



Op weg naar een duurzame visie voor het Groene Hart

Wetenschappelijk artikel

Het ontwikkelen van een toekomstvisie met behulp van RE:PEAT

Het Groene Hart is een belangrijk veenweidegebied waar bodemdaling en broeikasgasemissies gereduceerd moeten worden. Dit zal onherroepelijk leiden tot veranderingen in landgebruik. In een workshop met lokale stakeholders zijn verschillende transitie-scenario's ontworpen met behulp van het beslissingsondersteunende model RE:PEAT. In het meest gedetailleerde scenario komt bodemdaling in grote delen van het gebied tot stilstand in 2050, en zullen broeikasgasemissies in 2075 nihil zijn. In dit artikel beschrijven we het proces en de resultaten van deze workshop en de inzichten die hieruit zijn voortgekomen.

Bij het ontwikkelen van toekomstbeelden voor het Groene Hart wordt vaak gekeken naar vernatting om bodemdaling tegen te gaan en de broeikasgasemissies door veeninklinking te verminderen. Een voorbeeld is de totstandkoming van een toekomstschets voor 2100, ontwikkeld door een groep stakeholders en experts uit het Groene Hart tijdens een eendaagse workshop in 2020, zoals beschreven in het vorige nummer van LANDSCHAP (Van Mulken *et al.*, 2023). Bij veel van deze schetsen van toekomstbeelden ontbreekt echter een invulling van de weg ernaartoe. Om deze transitiepaden concreet te maken is een discussie nodig over wanneer en waar de landgebruiksveranderingen zouden kunnen plaatsvinden en hoeveel de polderpeilen omhoog zouden gaan.

Dat er veranderingen nodig zijn in het landgebruik staat niet ter discussie. In het Klimaatakkoord is afgesproken dat Nederland in 2050 zijn broeikasgasemissie met 95% moet terugdringen ten opzichte van 1990, met als tussendoel een broeikasgasreductie van 49% in 2030 ten opzichte van 1990. Hieruit is een opgave afgeleid voor de Nederlandse veenweidegebieden waarbij in 2030 een jaarlijkse emissiereductie van 1 Mton CO₂-equivalent bereikt wordt (Klimaatakkoord, 2019). De uitstoot van de Nederlandse veengronden in agrarisch gebruik wordt geschat op 4,15 Mton CO₂ per

jaar (Van den Akker *et al.*, 2010) en voor de Nederlandse venen als geheel op 6,9 Mton CO₂ per jaar (De Jongh *et al.*, 2021; Lof *et al.*, 2017).

In 2019 is het Nationaal Onderzoeksprogramma Broeikasgassen Veenweiden (NOBV) opgestart om door middel van langdurig onderzoek een beter beeld te krijgen van deze emissies en de effecten van mogelijke reductiemaatregelen. Vast staat dat vernatting hierbij een belangrijke rol zal gaan spelen.

Waterstandsverhogingen kunnen voor inwoners en belanghebbenden behoorlijk ingrijpend zijn. Tegelijk met de verzameling van meer data over broeikasgasemissies zal ook gestart moeten worden met de verkenning van transitiepaden, waarbij het vooral gaat om de vraag waar de benodigde waterstandsverhogingen kunnen plaatsvinden om de voorgestelde emissiereductie te verwezenlijken.

In april 2022 vond een workshop plaats waarbij met behulp van een simulatiemodel verschillende scenario's zijn ontworpen waarlangs deze transitie kan plaatsvinden. Het Groene Hart werd daarbij in 32 deelgebieden opgedeeld. Startpunt van de discussie was de toekomstschets voor 2100 die in een eerdere workshop in 2020 werd ontwikkeld (Van Mulken *et al.*, 2023). Deze kaart toont een natuurcorridor die bestaande natuur in het Groene Hart verbindt en

interactieve simulatie workshop
veenvernatting
bodemdaling
broeikasgassen

M.W.E. (Michelle) van Mulken

Copernicus Instituut voor Duurzame Ontwikkeling, Universiteit Utrecht, P.O. Box 80115, 3508 TC Utrecht, m.w.e.vanmulken@uu.nl

