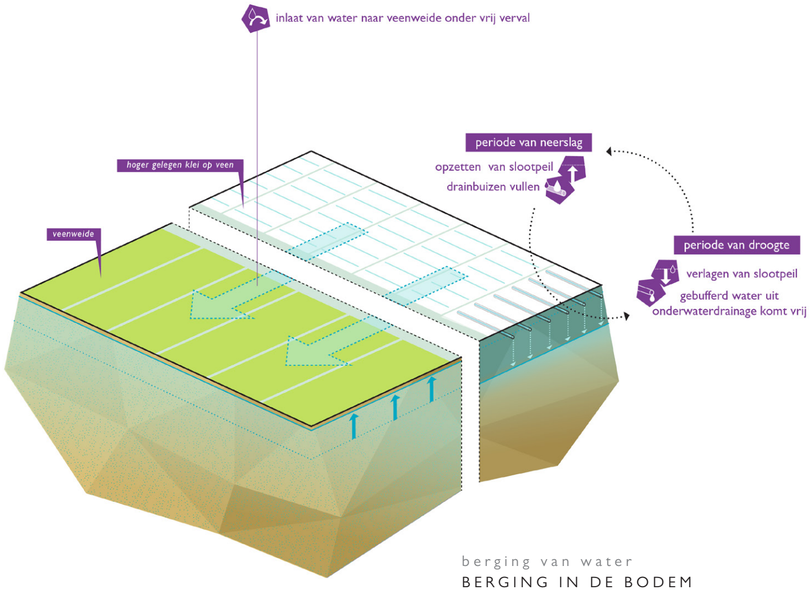
droogmakerij
- ringdijk
- hoofdtocht
- tocht
- bebouwing

veenweide
- boezem
- vliet
- hoge boezem
- bebouwing
- cope verkaveling
- tiendweg
- kade

stromenlandschap
- dijk
- uiterwaarde
- bebouwing

LANDSCHAPSVORMENDE BOUWSTENEN ALS WATERHUISHOUDKUNDIG INSTRUMENTARIA

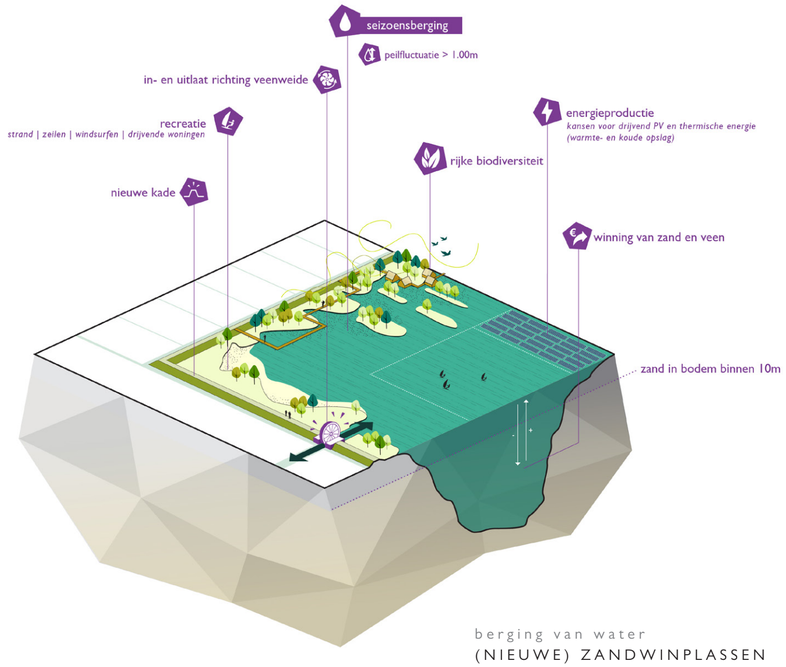
faciliteren van nieuwe landgebruiksvormen



berging van water

BERGING IN DE BODEM

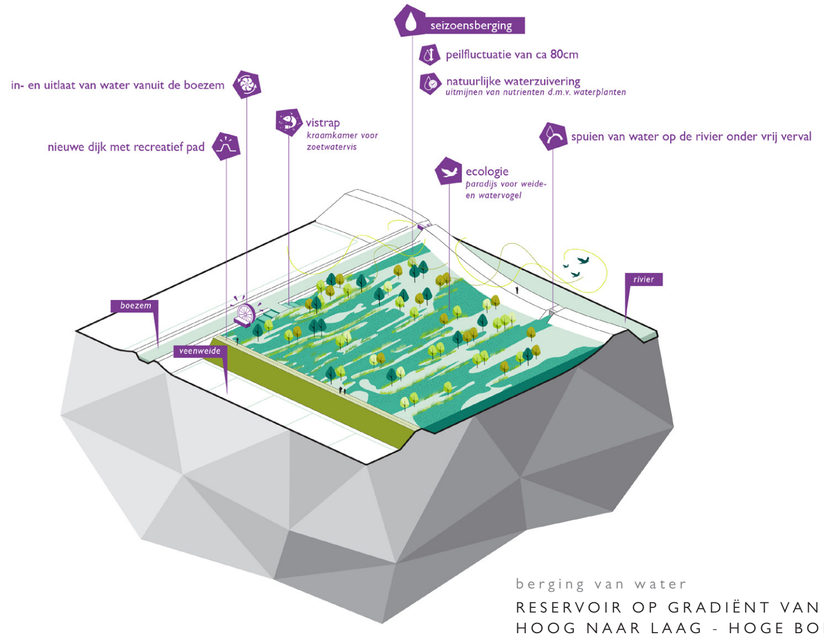
Het bergen van water in de klei-op-veenbodem met de inzet van drainage. Bij droogte wordt water onder vrij verval richting de lager gelegen veenweide getransporteerd.



berging van water

(NIEUWE) ZANDWINPLASSEN

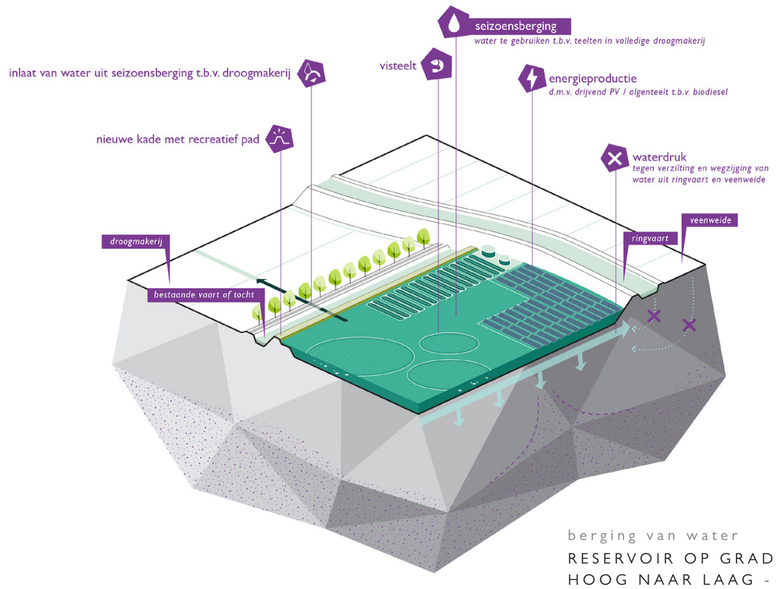
Gebruik van (nieuwe)zandwinplassen waar grote peilfluctuaties - en dus veel berging - mogelijk zijn. Bijproduct is de winning van zand en veen, versterking van de recreatie en biodiversiteit en energieproductie.