H.A. (Henk) van Hardeveld

Waternet

M.A. (Mandy) van den Ende

Copernicus Instituut voor Duurzame Ontwikkeling, Universiteit Utrecht

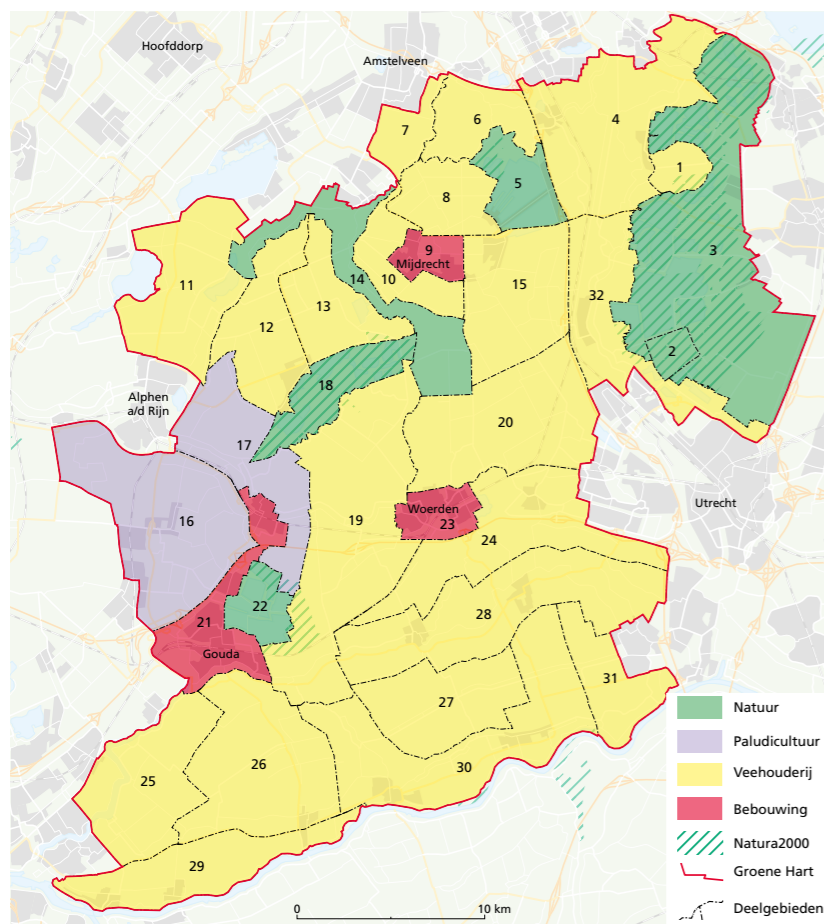
R. (Rudolf) Koster

Tygron

M.J. (Martin) Wassen

Copernicus Instituut voor Duurzame Ontwikkeling, Universiteit Utrecht

Foto J. Marijs. Veenweidelandschap in het Groene Hart.



Figuur 1 Kaartbeeld van het Groene Hart, waarin 32 deelgebieden zijn onderscheiden die de ruimtelijke resolutie aangeven waarop veranderingen in landgebruik en waterstanden worden verkend in de workshop. Wensen over natuur en paludicultuur die in de eerste workshop (januari 2020) werden gegenereerd, zijn al ingetekend op deze kaart.

Figure 1 Map of land use in the Green Heart, in which 32 sub-areas are distinguished that indicate the spatial resolution at which changes in land use and water levels are explored in the workshop. Wishes concerning nature and paludiculture that were generated in the first workshop (January 2020) have already been included on this map.

uitbreidt en waaromheen paludicultuur (natte teelt) mogelijk wordt, maar waar ook land is gereserveerd voor grondgebonden melkveehouderij en woningbouw (figuur 1, voortbouwend op figuur 2 in Van Mulken *et al.*, 2023). Bij de tweede workshop was een vergelijkbare groep deelnemers aanwezig als bij de eerste workshop: mensen vanuit kennisinstellingen (Universiteit Utrecht, Deltares en Tygron), maar ook vanuit overheden en andere instituties (Provincie Zuid-Holland, Staatsbosbeheer, Waternet, Nederlandse Vereniging Duurzame Energie en Programmabureau Groene Hart). Het doel van de workshop was om te verkennen hoe deze transitiepaden zich ontwikkelen.

Simulatiemodel RE:PEAT

Om de discussie over de tijdspaden van concrete informatie te voorzien werd gebruik gemaakt van RE:PEAT, een simulatiemodel dat is opgezet binnen het Tygron Geodesign Platform. Vanwege de grote rekenkracht van dit platform is het model bij uitstek geschikt voor interactieve toepassingen, omdat bedachte beleidsvarianten direct doorgerekend kunnen worden. In eerdere workshops is aangetoond dat dit sterk bevorderend werkt voor zowel kennisbenutting als consensusvorming (Van Hardeveld *et al.*, 2019).

Het RE:PEAT model creëert voor het Groene Hart een 3D-simulatiewereld met een resolutie van 25 x 25 meter, opgebouwd uit openbare data van onder andere maaiveldhoogte, topografie, bodemsoort, landgebruik, waterpeilen, grondwaterstanden en peilgebieden. Deze simulatiewereld (totaal 1.101 km²) is opgedeeld in 32 deelgebieden, op basis van geografische kenmerken zoals hoogteligging, polderpeilen, veendikte en landgebruik, factoren die van invloed zijn op broeikasgasemissies en bodemdaling. Daarbij is

geprobeerd de interne variatie binnen elk deelgebied te minimaliseren. De oppervlakte van de deelgebieden varieert van 5 tot 104 km² en is gemiddeld 34 km² (figuur 1). Via een interactiepaneel kunnen de deelnemers het landgebruik en de mate van drooglegging kiezen in 2030, 2050, 2075 en 2100. De keuzeopties voor landgebruik zijn melkveehouderij, paludicultuur, natte natuur en stedelijk gebied; de drooglegging kan worden ingesteld tussen 0 en 60 cm, met intervallen van 15 cm. De gebruikers van het model moeten daarbij rekening houden met een logische samenhang tussen landgebruik en grondwaterstand. Natte natuur gaat bijvoorbeeld altijd gepaard met een drooglegging van 0 cm en bij melkveehouderij wordt de drooglegging nooit minder dan 30 cm beneden maaiveld (-mv). Het model vertaalt voor elke tijdstap de gekozen droogleggingen naar waterpeilen in de onderliggende peilgebieden. Als er sprake is van een peilwijziging wordt ook de invloed daarvan op de grondwaterstand uitgerekend. Op basis van de grondwaterstand en de bodemkaart worden vervolgens de broeikasgasemissies (zowel CO₂ als CH₄) en de bodemdaling berekend. Omdat de nu gangbare SOMERS-methode voor emissieregistratie (Erkens *et al.*, 2022) destijds nog onvoldoende was uitgewerkt, wordt een empirisch verband tussen de gemiddelde grondwaterstand en de broeikasgasemissies gebruikt (Evans *et al.*, 2021). Deze methode geeft iets lagere emissies dan de SOMERS-methode. Aanvullend wordt voor natte natuur een bescheiden veengroei verondersteld van 1 mm per jaar. Voor elke tijdstap worden alle berekeningsresultaten gepresenteerd in kaarten en tabellen, waarbij ook de reductie van broeikasgasemissies ten opzichte van 2020 wordt vermeld.

Werkwijze en resultaten

Na een korte introductie van het model hebben de deelnemers aan de workshop plenair pogingen gedaan om de tijdspaden te ontwikkelen, met de wenskaart voor 2100 als startpunt van de discussie. Deze leidde tot het invullen van de overige tijdstappen (2030, 2050 en 2075). Geprobeerd werd om niet alleen de broeikasgasemissies voor 2030 te minimaliseren, maar om ook te bepalen in hoeverre het Groene Hart kan bijdragen aan de voorgestelde reductiedoelen voor 2030 en 2050. Vanwege de onzekerheden in de huidige en historische (1990) emissiehoeveelheden, is de reductie bepaald ten opzichte van het jaar 2020, waarvoor het model de waarden berekent.

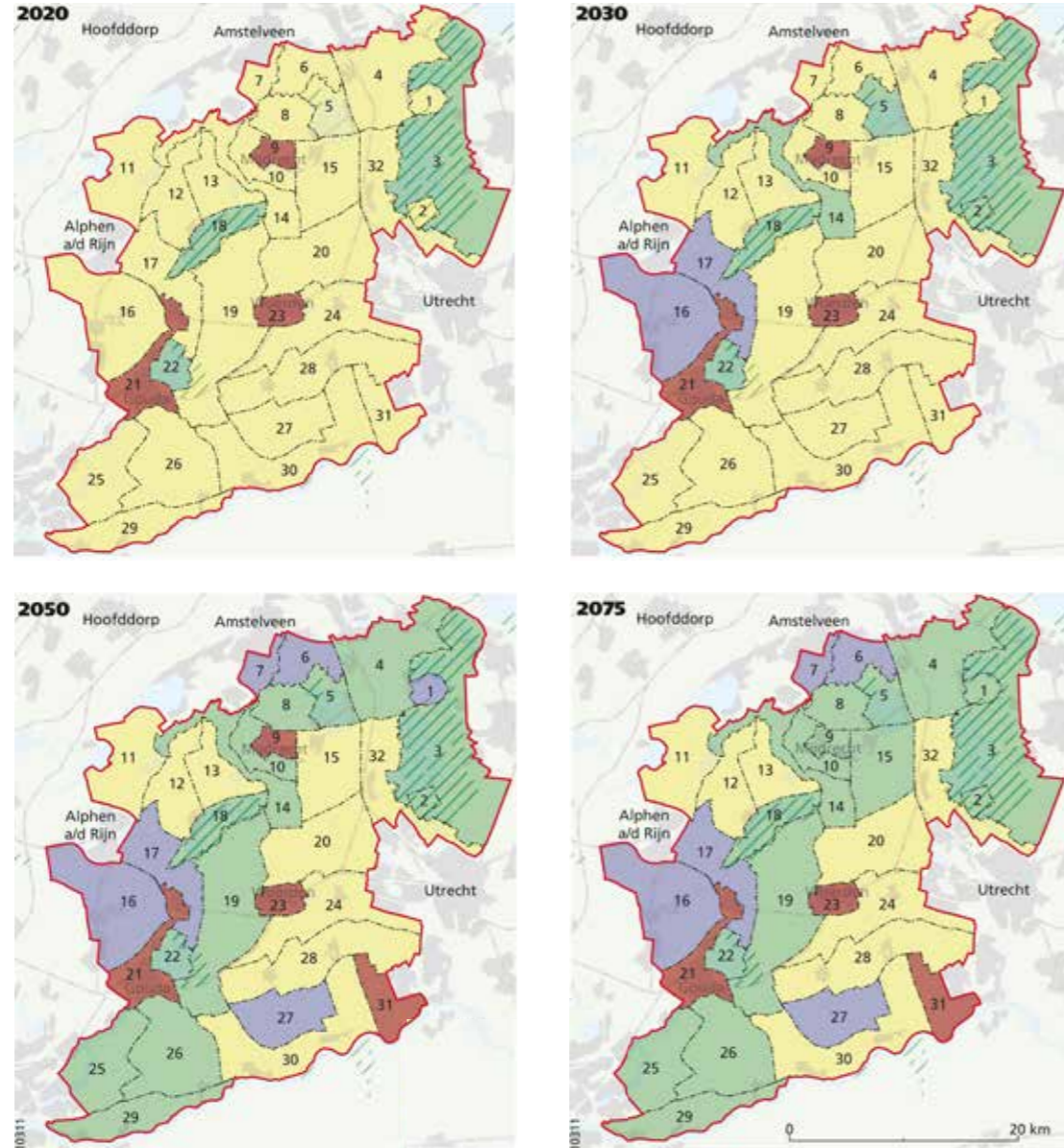
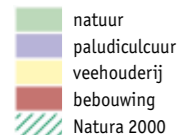
Er werden plenair drie verschillende scenario's ontwikkeld, die ter plaatse werden doorgerekend en ingevoerd in het model, zodat wijzigingen direct zichtbaar waren. In de eerste twee scenario's zijn bij wijze van experiment de veranderingen ruimtelijk redelijk uniform doorgevoerd. Met de hieruit verkregen inzichten is in het derde scenario per deelgebied in meer detail gekeken naar veranderingen in landgebruik en drooglegging en in welke tijdstappen deze veranderingen passend zijn.