berging van water

RESERVOIR OP GRADIËNT VAN HOOG NAAR LAAG - HOGE BOEZEM

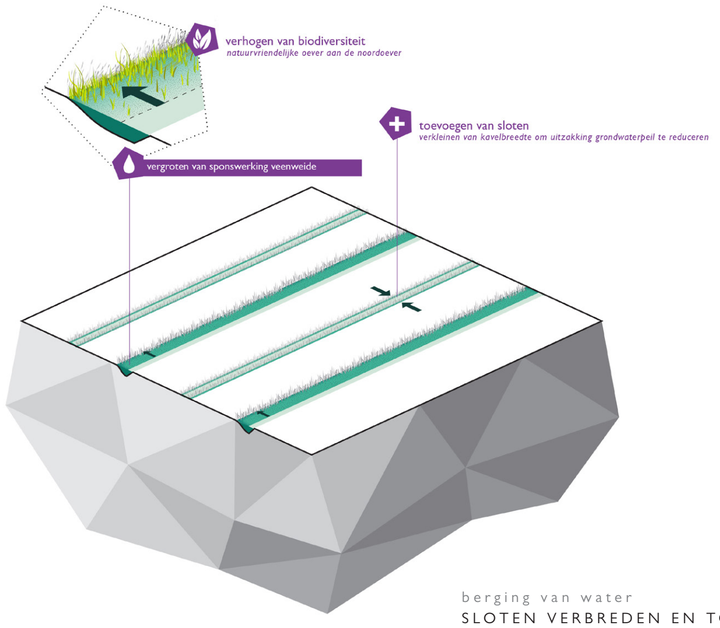
Een hoge boezem als seizoensbuffer met een natuurontwikkeling als kraamkamer voor de zoetwatervis en paradijs voor de weide- en watervogel.



berging van water

RESERVOIR OP GRADIËNT VAN HOOG NAAR LAAG - IN DE DROOGMAKERIJEN

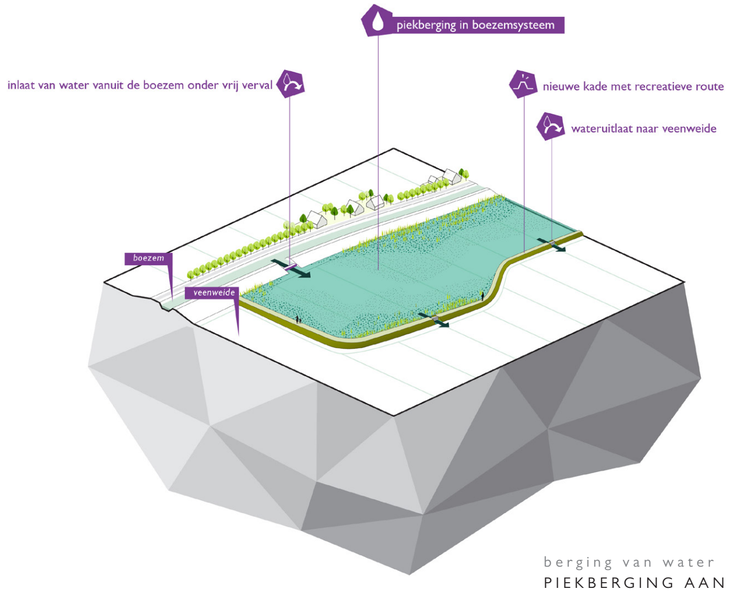
Reservoir op de randen van de droogmakerijen als seizoensberging van water in de combinatie met de productie van natte teelten en aquacultuur.



berging van water

SLOTEN VERBREDEN EN TOEVOEGEN

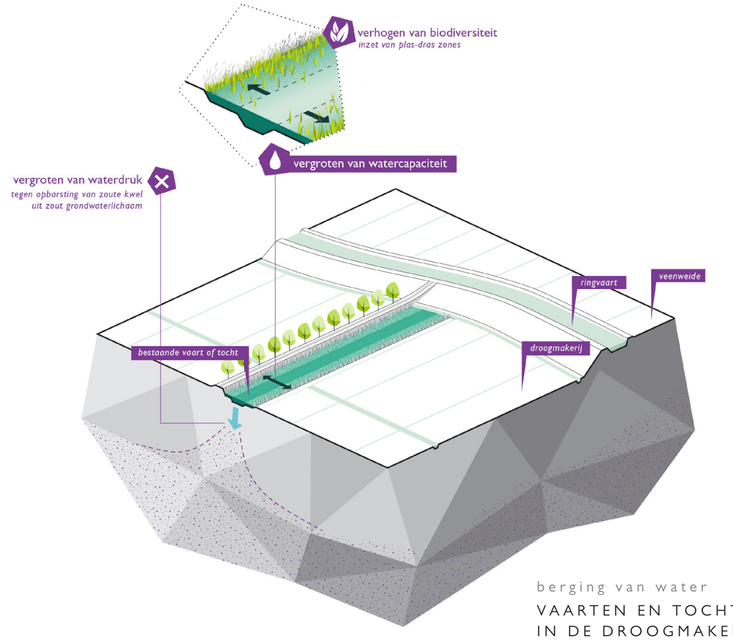
Huidige sloten verbreden van sloten en bestaande kavels versmallen door het toevoegen van nieuwe sloten met een versterking van de biodiversiteit door het ontwikkelen van ecologische oevers.



berging van water

PIEKBERGING AAN DE BOEZEM

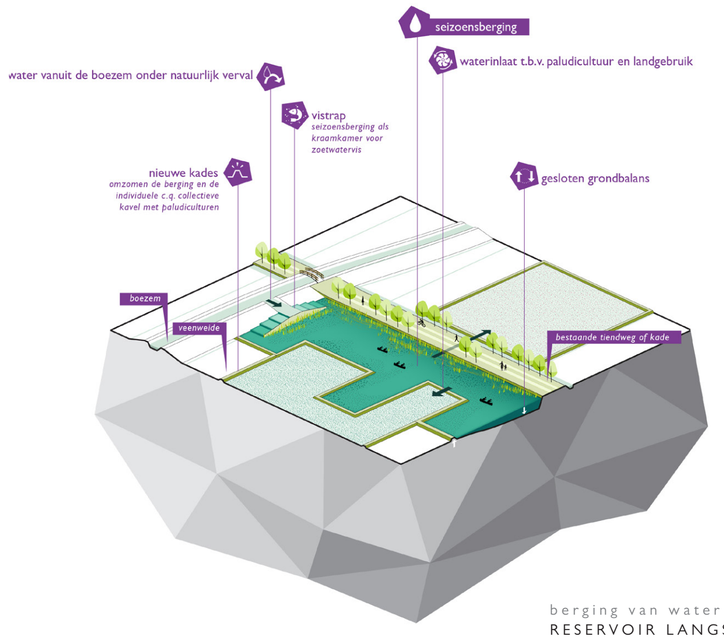
Ruimte voor de boezem door het ontwikkelen van seizoensberging waarbij water onder vrij verval vanuit de boezem kan worden ingelaten en in tijden van droogte kan worden ingezet ten behoeve van het vernatten van de veenweide.