Scenario 1: uniforme vernatting

De deelnemers wilden eerst graag weten wat het effect is van een hypothetische drastische en snelle vernatting met onveranderd landgebruik. In het eerste scenario is daarom de drooglegging overal verminderd tot 15 cm beneden maaiveld (-mv) vanaf 2030, behalve in stedelijk gebied waar de grondwaterstand op 60 cm -mv werd gehandhaafd. De bijbehorende waterpeilen werden vervolgens niet meer geïndexeerd aan de bodemdaling, waardoor richting 2100 de vernatting

Figuur 2 Landgebruik-scenario 3 (gebiedsspecifieke vernatting) voor 2020, 2030, 2050 en 2075 (2100 is hetzelfde als 2075)

Figure 2 Land use scenario 3 (site-specific rewetting) for 2020, 2030, 2050 and 2075 (2100 is equal to 2075)



op passieve wijze (dus zonder verdere peil aanpassingen) verder ging. Het model geeft als resultaat een drastische vermindering van bodemdaling van 79% in het landelijk (dus niet-stedelijk) gebied in 2030. Door de passieve verdere vernatting wordt in 2100 zelfs een afname bereikt van 90% in het landelijk gebied en 73% in het stedelijk gebied (Mijdrecht, Gouda en Woerden). De broeikasgasemissies nemen echter minder sterk af (58% in 2100). De grondwaterstanden worden namelijk vaak ondieper dan 20 cm, waardoor de methaanemissie toeneemt en het effect van een lagere CO₂-emissie gedeeltelijk teniet wordt gedaan. Dit scenario leidde tot het inzicht dat, om de emissies verder te laten afnemen, nog verdergaande vernatting nodig is. Daarmee kan veengroei optreden in natuurgebieden, wat de methaanemissie kan compenseren.

is het beeld gemêleerd: in landbouwgebieden daalt de totale emissie in 2100 met 50 - 57% ten opzichte van 2020, in stedelijke gebieden is sprake van een ruime verdubbeling (vanwege de methaanuitstoot) en in natuurgebieden vindt juist fixatie van koolstof plaats (vanwege de veengroei). Alles bij elkaar bedraagt de uitstoot gemiddeld 1,1 t CO₂-eq/ha/jaar in 2100, een afname van 83% ten opzichte van 2020. Het model laat zien dat het stimuleren van veengroei daarmee noodzakelijk lijkt om de klimaatdoelen te halen, wat een nog groter aandeel natte natuur vereist. Deze exercitie maakte duidelijk dat vergaande emissiereductie niet gerealiseerd kan worden als er in grote gebieden nog droogleggingen van 30 - 45 cm -mv zijn zonder aanvullende maatregelen.

Scenario 2: beperkte vernatting met natuur, paludicultuur en melkveehouderij

Het tweede scenario houdt meer rekening met het huidige landgebruik: melkveehouderij blijft mogelijk, maar bij een drooglegging van 45 cm -mv in 2030 en 30 cm -mv in 2050 (in plaats van de huidige 60 cm -mv). Er komt een aanzienlijk oppervlak met paludicultuur (drooglegging 15 cm -mv in vijf deelgebieden met in totaal 11.018 ha) en natte natuur (drooglegging 0 cm -mv in elf deelgebieden over 42.916 ha). Ook stedelijke gebieden krijgen een drooglegging van 15 cm -mv. In 2100 vindt dan alleen nog bodemdaling plaats in gebieden die worden gebruikt voor melkveehouderij (0,8 mm/jaar) en paludicultuur (0,4 mm per jaar). In stedelijke gebieden stopt de bodemdaling vrijwel geheel en in natuurgebieden treedt 1 mm veengroei per jaar op. Alles bij elkaar houden bodemdaling en veengroei elkaar in evenwicht. Ook ten aanzien van de emissies

Scenario 3: gebiedsspecifieke vernatting

Naar aanleiding van de inzichten uit de vorige scenario's is een uitgebreide discussie gevoerd over gebiedsspecifieke vernattingsmogelijkheden voor elk van de 32 deelgebieden. Hierbij is gekeken naar de fysische eigenschappen van elk deelgebied, bijvoorbeeld de dikte van de veenlaag, hoogteligging en de aanvoer van kwel, ook is een ruwe inschatting gemaakt van het verwachte maatschappelijke draagvlak voor vernatting in de deelgebieden. De deelnemers hebben in deze opgave beoordeeld waar de transitie naar een andere landgebruiksvorm mogelijk sneller en ingrijpender zou kunnen worden ingezet dan in scenario 2, hierbij rekening houdend met het huidige landgebruik. Ter illustratie, het dichtbevolkte gebied bij Gouda (deelgebied 21) wordt in dit scenario behouden, evenals de intensieve akkerbouw in Braasemeer, Leimuiden en Rijnsaterwoude (deelgebied 11). De polders bij Zevenhoven (deelgebied 12) blijven vanwege

de grote cultuurhistorische waarde ook gereserveerd voor melkveehouderij, bij een drooglegging van 45 cm -mv in 2030 en 30 cm-mv in 2050. Aan de andere kant beschouwen de deelnemers de zeer laaggelegen polders zoals Kromme Mijdrecht (deelgebied 10) en de Bethunepolder bij Maarsseveen (deelgebied 2) als geschikte gebieden voor natte natuur met een grondwaterstand op maaiveld niveau (respectievelijk vanaf 2050 en vanaf 2030).

De resultaten van deze gerichte transitiepaden in scenario 3 (tabel 1 en figuur 2) laten zien dat de bodemdaling gemiddeld genomen in 2050 stopt en zelfs negatief wordt door veengroei in natuurgebieden (met een gemiddelde van 0,21 mm per jaar in 2075 en 0,25 mm per jaar in 2100). Ook neemt de uitstoot van broeikasgassen over het hele gebied af van gemiddeld 6,33 t CO₂-eq/ha/jaar in 2020 naar 4,01 t CO₂-eq/ha/jaar in 2030 (37% reductie), via 1,03 t CO₂-eq/ha/jaar in 2050 naar circa 0,5 t CO₂-eq/ha/jaar in 2075 en 2100.

Dit betekent voor het door ons in beschouwing genomen gebied een totale afname van 0,26 Mton in 2030 (reductie ten opzichte van 2020), waarmee het Groene Hart voor meer dan een kwart bijdraagt aan het behalen van de beoogde 1 Mton reductie voor het gehele Nederlandse veenweidegebied. Deze reductie zet in dit scenario sterk door na 2030, met een afname van 84% CO₂-eq in 2050 (uitstoot van 0,11 Mton CO₂-eq/ha/jaar) ten opzichte van 2020, en 93% in 2100 (uitstoot van 0,05 Mton CO₂-eq/ha/jaar). Het CBS schat in zijn koolstofbalans de totale uitstoot uit Nederlandse venen op 6,9 Mton CO₂ per jaar (De Jongh *et al.*, 2021). Dus de doelstelling van 1 Mton reductie in 2030 voor het Nederlandse veenweidegebied komt neer op een

reductiedoelstelling van 14%. Vergeleken met deze gemiddelde reductie van 0,26 Mton in 2030 (37%) blijkt hoe effectief het bedachte scenario is: de ambities die in dit derde scenario zijn doorgerekend laten een reductie zien voor 2030 die meer dan 2,5 keer zo hoog is als het landelijke doel voor veenweides.

De resultaten van deze workshop stemmen optimistisch in de zin dat de in scenario 3 doorgerekende vernatting van het Groene Hart een relatief grote bijdrage levert aan het klimaatdoel voor 2030. Anderzijds laat deze exercitie zien dat daarvoor een behoorlijke vernatting en ingrijpende veranderingen in landgebruik nodig zijn, die ook in andere veenweidegebieden onontkoombaar zullen blijken. De hoogste uitstoot van broeikasgassen per hectare is momenteel aanwezig in de provincies Drenthe en Friesland, waar vaak een sterke ontwatering wordt gehandhaafd (Lof *et al.*, 2017). Bovendien zal waarschijnlijk ook na 2050 verdergaande vernatting nodig zijn, ook al zijn de eisen aan het veenweidegebied voor na 2050 (nog) niet bepaald. Uit deze exercitie blijkt dat de in dit scenario voorgestelde vernatting ook na 2050 nog zal doorwerken in verdere emissiereducties en een toename van de veengroei in grote delen van het gebied (zie tabel 1). Vernatting dient gericht plaats te vinden, waarbij rekening gehouden wordt met lokale factoren (variatie in hoogteligging, veendiepte) om maximaal effect te behalen. Om draagvlak te creëren kan het nodig zijn om in bepaalde gebieden landgebruiksfuncties zoals bewoning en melkveehouderij voort te zetten, en om gedegen en legitiem beleid te ontwikkelen om fundamentele veranderingen en landgebruik in het Groene Hart

Deelgebied	Bodemdaling (mm/ jaar)					Emissie (ton CO ₂ -eq/ha/jaar)				
	2020	2030	2050	2075	2100	2020	2030	2050	2075	2100
1	2,3	1,6	0,1	-1	-1	5,3	3,7	3,0	-2,3	-2,3
2	3,4	-0,9	-1	-1	-1	9,0	-2,1	-2,2	-2,2	-2,2
3	-1	-1	-1	-1	-1	-2,2	-2,2	-2,2	-2,2	-2,2
4	2	-0,3	-1	-1	-1	5,4	4,8	-2,2	-2,3	-2,3
5	2	-0,9	-1	-1	-1	9,3	-2,0	-2,2	-2,2	-2,2
6	4,6	3,3	0,9	0,9	0,8	11,0	8,3	4,5	4,3	4,1
7	1,7	1,3	0,2	0,1	0,1	4,7	3,8	3,6	3,3	3,1
8	2,6	0,4	-1	-1	-1	6,3	5,4	-2,2	-2,2	-2,2
9	0,1	0	0	-1	-1	0,6	1,7	2,2	-2,3	-2,3
10	2,4	0,3	-1	-1	-1	6,6	5,2	-2,2	-2,3	-2,3
11	0,9	0,8	0,2	0,1	0,1	2,6	2,3	2,4	2,0	1,9
12	1,6	1,1	0,4	0,3	0,2	4,1	3,5	3,1	2,6	2,3
13	1,9	1,5	0,4	0,3	0,3	4,9	4,3	3,0	2,6	2,4
14	7,1	-0,9	-1	-1	-1	16,8	-2,0	-2,2	-2,2	-2,2
15	4,5	2,9	1,4	-1	-1	10,8	7,9	5,3	-2,2	-2,2
16	4,7	1,9	0,4	0,3	0,2	11,6	7,0	5,7	5,5	5,3
17	2,9	0,6	-0,3	-0,4	-0,4	6,9	3,4	4,0	3,9	3,9
18	-0,9	-1	-1	-1	-1	-2,0	-2,1	-2,2	-2,2	-2,2
19	3,7	1,7	-1	-1	-1	8,8	4,8	-2,2	-2,2	-2,2
20	2,6	2,5	1,4	1,4	1,3	6,6	6,3	4,5	4,3	4,2
21	0,2	0	0	0	0	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0
22	-0,9	-0,9	-0,9	-1	-1	-1,9	-2,0	-2,1	-2,1	-2,2
23	0	0	0	0	0	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6
24	1,5	0,9	0,6	0,5	0,4	3,9	2,9	2,5	2,3	2,1
25	4,3	2,9	-1	-1	-1	10,6	7,8	-2,3	-2,3	-2,3
26	5,4	3,8	-1	-1	-1	12,8	9,4	-2,2	-2,2	-2,2
27	4,5	3,2	1,3	1,1	1	10,6	7,7	4,1	3,8	3,5
28	2,1	1,5	1,1	1	0,8	5,3	4,2	3,3	3,0	2,7
29	4,6	3,5	-1	-1	-1	11,2	8,8	-2,3	-2,3	-2,3
30	2,4	1,8	1,1	0,9	0,8	5,9	4,6	3,5	3,2	2,9
31	0,5	0,4	0	0	0	1,5	1,3	0,4	0,4	0,4
32	2,2	1,4	0,6	0,4	0,3	6,1	5,0	4,0	3,6	3,5
Gem.	2,52	1,23	-0,05	-0,21	-0,25	6,33	4,01	1,03	0,56	0,47
Totaal (Mton)						0,70	0,44	0,11	0,06	0,05