berging van water

VAARTEN EN TOCHTEN VERBREDEN IN DE DROOGMAKERIJEN

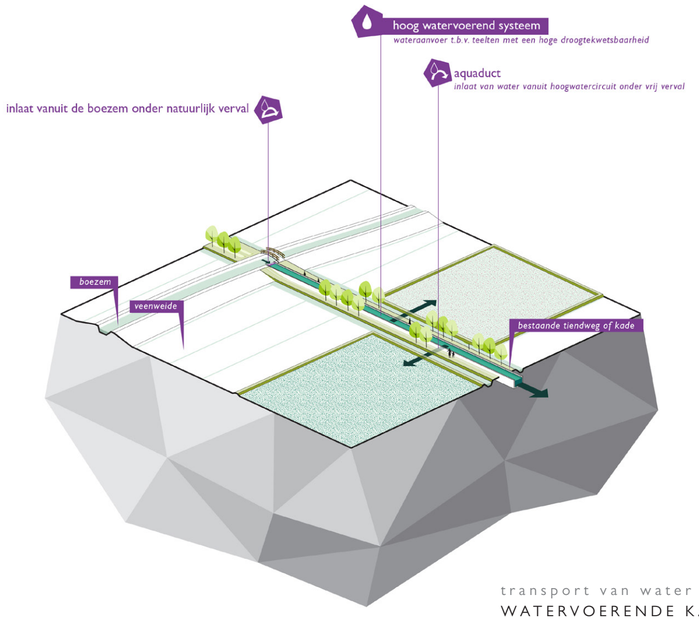
Vergroten van de waterdruk tegen opbarsting van zoute kwel in de droogmakerijen door bestaande vaarten en tochten te verbreden en te voorzien van ecologische kwaliteiten.



berging van water

RESERVOIR LANGS DE TIENDWEG OF KADE

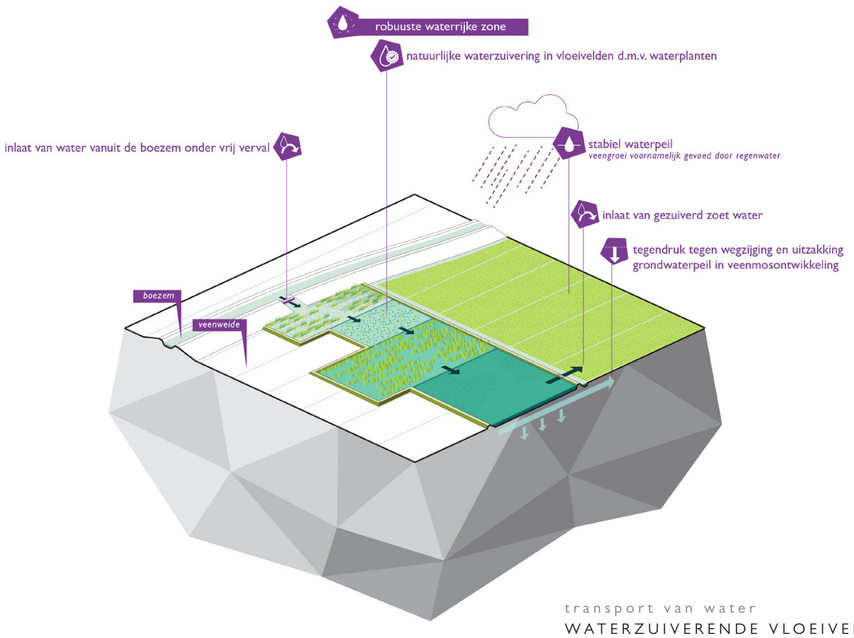
Gebruik van de bestaande tiendweg of kade voor het realiseren van een seizoensbuffer als kraamkamer voor de zoetwatervis met een hoge ecologische en recreatieve waarde, opgespannen tussen twee boezems. Inlaat van water onder vrij verval in veenweide.



transport van water

WATERVOERENDE KADE

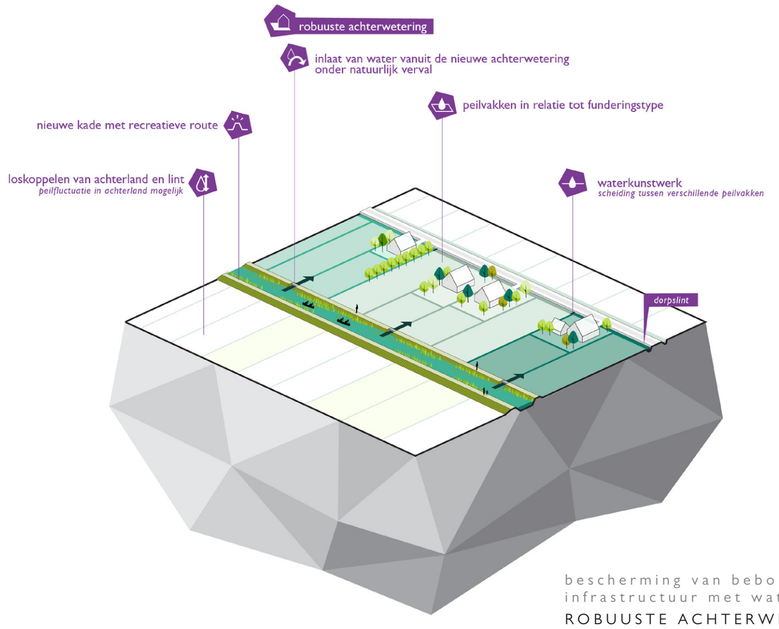
Gebruik van een bestaande kade om water op de juiste plek in het landschap te krijgen. Opgespannen tussen twee boezems met inlaat van water onder vrij verval in individuele en/of het collectief van kavels.



transport van water

WATERZUIVERENDE VLOEIVELDEN

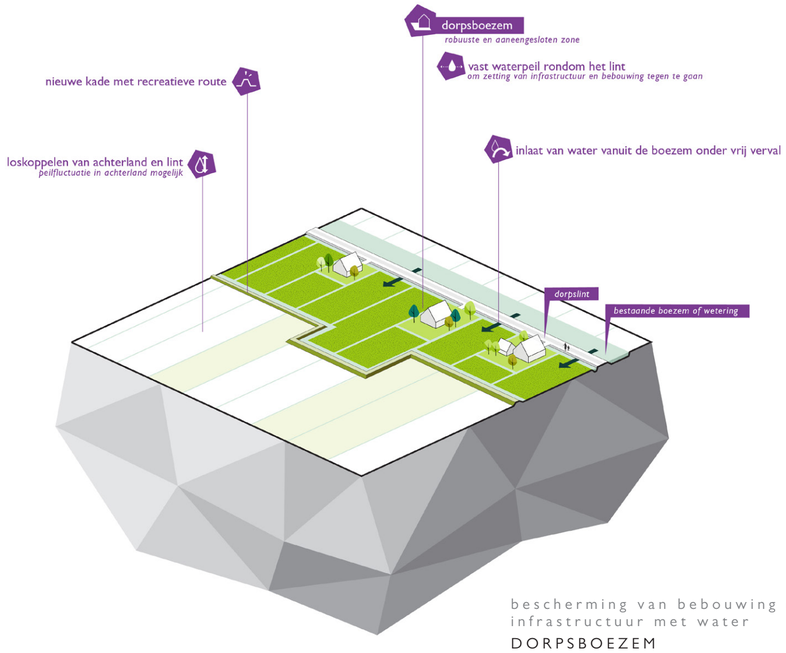
Waterzuiverende vloeivelden als intermediair tussen de door regen gevoede veenmos ontwikkeling en het agrarisch landgebruik. Vloeivelden voorkomen wegzijging en uitzakking van grondwaterpeil en zuiveren afstromend regenwater voor gebruik.



bescherming van bebouwing en infrastructuur met water

ROBUUSTE ACHTERWETERING

Watervoerend circuit ter bescherming van bestaande bebouwing, met elk een eigen fundering en bijbehorend benodigd peil, en infrastructuur tegen de schade door bodemdaling.