Tabel 1 Uitkomsten scenario 3 voor bodemdaling (mm/jaar) en emissies (t CO₂-eq/ha/jaar). In de gele cellen zijn de negatieve waarden weergegeven. Een negatieve waarde voor bodemdaling betekent een hoger maaiveld door veengroei; voor emissies betekent dit koolstofopslag (negatieve emissies). Gem. = gemiddelde bodemdaling en broeikasgasemissies in 2020, 2030, 2050, 2075 en 2100 over het door ons in beschouwing genomen deel van het Groene Hart (1101 km²). Totaal (Mton) = totale emissies in 2020, 2030, 2050, 2075 en 2100 over het door ons in beschouwing genomen deel van het Groene Hart.

Table 1 Results of scenario 3 for soil subsidence (mm/year) and emissions (t CO₂-eq/ha/year). Yellow cells highlight negative values; for soil subsidence, this implies an increase in elevation due to peat growth and for GHG emissions yellow cells indicate carbon sequestration (negative emissions). Gem. (average) = mean soil subsidence and GHG emissions in 2020, 2030, 2050, 2075 and 2100 over the considered part of The Green Heart (1101 km²). Totaal (Mton) = total GHG emissions in 2020, 2030, 2050, 2075 and 2100 over the considered part of The Green Heart.



Figuur 3 Typisch boerenland-
schap in het Groene Hart.
Foto: Anton Havelaar.

Figure 3 Typical Dutch lands-
cape in the Green Heart.
Photo: Anton Havelaar.

mogelijk te maken. Met de nieuwe inzichten uit deze workshop is ook de aanvankelijke wenskaart voor 2100 uit de eerder genoemde workshop uitgewerkt tot een gedetailleerder beeld met meer veranderingen in landgebruik (vergelijk figuur 1 met figuur 2). Zo is er meer natuur beoogd, vooral rondom Mijdrecht en ten zuiden van Gouda, en zal paludicultuur zich verder van de oorspronkelijke natuuras kunnen ontwikkelen.

Lastige keuzes

De resultaten van deze workshop zijn gebaseerd op de ideeën van de deelnemers en de kwantitatieve uitkomsten van het model. De in deze workshop (met name in scenario 3) voorgestelde stappen naar een duurzamere toekomst voor het Groene Hart vereisen een ingrijpende transitie van het huidige landgebruik. Om de klimaatdoelen te halen zal er vóór 2030 al een ingrijpende verandering moeten plaatsvinden en dit zal een groot beroep doen op het aanpassingsvermogen van betrokkenen. Het laatste scenario was daarin zeer ambitieus, desal-

niettemin blijft het een ongemakkelijke boodschap voor mensen die wonen en werken in het Groene Hart.

Doel van de exercitie was echter niet om een scenario te schetsen dat kan rekenen op maximaal draagvlak. De deelnemers hebben geprobeerd de belangen van meerdere groepen mee te wegen, maar het is niet te voorkomen dat de afwezigheid van belangrijke stakeholders, waaronder de landbouwsector, invloed heeft op de uitkomsten. Het integraal én fundamenteel aanpakken van duurzaamheidsvraagstukken in het Groene Hart vereist dan ook systeemverandering, ondersteund door een brede groep belanghebbenden. Hoe diverser de samenstelling van deze groep, hoe diverser de ingebrachte oplossingsrichtingen en handelingsperspectieven. Voor het veenweidegebied zou dat betekenen dat niet alleen economische belanghebbenden zoals overheden, melkveehouders en ketenpartijen (banken, veevoederfabrikanten, verwerkingsbedrijven en supermarkten) betrokken moeten worden in gesprekken en onderhandelingen over de toekomstige invulling van

landgebruik (Newell *et al.*, 2021) maar ook minder voor de hand liggende partijen zoals landbouwpioniers, burgers, jongeren, toekomstige generaties en misschien zelfs niet-menselijke entiteiten (bijvoorbeeld het veen of veenweidelandschap zelf, of de inheemse flora en fauna).