bescherming van bebouwing en infrastructuur met water

DORPSBOEZEM

Robuust en aaneengesloten boezemsysteem met eigen peilvak en gefixeerd waterpeil ter bescherming van bebouwing, met een eenduidige fundering, en infrastructuur tegen schade door bodemdaling.

huidig landschapsbeeld van het Groene Hart

VAN EEN MONOFUNCTIONEEL EN INTENSIEF LANDSCHAP

DEN HAAG 52°07'N - 4°30'O

UTRECHT 52°09'N - 5°12'O

ROTTERDAM 51°91'N - 4°43'O

GORINCHEM 51°83'N - 4°97'O

N

meter

0 5000 10000 15000

toekomstperspectief van het Groene Hart in 2050

NAAR EEN GEDIFFERENTIEERD, BIODIVERS EN CO2-POSITIEF LANDSCHAP

DEN HAAG 52°07'N - 4°30'O

UTRECHT 52°09'N - 5°12'O

ROTTERDAM 51°91'N - 4°43'O

GORINCHEM 51°83'N - 4°97'O

N

meter

0 5000 10000 15000

CONCLUSIES

RUIMTELIJKE KWALITEIT BLIJFT, ER ONTSTAAN KANSEN VOOR VERSTERKING

De verandering van het landgebruik in het Groene Hart past in de al eeuwen durende trage transformatie van het gebied die samenhangt met ontginning en bodemdaling. De structuren, openheid en het groene karakter blijven grotendeels in tact. Tegelijkertijd ontstaat er meer leesbaarheid en afwisseling in het landschapsbeeld, waarbij contrasten tussen grootschalige veengebieden en kleinschalige oeverwallen toeneemt. Hierdoor neemt ook de recreatieve aantrekkelijkheid toe. Het toepassen van de bouwstenen vergroot bovendien de kansen voor een fijnmaziger recreatief netwerk. De robuuste achterweteringen kunnen bijvoorbeeld gekoppeld worden aan prettige langzaamverkeersverbindingen die de hoofdwegen ontlasten.

TOENEMENDE WATERVRAAG

Het hete hangijzer in de omgang met bodemdaling is de toenemende watervraag. Zonder gewijzigd beleid zal door klimaatverandering de watervraag flink toenemen. In alle scenario's waarin CO2 uitstoot en bodemdaling aangepakt worden, neemt de watervraag nog sterker toe. Wateraanvoer, -buffering en adaptatie vormen de uitdaging om bodemdaling te reduceren. De geformuleerde principes – slimmere aanvoer, beter bergen en vraagreductie – waar de bouwstenen op gebaseerd zijn, staan. Wel moet verder onderzocht worden waar en in welke kwantiteit deze watervraag zich manifesteert – dit bepaalt de benodigde schaal en toepassing van de waterbouwstenen.

HOGER PEIL IS NIET ALTIJD HET BESTE

In de discussie over transformatie van het waterbeheer wordt vaak gesproken over het zo hoog mogelijk opzetten van het waterpeil om bodemdaling te stoppen en CO2 uitstoot te reduceren. Onder water ontstaan echter ook broeikasgassen, methaan en lachgas. Daarom is een waterpeil op maaiveld in veel gevallen niet het meest optimaal om de uitstoot van Co2 equivalenten tegen te gaan. Wanneer een hoog peil wordt gecombineerd met de aangroei van veen, levert dit wel een positief resultaat op. Omdat de situatie overal anders is, zelfs bij een gelijk bodemtype, is het moeilijk een algemene balans te vinden tussen minder CO2 uitstoot en de uitstoot van methaan en lachgas.

ECONOMISCHE HAALBAARHEID TOEKOMSTBESTENDIGE BEDRIJVEN

Op basis van het onderzoek van Wageningen Economic Research is te concluderen dat vormen van landbouw waarin de landgebruiksvormen die bodemdaling reduceren toegepast zijn, een levensvatbaar economisch bedrijfsmodel op kunnen leveren. Hierbij zijn kanttekeningen te maken – zo zijn transformatiekosten niet meegenomen, en is er soms afhankelijkheid van een vergoeding voor maatschappelijke diensten. Toch zijn de uitkomsten belangrijk, omdat het aangeeft dat een transformatie op termijn een economisch vitaal en levensvatbaar landschap op kan leveren.

HOGERE AMBITIE NODIG OM KLAAR TE ZIJN VOOR 2030

Met het klimaatakkoord is afgesproken de uitstoot van CO2 equivalenten die door ontwatering in het veen uitgestoten wordt tot 2030 met circa 25% te verminderen. Dit lijkt te realiseren met onderwaterdrainage en andere oplossingen die het huidige landgebruik faciliteren. Om te voorkomen dat de reductie in uitstoot tot stilstand komt in de periode tot 2050 moet er nu al gezocht worden naar ambitieuzere alternatieven om zeker te zijn dat tegen 2030 de hele keten van financiering, productie, oogst en afnemers op poten staat. Daarom moet er nu al geëxperimenteerd worden met deze nieuwe vormen van landbouw. Dit kan bijvoorbeeld door in gebieden met een specifiek bodemtype waar drainage onvoldoende effect heeft of niet nodig is, nieuwe vormen van landgebruik alvast middels een pilot te testen;

SAMENHANG TUSSEN CO2 UITSTOOT UIT HET VEEN EN UIT DE LANDBOUW

In dit ontwerpend onderzoek is niet gekeken naar indirecte effecten op CO2eq uitstoot door veranderend landgebruik. Toch kan er een stapeleffect optreden, omdat de veehouderij een sterke methaanuitstoot heeft. Meer ruimte voor alternatieven van melkveehouderij betekent dus niet alleen minder CO2 uitstoot uit de bodem, maar ook minder emissies door de landbouw. Anderzijds kunnen andere vormen van landgebruik ook weer invloed hebben op de uitstoot, bijvoorbeeld wanneer biomassa geoogst en getransporteerd moet worden.

DE KORREL IS CRUCIAAL

Op welk schaalniveau wordt de transformatie ingezet? De bedrijfsmodellen hangen deels samen met een bepaald waterpeil. Het is niet praktisch om ieder bedrijf een eigen waterpeil te geven, waardoor een volledige keuzevrijheid voor agrariërs lastig is te bereiken: op een gegeven moment zal 'omgegaan' moeten worden door de achterblijvers in een bepaald gebied. Een vervolgvraag is de korrelgrootte van de transformatie: per bedrijf, peilvak, polder of nog groter?

WAT ZEGGEN DE EXPERTS

'Het Ontwerpend onderzoek Groene Hart laat zien dat aanpak van bodemdaling complex is en niet versimpeld kan en mag worden tot de boel onder water zetten. Er zal verandering in het grondgebruik zijn, soms op het oog subtiel met nog steeds koeien in de wei, soms ingrijpender. Maar er zijn bijvoorbeeld ook aanpassingen aan het watersysteem nodig, om aan de watervraag die met vernatting gepaard gaat te voldoen. Zowel deze 'XL-studie' als de deeluitwerkingen laten gelukkig zien dat er breed scala aan systeemoplossingen is, die recht doen aan de grote diversiteit binnen de veenweidengebieden.'

ERIK JANSEN, VEENWEIDE INNOVATIE CENTRUM

'De aanpak van de bodemdaling in het Groene Hart vereist een gebiedsgerichte aanpak, waarbij de grondsoort in het gebied centraal staat. Het vereist tevens een palet aan peilstrategieën, variërend van onderwaterdrainage tot peilfixatie en/of actieve vernatting. Per gebied zal bekeken moeten worden wat de beste combinatie van strategieën is. Actieve vernatting leidt tot andere en meer gedifferentieerde bedrijfssystemen in de landbouw van het Groene Hart. Die modellen zijn in bedrijfseconomische zin zeker kansrijk om verder uit te werken en te implementeren.'

THEO VOGELZANG, WAGENINGEN ECONOMIC RESEARCH

'Een combinatie deskundigen van waterbeheer, bodemdaling, landbouw economie, planologen en ontwerpers komt tot oplossingen die anders niet in beeld komen. De combinatie van opgaven en benaderingen heeft niet tot verstikking geleid maar juist een wenkend perspectief opgeleverd vooral door de gepresenteerde landbouw bedrijfsmodellen.'

DOLF KERN, HOOGHEEMRAADSCHAP RIJNLAND

"Een logische insteek om bodemdaling en broeikasgasemisssies te reduceren is 'waterpeil volgt bodemopbouw'. Maar deze insteek heeft een grote impact op het landschap en het huidig landgebruik door de melkveehouderij. Want het vigerende principe 'peil volgt functie', is gericht op een 'optimale' bedrijfsvoering van de melkveehouderij. De ambitie is goed, maar laten we de tijd nemen voor deze grote verandering. Ik ben dan ook blij met de andere variant (tussenstap) uit het ontwerpatelier, waarbij is onderzocht welk resultaat haalbaar is met het huidig landgebruik."

EDWIN TER HENNEPE, WATERNET

BIJLAGE 1: VERANTWOORDING VAN DE ECONOMISCHE RESULTATEN

Wageningen Economic Research

B1. INLEIDING

In het rapport worden diverse ontwikkelingsrichtingen besproken. In het onderzoek is getracht op de volgende vragen antwoord te vinden:

- Welke duurzame bedrijfssystemen kunnen aan de maatschappelijke wensen te voldoen?
- Welke landbouwkundige prestaties kunnen per systeem worden verwacht?
- Welke duurzaamheidsresultaten kunnen per systeem worden verwacht?
- Welke economische resultaten kunnen per systeem worden verwacht?

Deze bijlage geeft een beknopte verantwoording van de gekozen bedrijfssystemen, de aanpak van het onderzoek, de gevolgde methode en economische resultaten.

B2. BEDRIJFSSYSTEMEN

In onderstaande tabel zijn de verschillende bedrijfssystemen met hun globale karakteristieken weergegeven:

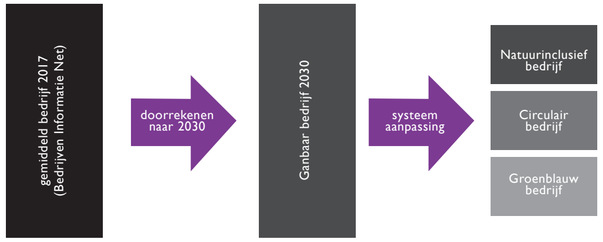
	GANGBAAR	NATUURINCLUSIEF	CIRCULAIR	GROEN/BLAUW
		MELKVEEHOUDERIJ		
MOTTO	op de oude voet doorgaan	melkproductie in samenwerking met de natuur	intensieve melkveehouderij gebaseerd op natte teelten	van melkvee naar natte teelten, natuur en zonneweiden
GEVOLGEN BOER				
melkproductie / ha	meer	halvering	veel hoger	geen
mestafzet	veel	geen	geen	geen
voeraankoop	veel	geen	samen met akkerbouw	geen
overige		biologisch	ingrijpende systeemaanpassing	ingrijpende systeemaanpassing
GEVOLGEN MAATSCHAPPIJ				
broeikasgassen	continuering	minder	veel minder	veel minder
bodemdaling	continuering	minder	geen	geen
biodiversiteit	achteruitgang	verbetering	verbetering	verbetering
landschap	aantasting	aantrekkelijker	grote veranderingen	grote veranderingen
verkeersbewegingen	meer	veel minder	meer	minder
waterkwaliteit	geen verandering	verbetering	onbekend	onbekend
		AKKERBOUW		
MOTTO	op de oude voet doorgaan	biodiversiteit door combinatie van teelt en natuur		van traditionele akkerbouw naar natte teelten, natuur en zonneweiden
GEVOLGEN BOER				
intensiteit	onveranderd	minder dan gangbaar		n.v.t.
bodemstructuur	geen verbetering	geen		n.v.t.
bodemgezondheid	geen verbetering	minder		n.v.t
overige	sterke punten blijven benutten	strokenteelt en ziltresistente teelten		ingrijpende systeemverandering
GEVOLGEN MAATSCHAPPIJ				
biodiversiteit	geen verbetering	verbetering		grote veranderingen
gewasbescherming	geen verbetering	minder gebruik		vermindering
landschap	geen verandering	verandering		grote veranderingen
verkeersbewegingen	geen verandering	geen verandering		vermindering
waterkwaliteit	geen verbetering	verbetering		onbekend

B3. AANPAK

Vanuit een voorbeeldbedrijf in de huidige situatie zijn verschillende ontwikkelingsrichtingen tot 2030 gesimuleerd, waarbij bij iedere richting de daarbij behorende specifieke kosten en opbrengsten zijn berekend, steeds uitgaande van de daadwerkelijke technische en financiële resultaten van de case in het jaar 2017.

Er zijn twee voorbeeldbedrijven geconstrueerd vanuit het Bedrijven Informatienet (BIN, 2017) van Wageningen Economic Research: een melkveebedrijf op veengrond en een akkerbouwbedrijf op kleigrond, die elk typerend zijn voor de regio.

In onderstaande tabel zijn de verschillende bedrijfssystemen met hun globale karakteristieken weergegeven. Voor het melkveebedrijf zijn alle genoemde ontwikkelingsrichtingen gesimuleerd, voor het akkerbouwbedrijf ontbreekt het circulaire bedrijf.



B4. MELKVEEBEDRIJF

Uit het Bedrijven Informatienet (2017) is een dertiental bedrijven geselecteerd, dat voldoet aan de volgende voorwaarden:

- Gespecialiseerd melkveebedrijf
- Gangbare bedrijfsvoering
- Gelegen in Zuid-Holland, aangevuld met Noord-Holland en Utrecht
- Geen neventak intensieve veehouderij
- Oppervlakte cultuurgrond: tussen 15 en 150 ha
- Veebezetting: tussen 0.5 en 3.5 melkkoeien per ha
- Hoofdgrondsoort: veen
- Maximaal 1.500 euro neveninkomsten per ha.

Het gemiddelde van deze 13 bedrijven is beschouwd als een doorsnee melkveebedrijf in het Veenweidegebied van het Groene Hart en fungeert in dit rapport als case. Het bedrijf produceerde in 2017 780.000 kg melk met 95 melkkoeien en had een oppervlakte van 54 ha cultuurgrond.

Ontwikkelingsrichting Gangbaar

Het bedrijf continueert de ontwikkelingslijnen van de afgelopen jaren: schaalvergroting, intensivering, Een groeiend deel van de voedermiddelen wordt van elders betrokken en de mest, die niet op het eigen bedrijf kan worden afgevoerd. Het bedrijf groeit naar 65 ha, waarop een productie wordt gerealiseerd van 1.150.000 kg melk. De geldopbrengsten komen uit op 513 k€, waarvan 413 k€ uit melk, 30 k€ uit overige landbouwproducten, 25 k€ uit betaalrechten en vergoeding voor natuurbeheer en 43 k€ uit niet-landbouwopbrengsten. De totale kosten zijn geraamd op 446 k€. Belangrijke posten zijn arbeid en loonwerk (45 k€), voeraankopen (137 k€), kosten voor gebouwen en werktuigen (82 k€), pacht, betaalde rente en overige lasten (79 k€). Na aftrek van de betaalde kosten is het inkomen uit bedrijf 63 k€. Dit wordt verdiend door de ondernemer(s) en eventuele onbetaalde meewerkende gezinsleden. Op het bedrijf zijn gemiddeld 1,64 zogenaamd onbetaalde arbeidsjaareenheden (ojae) aanwezig, d.i. het aantal onbetaalde arbeidskrachten, omgerekend naar fulltime basis. Het gezinsinkomen uit bedrijf is 39 k€ per oaje.