Dat er in deze workshop een gezamenlijk wensbeeld is ontwikkeld met een realistische inschatting van de te verwachten effecten op emissies en bodemdaling betekent ook niet dat de maatregelen direct implementeerbaar zijn. Dit vereist nog vele vervolgstappen op een kleinere schaal, waarbij de verdeling van kosten en baten over alle betrokken partijen nader uitgewerkt moet worden tot een concreet actieplan. De haalbaarheid van de in deze workshop geschetste transitiepaden zal daarbij grotendeels afhangen van het beschikbare instrumentarium. Een vervolgstap zou zijn om concreet te maken wat er volgens de deelnemers wanneer nodig is om deze veranderingen te bewerkstelligen. Bestaande methodes hiervoor zijn bijvoorbeeld *creative backcasting* of *incremental backcasting*, waarbij in het laatste geval verwachte obstakels worden geïdentificeerd en vervolgens alternatieve beleidsroutes worden geformuleerd om zo alsnog de beoogde transitie te doorlopen (Van den Ende *et al.*, 2021). Zo zullen bijvoorbeeld aanzienlijke voorfinancieringen gedaan moeten worden en nieuwe verdienmodellen moeten worden ontwikkeld. Bij de transitie van boerenbedrijven naar nattere vormen van landbouw zullen afschrijvingen, investeringen en terugverdientijd meespelen. Geleverde ecosysteemdiensten zullen serieus moeten worden vergoed. De op deze wijze gedetailleerde uitwerking van transitiepaden kan inzicht geven in de benodigde middelen en de haalbaarheid van een scenario, ongeacht welk scenario dat is.

RE:PEAT als hulpmiddel

In de workshop is het interactieve RE:PEAT model gebruikt om te analyseren welke gevolgen de scenario's hebben voor bodemdaling en broeikasgasemissies. Het bijzondere van dit simulatiemodel is dat het interactief is zonder dat er concessies worden gedaan aan de nauwkeurigheid van de berekeningen. Omdat gebruik wordt gemaakt van de rekenkracht van het Tygron Geodesign Platform zijn gedetailleerde berekeningen snel uit te voeren en hoeven er omwille van de interactiesnelheid geen versimpelde verbanden gebruikt te worden. Voor elke rekencel van 25x25 meter en elke tijdstap afzonderlijk kan zodoende de broeikasgasemissie worden berekend op basis van de formules van Evans *et al.* (2021), een wereldwijd veel gebruikte standaard. Recente inzichten uit het NOBV-onderzoek tonen echter aan dat in de Nederlandse situatie iets hogere emissies te verwachten zijn, dus de gepresenteerde resultaten geven een lichte onderschatting. Wat veengroei betreft zijn de resultaten echter met meer onzekerheid omgeven. De snelheid van 1 mm per jaar bij plas-drassituaties is weliswaar een ordegrootte die ook wel wordt gevonden bij proeven met veenmosteelt, maar er zijn nog geen plausibele rekenregels beschikbaar over welke factoren daar precies op van invloed zijn en in hoeverre de snelheid kan variëren.

Het gebruik van een interactief simulatiemodel heeft als voordeel dat de dialoog tussen de workshopdeelnemers is gebaseerd op controleerbare en transparante informatie. Bovendien geeft het model directe feedback op de gemaakte keuzes, waardoor er minder gespeculeerd hoeft te worden en sneller een gezamenlijk wensbeeld wordt bereikt. Deze voordelen van interactieve simulatie worden steeds vaker onderschreven in de literatuur (Van Bruggen *et al.*, 2019; Van Hardeveld *et al.*, 2019) en waren ook

merkbaar tijdens de workshop. De focus in deze workshop lag met name op de te behalen emissiedoelen en bodemdaling, maar er spelen ook andere factoren een rol bij het ontwikkelen van een duurzame toekomst, zoals biodiversiteit, cultuurhistorische waarden en waterkwaliteit. In een weidevogelgebied kan bijvoorbeeld de biodiversiteitswaarde opwegen tegen een gemiste CO₂-doelstelling. RE:PEAT dient daarin vooral als hulpmiddel om de discussie te voorzien van data over emissies en bodemdaling.

Er zijn veel mogelijkheden om verder te experimenteren met het gebruik van RE:PEAT. Bijvoorbeeld vervolgwerkshops waarbij andere groepen stakeholders kunnen aansluiten, zoals de landbouwsector, of waar geëxperimenteerd kan worden met een andere opzet van de besluitvorming, bijvoorbeeld door elke stakeholder verantwoordelijk te maken voor specifieke acties en ruimte in te bouwen voor onderhandeling en belangenafweging. Voor een effectieve inzet tijdens een workshop moet vooraf worden nagedacht over de aard en het detailniveau van de informatie die beschikbaar wordt gesteld. Omwille van het overzicht is in dit geval bijvoorbeeld gekozen voor 'slechts' 32 deelgebieden, vier landgebruiksvormen en vijf droogleggingsopties.

Voor een detailuitwerking in een beperkter gebied zouden meer keuzeopties opgenomen kunnen worden, evenals aanvullende effectberekeningen voor bijvoorbeeld biodiversiteit, waterkwaliteit, stikstof en landbouwopbrengst. Bij uitbreiding kan het waardevol zijn om een handleiding te ontwikkelen over de bruikbaarheid van diverse modellen en hoe en wanneer deze in te zetten.