Ontwikkelingsrichting Natuurinclusief

Dit bedrijf kenmerkt zich doordat het rantsoen (vrijwel) alleen bestaat uit grasproducten, er geen aanvoer van meststoffen plaatsvindt en de melk wordt afgezet tegen een prijs, die vergelijkbaar is met biologische melk. Het bedrijf telt 90 melkkoeien, die gemiddeld 5.000 kg per dier produceren. De totale melkproductie wordt met ruim 50% teruggebracht, maar de melkprijs is hoger (+10 ct/kg). De totale opbrengsten van het natuurinclusieve bedrijf zijn 180 k€ lager dan van het gangbare bedrijf. Op het bedrijf is meer ruimte voor natuurbeheer en het biedt een aantal andere maatschappelijke diensten. Aangenomen is dat 20 ha (=30% van de oppervlakte cultuurgrond) valt onder weidevogelbeheer met een rustperiode van 1 april tot 15 juni. Daarnaast wordt op de helft van de oppervlakte legselbeheer toegepast. Het boerenerf is grotendeels groen en biedt boerderijvogels gelegenheid voor nestelen. De overige maatschappelijke diensten bestaan uit verbetering van de waterkwaliteit, vermindering van de bodemdaling en reductie van de uitstoot van broeikasgassen. Voor een aantal van deze diensten zijn opbrengsten (subsidies) ingerekend. De totale kosten van het natuurinclusieve bedrijf zijn 197 k€ lager dan van het gangbare bedrijf. Kostenbesparingen worden gerealiseerd door minder betaalde arbeid (kleinere veestapel, minder ruwvoerwinning), loonwerk (geen snijmais meer, minder graskuilwinning), voeraankoop (vrijwel alle voer wordt zelf verbouwd), geen mestafzet, lagere overige veekosten (kleinere veestapel, robuust veeslag, waardoor minder kosten voor diergezondheid en veeverbetering) en lagere gewaskosten (geen teelt van snijmais meer). Het gezinsinkomen uit bedrijf komt uit op 84 k€, ofwel 51 k€ per oaje. Hierbij past de opmerking dat in de calculaties geen rekening is gehouden met een ander stalsysteem. Bij dit bedrijf zou een potstal wellicht beter op zijn plaats zijn dan een ligboxenstal. De daarbij behorende extra kosten voor afschrijving en voor strooisel zijn niet in de berekening opgenomen.

Ontwikkelingsrichting Circulair

In dit scenario is geen sprake meer van grasland. Om de bodemdaling een halt toe te roepen wordt het basisrantsoen omgezet van graslandproducten naar kroosvaren. Voor een evenwichtig rantsoen wordt dit geconserveerde product aangevuld met geplette tarwe en stro, dat wordt betrokken van akkerbouwers op kleigrond. Het vee staat het gehele jaar op stal. Voor de vergelijkbaarheid is uitgegaan van een bedrijf, dat qua omvang ongeveer overeenkomt met het gangbare bedrijf: 65 ha cultuurgrond en 100 melkkoeien. De melkproductie per koe is ongeveer 20% hoger dan van het gangbare bedrijf: Omdat de productie van kroosvaren per ha veel hoger is dan van grasland is slechts ongeveer de helft van de oppervlakte nodig voor voerproductie; de rest van de grond kan voor andere doeleinden worden gebruikt. In deze begroting is geen rekening gehouden met eventuele geldopbrengsten hiervan. Voor de teelt van tarwe en stro is ongeveer 40 ha nodig. Rekening houdend met een korting op de melkprijs vanwege het ontbreken van weidegang zijn de totale geldopbrengsten van melk 16 k€ lager dan op het gangbare bedrijf. Verder is aangenomen dat voor natte teelten geen betaalrechten uit het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid gelden. Aan de andere kant zijn er wel andere maatschappelijke diensten: geen bodemdaling, lagere broeikasgasemissies en mogelijkheid tot waterberging. De totale geldopbrengsten zijn 30 k€ lager dan op het gangbare bedrijf. De kostenstructuur wijkt sterk af van dat van het gangbare bedrijf. De kosten voor betaalde arbeid en loonwerk zijn 26 k€ hoger in verband met oogsten, drogen en conserveren van de kroosvaren en het scheiden van de mest. Ook zijn de teeltkosten van kroosvaren hoger dan van gras. Omdat aangenomen is de productie van het voer geheel in loonwerk plaatsvindt kan sterk bespaard worden op de kosten voor machines en werktuigen. Ook de brandstofkosten voor de graslandteelt vervallen, maar daar komen extra energiekosten bij voor het drogen van de kroosvaren en de mestscheiding. De totale kosten komen 50 k€lager uit dan op het gangbare bedrijf. Het gezinsinkomen uit bedrijf voor het circulaire bedrijf ligt in dezelfde ordegrootte als die van de andere bedrijfssystemen. Hierin zitten nog onzekerheden: Aan de ene kant zijn geen kosten gerekend voor de overgang van grasland naar natte teelt. Ook zouden er wellicht voorzieningen moeten komen om het water voor de natte teelten te scheiden van het oppervlaktewater en/of helofytenfilters aan te leggen. Daarnaast is de wet- en regelgeving nog niet ingespeeld op deze vorm van landbouw. Anderzijds wordt maar 30 ha gebruikt voor de voederwinning. Er is geen rekening gehouden met extra opbrengsten van de resterende 35 ha. Deze oppervlakte kan voor verschillende doeleinden

worden benut, zoals bijvoorbeeld uitbreiding van het bedrijf tot 200 á 300 melkkoeien, teelt van kroosvaren voor verkoop, teelt van andere natte teelten of verhuur aan bijvoorbeeld rietsnijders.

Ontwikkelingsrichting Groen/blauw

Het veenweidebedrijf stoot in dit scenario al het vee af. De grond wordt in gelijke delen benut voor natte teelten, (drijvende) zonnepanelen en natuur. De meegenomen natte teelten zijn riet, veenmos, kroosvaren, lisdodde en olifantsgras. In de plaats van opbrengsten uit de melkveehouderij komt in dit scenario het grootste deel van de opbrengsten uit verhuur van grond voor zonne-energie, uit verkoop van producten van de natte teelten en uit vergoedingen voor natuurproductie. Er gelden geen betaalrechten meer. De aanvullende maatschappelijke diensten bestaan uit vermindering van bodemdaling, minder broeikasgasemissie, waterberging en verbeterde waterkwaliteit. Onder voorbehoud dat deze maatschappelijke diensten inderdaad worden vergoed komen de totale geldopbrengsten uit op 275 k€; dit is 238 k€ minder dan onder de gangbare ontwikkelingsrichting. Daartegenover staat dat ook de kosten veel lager zijn. De teeltkosten zijn gebaseerd op de factsheets die het VIC heeft gepubliceerd. Daarin zijn ook de loonwerkkosten opgenomen. Om dubbeltellingen te voorkomen komen die dus niet terug bij de loonwerkkosten. Er is wel rekening gehouden met extra investeringen van 4.000 euro/ha voor het aanvullende waterbeheer van natte teelten en drijvende zonnepanelen. De bijbehorende financierings-kosten zijn geraamd op 3%. De totale kosten worden geraamd op 213 k€. Natte teelten, verhuur voor energieproductie en natuurbeheer vergen veel minder arbeid dan graslanden melkvee. Daarom is het aantal onbetaalde arbeidskrachten teruggebracht naar 1. Het gezinsinkomen uit bedrijf komt per saldo hoger uit dan in de andere scenario's (62 k€ per oaje), maar hiervan is 85 k€ afkomstig van vergoedingen voor maatschappelijke diensten, waarvan het nog de vraag is of deze inderdaad zullen worden uitbetaald.