Voor het Groene Hart staat vast dat vernatting een aanzienlijke rol zal gaan spelen in het terugdringen van broeikasgasemissies en bodemdaling. Dit zal ongetwijfeld leiden tot veranderingen in landgebruik. Het gebruik van RE:PEAT kan helpen bij de bewustwording en zou kunnen worden ingezet in een breed scala aan toepassingen en stakeholdercombinaties, zoals regionale of lokale gebiedsprocessen met bewoners, of sessies met beleidsmakers op gemeentelijk, provinciaal of interprovinciaal niveau. In combinatie met voortschrijdend inzicht uit lopend onderzoek uit onder andere het NOBV en het Veenweide Innovatie Programma Nederland (VIPNL) kan de toekomstvisie verder worden uitgewerkt en kunnen de benodigde stappen worden gezet richting een duurzaam en klimaatbestendig Groene Hart.

De workshop werd geïnitieerd en geleid door een van de auteurs (Martin Wassen) en het project is gefinancierd door de community Water Climate and Future Deltas van de Universiteit Utrecht.

Wij danken alle deelnemers die niet hebben meegeschreven aan dit artikel: Patricia Braaksma (Programmabureau Groene Hart), Carel Dieperink (Universiteit Utrecht,

Nederlands Instituut voor Ecologie), Valeria DiFant (Universiteit Utrecht), Gilles Erkens (Deltares), Mariet Hefting (Universiteit Utrecht), Lotte van Helden (Hoogheemraadschap van Rijnland), John Lambert (Deltares), Allard van Leerdam (Staatsbosbeheer), Marc Londo (Nederlandse Vereniging Duurzame Energie, Universiteit Utrecht), Tim Pelsma (Waternet), Hans Renes (Universiteit Utrecht), Paul Schot

(Universiteit Utrecht), Esther Stouthamer (Universiteit Utrecht), Jan Strijker (Provincie Zuid-Holland), Joris Westenend (Waternet), Florian Witsenburg (Tygron). We bedanken Ton Markus voor het maken van de figuren.

Summary

Moving towards a sustainable Green Heart: the development of a future vision using RE:PEAT

Michelle van Mulken, Henk van Hardeveld, Mandy van den Ende, Rudolf Koster & Martin Wassen

Interactive simulation, workshop, peat rewetting, soil subsidence, greenhouse gases (GHG)

The Dutch Climate Act (2019) states that the Dutch GHG emissions must be reduced by 95% in 2050 compared to 1990. This was translated into a reduction goal of 1 Mton CO₂ equivalent in 2030 for the Dutch peat meadow regions. In a one-day workshop held in April 2022, a group of experts and stakeholders discussed transition paths towards 2100 for the Green Heart area. They created three scenarios based on land use and rewetting and evaluated the GHG emissions reductions of these scenarios.

The workshop was supported by the simulation tool RE:PEAT, in which changes in land use and water table provide quantitative data on land subsidence and emissions over multiple timesteps. The participants worked out in detail an ambitious rewetting scenario in which soil subsidence will be halted in the larger part of the Green Heart by 2050. Moreover, this scenario leads to a 37% reduction of GHG in 2030 compared to 2020, with further reduction of GHG emissions in 2100, partly due to peat regrowth between 2030 and 2100. RE:PEAT provided quick, transparent, and quantitative results that helped evaluate the impact and benefits of various strategies, underpinning dialogue and discussion and tailoring the scenarios. Therefore, this approach could be valuable to support comparable discussions with various groups of stakeholders.

Literatuur

Akker, J. van den, P. Kuikman, F. de Vries *et al.*, 2010. Emission of CO₂ from agricultural peat soils in the Netherlands and ways to limit this emission. Proceedings of the 13th International Peat Congress After Wise Use - The Future of Peatlands, Vol. 1 Oral Presentations, Tullamore, Ireland, 8-13 June 2008.

Bruggen, A. van, I. Nikolic, & J. Kwakkel, 2019. Modeling with stakeholders for transformative change. Sustainability 11(3): 825.

Ende, M. A. van den, J.A. Wardekker, H.L.P. Mees *et al.*, 2021. Towards a climate-resilient future together. A toolbox with participatory foresight methods, tools and examples from climate and food governance. Utrecht. Copernicus Instituut voor Duurzame Ontwikkeling, Universiteit Utrecht.

Erkens, G., R. Melman, S. Jansen *et al.*, 2022. Subsurface Organic Matter Emission Registration System (SOMERS). Nationaal Onderzoeksprogramma Broeikasgassen Veenweiden.

Evans, C., M. Peacock, M., A. Baird *et al.*, 2021. Overriding water table control on managed peatland greenhouse gas emissions. Nature 593(7860): 548-552.

Hardeveld, H. van, P.P. Driessen, P.P. Schot & M.J. Wassen, 2019. How interactive simulations can improve the support of environmental management lessons from the Dutch peatlands. Environmental Modelling & Software 119: 135-146.

Jongh, L. de, R. de Jong, S. Schenau *et al.*, 2021. Natuurlijk Kapitaalrekeningen Nederland 2013-2018. Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS).

Klimaatakkoord, 2019. Den Haag.

Lof, M., S. Schenau, R. de Jong *et al.*, 2017. The SEEA EEA carbon account for the Netherlands. Den Haag. Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) / Wageningen University.

Mulken, M.W.E. van, V. Di Fant, H.A. van Hardeveld *et al.*, 2023. De toekomst van het Groene Hart: een participatieve aanpak voor het verkennen van een duurzaam landschap. Landschap 2023(2): 67-75.

Newell, P., S. Srivastava, L.O. Naess *et al.*, 2021. Toward transformative climate justice: An emerging research agenda. Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change 12(6): e733.