Kosten en opbrengsten van de verschillende ontwikkelingsrichtingen van case melkveebedrijf (x 1.000 euro)

	2017	GANGBAAR	NATUURINCLUSIEF	CIRCULAIR	GROEN/BLAUW
STRUCTUUR					
Oppervlakte	54	65	65	65	65
Gras	49	60	65		
Mais	5	5	0		
Kroosvaren (voer)				30	
Overige natte teelten				35	25
Verhuur voor zonnepanelen					20
Natuur					20
Graan (buiten het melkveebedrijf)				40	
VEEBEZETTING					
Melkkoeien	95	125	90	100	
Melkproductie per koe	8.250	9.000	5.000	11.000	
Melkproductie per ha	14.600	17.700	7.000	16.700	
Melkproductie per bedrijf	780.000	1.150.000	450.000	1.100.000	
OPBRENGSTEN					
Landbouwproducten					
- Melk		413	215	397	0
- Omzet en aanwas		13	10	11	0
- Overig landbouw		8	8	0	151
- Werk voor derden		9	9	0	0
Subsidies/vergoedingen					
- Betaalrechten		22	22	0	0
- Natuurbeheer		3	14	0	30
- Ov. maatsch. Diensten		0	17	37	55
Overige opbrengsten		43	43	39	39
Totaal opbrengsten		513	338	483	275
KOSTEN					
Betaalde arbeid en loonwerk		45	20	71	0
Directe veekosten					
- Voeraankoop		137	12	100	0
- Mestafzet		15	0	0	0
- Overige		31	17	27	0
Directe gewaskosten		20	9	33	68
Gebouwen/werktuigen		82	82	56	56
Energie/brandstoffen		16	14	13	4
Pacht/rente/lasten		79	73	78	62
Algemene kosten		27	27	23	23
Totaal betaalde kosten		450	253	400	213
INKOMEN UIT BEDRIJF					
Totaal gezinsinkomen uit bedrijf		63	84	83	62
Aantal onbetaalde arbeidsjaareenheden (oaje)		1,64	1,64	1,64	1,00
Gezinsinkomen uit bedrijf per oaje		39	51	51	62
Waarvan uit subsidies/ maatsch. Diensten		13	30	23	85

B5. AKKERBOUWBEDRIJF

Uit het Bedrijven Informatienet (2017) is een tiental bedrijven geselecteerd, dat voldoet aan de volgende voorwaarden:

- Gespecialiseerd akkerbouwbedrijf
- Gangbare bedrijfsvoering
- Gelegen in Zuid-Holland, aangevuld met Noord-Holland
- Geen neventak veehouderij
- Oppervlakte cultuurgrond: tussen 40 en 150 ha
- Hoofdgrondsoort: klei
- Maximaal 1.500 euro neveninkomsten per ha.

Het gemiddelde van deze 10 bedrijven is beschouwd als een doorsnee akkerbouwbedrijf in het Zuid-Hollandse droogmakerijen. Het bedrijf omvat 75 ha cultuurgrond, waarvan 13% pootaardappelen, 17% consumptieaardappelen, 20% suikerbieten, 29% granen, 5% uien en 16% overige gewassen.

Ontwikkelingsrichting Gangbaar

Het bedrijf continueert de ontwikkelingslijnen van de afgelopen jaren. Het voorbeeldbedrijf groeit naar 85 ha. Omwille van de herkenbaarheid in de praktijk is het bouwplan voor het toekomstige gangbare akkerbouwbedrijf iets vereenvoudigd ten opzichte van het gemiddelde bouwplan van de 10 bedrijven, waarop de case is gebaseerd: 25% consumptieaardappelen, 19% suikerbieten, 35% granen, 10% uien, 5% voedergewassen en 1% braak- of natuurland. De geldopbrengsten komen uit op 415 k€, waarvan 360 k€ uit akkerbouwproducten, 6 k€ uit werk voor derden, 22 k€ uit betaalrechten en natuurbeheer en 27 k€ uit niet-landbouwopbrengsten. De totale kosten zijn geraamd op 345 k€. Belangrijke posten zijn de directe gewaskosten (105 k€ euro), kosten voor gebouwen en werktuigen (80 k€), pacht, betaalde rente en overige lasten (85 k€). Na aftrek van de betaalde kosten resteert een gezinsinkomen uit bedrijf op het gangbare bedrijf ter grootte van 70 k€.

Ontwikkelingsrichting Natuurinclusief

In dit scenario ondergaat de bedrijfsvoering een aantal grote aanpassingen

- De teelt op perceelniveau wordt vervangen door teelt in gewasstroken van 6 meter breedte. Om de twee stroken afgewisseld met een permanente natuurstrook van 3 meter. De natuurstrook heeft meerdere functies:
- rijpad, zodat de ondergrond van gewasteelt niet wordt verdicht.
- er kan onder nattere omstandigheden worden gewerkt.
- de natuurstrook verhoogt de biodiversiteit in grote mate (flora, insecten, spinnen, vluchtstrook voor vogels en zoogdiertjes).
- herbergen van natuurlijke plaagbestrijders, waardoor minder luizen- en schadelijke insecten
- Door de strokenteelt minder kans op uitbreiding van plaatselijke schimmelinfecties
- De stroken blijven jaarrond groen.
- Teelt van ziltresistente rassen, gecombineerd met de mogelijkheid om door te spoelen vanuit de waterberging
- Drijfmest wordt vervangen door gecomposteerde producten, strorijke mest en/of mestscheidingsproducten. Eventueel producten vanuit de stadsriolering.
- Kunstmest wordt (deels) vervangen door natte fractie van mestscheiding/rioolscheiding
- Biodiversiteit wordt verder bevorderd door veel groen op het boerenerf en gelegenheid voor nestelen in en rond de gebouwen
- Slootranden worden benut voor biodiversiteit

Hoewel in principe hetzelfde bouwplan wordt toegepast als voor de gangbare ontwikkelingsrichting zijn er toch aanzienlijke verschillen in de opbrengsten/kostenstructuur. De opbrengsten van akkerbouwproducten zijn 51 k€ lager omdat een deel van het perceel wordt ingenomen door de natuurstroken. De kg-opbrengsten van de afzonderlijke gewassen zijn daarentegen 5% hoger. Dit hangt samen met de positieve effecten van strokenteelt: Lagere ziektedruk en meer licht in het gewas. Aangenomen is dat de voor de natuurstroken een vergoeding wordt verstrekt, die overeenkomt met de huidige vergoeding voor akkerranden. De overige maatschappelijke diensten bestaan uit vergoedingen voor verbetering van de waterkwaliteit. De totale opbrengsten zijn berekend op 398 k€; dit is 17 k€ lager dan gangbare bij akkerbouw. De totale kosten van het natuurinclusieve bedrijf zijn 28 k€ lager dan van het gangbare bedrijf. Er is vanuit gegaan dat de kosten voor ziltresistent uitgangsmateriaal hoger zijn, evenals de kosten voor arbeid en loonwerk. Een besparing is voorzien op de kosten voor gewasbeschermings-middelen. Vooral de kosten voor bestrijding van schimmels en insecten kunnen lager zijn. Een optimaal management van dit systeem zal waarschijnlijk vragen om aanpassingen van de mechanisatie. Vooral een zorgvuldige gewasbescherming zal meer aandacht vragen. Een oplossingsrichting is precisielandbouw in combinatie met robotisering. Hiervoor zijn geen extra kosten in rekening gebracht. Na aftrek van de betaalde kosten is het gezinsinkomen uit bedrijf van het natuurinclusieve bedrijf 81 k€. Daarvan komt 55 k€ uit betaalrechten, subsidies en maatschappelijke diensten. Het bedrijf is daarmee erg afhankelijk van overheidsgelden.

Ontwikkelingsrichting Aquatisch

Dit scenario komt in grote lijnen overeen met dat van het groen/blauwe bedrijf in de Veenweidestreek. De huidige "droge" teelten op het akkerland worden vervangen door "natte" teelten, waarbij de grond grotendeels onder water komt te staan. Aangenomen is dat de grond wordt gebruikt voor natte teelten, zoals riet, cranberry, kroosvaren, lisdodde en olifantsgras, voor verhuur aan energiebedrijven (drijvende zonnepanelen) en voor natuur. De totale opbrengsten op het "natte" bedrijf zijn 334 k€, ofwel 81 k€ lager dan die op het "droge" gangbare bedrijf. De opbrengsten bestaan uit verkoop van "natte" producten, verhuur van grond voor drijvende zonnepanelen, vergoedingen voor natuurbeheer en overige maatschappelijke diensten (Vermindering bodemdaling, broeikasgasreductie, waterberging en verbetering waterkwaliteit). De loonwerkkosten zijn ondergebracht onder de directe gewaskosten. Voor zonnepanelen en natuur is weinig mechanisatie nodig, daarom is rekening gehouden met een halvering van de kosten voor werktuigen en machines. Ook is er minder energie nodig voor bewaring van producten. De totale kosten zijn 258 k€. Het gezinsinkomen uit bedrijf is lager dan die van de andere twee ontwikkelingsrichtingen en bestaat voor meer dan 100% uit maatschappelijke diensten. De arbeidsbehoefte in dit systeem substantieel is kleiner dan op een akkerbouwbedrijf omdat een groot deel van de oppervlakte bestaat uit verhuur voor zonnepanelen, wat geen arbeid vergt. Daardoor kan het werk in parttime worden gedaan door 0,6 oaje. Het inkomen uit bedrijf per oaje ligt daardoor in dezelfde ordegrootte als voor het akkerbouwbedrijf. Het is echter de vraag of de maatschappij de vergoeding voor maatschappelijke diensten inderdaad volledig zal uitbetalen. Bovendien zijn de opbrengsten uit de natte teelten nog erg onzeker, vanwege ongewisse marktperspectieven.

Kosten en opbrengsten van de verschillende ontwikkelingsrichtingen van case akkerbouwbedrijf (x 1.000 euro)

	2017	GANGBAAR	NATUURINCLUSIEF	AQUATISCH
STRUCTUUR				
Oppervlakte	75	85	85	85
Bouwplan:				
- Pootaardappelen	13%			
- Cons.aardappelen	17%	25%	20%	
- Suikerbieten	20%	19%	19%	
- Granen	29%	35%	33%	
- Uien	5%	10%	8%	
- Graszaad	5%	5%		
- Voedergewassen	3%	5%		
- Overige gewassen	7%	1%		
- Natuur/braak/e.d.	1%		20%	33%
- Natte teelten				33%
- Verhuur voor zonnepanelen				33%
OPBRENGSTEN				
Landbouwproducten				
- Traditionele akkerbouw		351	303	0
- bijproducten		9	6	0
- Natte teelten + verhuur		0	0	194
- Werk voor derden		6	6	0
Subsidies/vergoedingen				
- Betaalrechten		21	21	0
- Natuurbeheer		1	32	42
- Ov. maatsch. Diensten		0	4	39
Overige opbrengsten		27	27	27
Totaal opbrengsten		415	398	302
KOSTEN				
Betaalde arbeid en loonwerk		25	20	0
Directe gewaskosten		105	85	86
Gebouwen/werktuigen		80	80	49
Energie/brandstoffen		24	21	8
Pacht/rente/lasten		85	85	93
Algemene kosten		26	26	22
Totaal betaalde kosten		345	317	258
INKOMEN UIT BEDRIJF				
Totaal gezinsinkomen uit bedrijf		70	81	45
Aantal onbetaalde arbeidsjaareenheden (oaje)		1,00	1,00	0,60
Gezinsinkomen uit bedrijf per oaje		70	81	75
Waarvan uit subsidies/ maatsch. Diensten		21	55	135

BRONNEN

Born, G.J. van den et al. (2016), Dalende bodems, stijgende kosten, Den Haag: PBL

Deltares (2009). Verzilting van het Nederlandse grondwatersysteem

Deltares (2018). Huidig en toekomstig opbarstrisico in de provincie Zuid-Holland

Dairy NL (2015). Poster The Netherlands: Land of Dairy. Dutch dairy supply chain, ZuivelNL en Nederlandse Zuivel Organisatie (NZO)

Essink, G.H., Baaren, E.S., & Louw, P.G. (2010). Effects of climate change on coastal groundwater systems: A modeling study in the Netherlands. Water Resources Research, 46. Doi: 10.2019/2009wr008719

Groot, S., De Graaff, B. (2018) Knelpuntenanalyse zoetwaterregio West-Nederland. Vertrekpunt 2e fase Deltaprogramma Zoetwater. Provincie Zuid-Holland. HKV Lijn in Water.

Klimaateffectatlas (2019), http://www.klimaateffectatlas.nl
Bodemdaling 2016-2050
Gemiddelde Laagste Grondwaterstand
Laagste grondwaterstand - extreem droge zomer

Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen (2015), Rijksvisie erfgoed en ruimte: Kiezen voor Karakter. Den Haag: Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen.

Nieuwold (2018). NAM: er is 18 miljard euro voor bevingsschade in Groningen. RTL Nieuws, https://www.rtlnieuws.nl/nederland/artikel/3818822/nam-er-18-miljard-euro-voor-bevingsschade-groningen

Pieterse et. al. (2016). Het Groene Hart in Beeld. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving

Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (2018). Dataset Landschapsatlas. Op 29.1.2019 gedownload van https://services.rce.groenvoorziening.nl/landschapsatlas/wms

Van Duinen, G., Fritz, C., Couwenberg, J. (n.d.) Effecten van herstelmaatregelen op vastlegging en emissie van broeikasgassen in de Deurnsche Peel en Mariapeel. Dienst Landelijk Gebied/Provincie Noord-Brabant.

Vos, P. & S. de Vries 2013: 2e generatie palaeogeografische kaarten van Nederland (versie 2.0). Deltares, Utrecht. Op 27.6.2019 gedownload van www.archeologieinnederland.nl

Wageningen Environmental Research (2018) Waterwijzer Landbouw. https://waterwijzerlandbouw.wur.nl/index.html

Wageningen University Research (n.d.) Bodemkaart 1:50.000. Op 17.10.2018 gedownload van https://www.pdok.nl/datasets

Wageningen University Research en Kadaster (2018). Groene Hart Monitor 2018 Eindrapport. Stuurgroep Nationaal Landschap Groene Hart.

Verantwoording fotobeelden (pag. 4,5,10,11,20,21,42,43,56,57,60 en 61): J. Bosch

BURO SANT EN CO
LANDSCHAPSARCHITECTUUR
+
FABRICations.