



Winst van hoogveenherstel voor de broeikasgasbalans van de Groote Peel

Monitoring ecosysteemdiensten Life+ Groote Peel
2018

Gert-Jan van Duinen, Christian Fritz en John Couwenberg

Winst van hoogveenherstel voor de broeikasgasbalans van de Groote Peel

Monitoring ecosysteemdiensten Life+ Groote Peel

In opdracht van de provincie Noord-Brabant

Provincie Noord-Brabant



Dit project is tot stand gekomen met een financiële bijdrage van LIFE+, het Europese financieringsinstrument voor de instandhouding van Natura 2000-gebieden.

Gert-Jan van Duinen¹, Christian Fritz² en John Couwenberg³

¹ Stichting Bargerveen, Postbus 9010, 6500 GL Nijmegen, Tel. 06-47282060,
G.vanDuinen@science.ru.nl

² Aquatische ecologie & Milieubiologie, Radboud Universiteit Nijmegen, Postbus 9010, 6500 GL Nijmegen

³ Institut für Botanik & Landschaftsökologie, Universität Greifswald / Greifswald Mire Centre, Soldmannstraße 15, D-17487 Greifswald

COLOFON

Titel: Winst van hoogveenherstel voor de broeikasgasbalans van de Groote Peel - Monitoring ecosysteemdiensten Life+ Groote Peel

Kenmerk: Be00261

Auteurs: Gert-Jan van Duinen, Christian Fritz en John Couwenberg

Stichting Bargerveen | Nijmegen | december 2018

www.stichtingbargerveen.nl | www.linkedin.com/company/stichting-bargerveen



Inhoudsopgave

Samenvatting	6
Dankwoord.....	8
1. Aanleiding en doel.....	9
2. Werkwijze.....	13
2.1. Keuze van de methode	13
Box 1 - Kwantificeringsmethoden emissiereductie van broeikasgassen	13
2.2. Gebruik van de GEST-methode.....	14
2.3. Inschatting broeikasgasfluxen voor de Groote Peel	15
2.4. Uitwerking van 2 scenario's.....	22
3. Geschatte veranderingen in broeikasgassenbalans.....	27
3.1. Inschatting vroegere en huidige situatie	27
3.2. Scenario 1: huidige situatie/geen veranderingen door maatregelen	28
3.3. Scenario 2: situatie 2050 na LIFE+ maatregelen	28
3.4. Effecten van omvorming landbouwgronden en bufferzones op emissies	28
4. Naar praktische methodiek voor C-credits Provincie Noord-Brabant	35
4.1. Aanleiding.....	35
4.2. Voorwaarden bij vermarkten C-credits	36
4.3. Welke standaard gebruiken?	37
4.4. Hoeveel emissiereductie te vermarkten?	42
4.5. Stappenplan acties en taken van partijen.....	46
Literatuur	48
Bijlage 1. Criteria voor Carbon-credits op de vrijwillige koolstofmarkt	50

Samenvatting

Veenmoerassen (hoogveen en laagveen) leggen tijdens hun ontwikkeling CO₂ uit de atmosfeer vast. De planten die er groeien gebruiken dit CO₂ om hun biomassa te vormen. In de natte moerassen verteert het dode plantenmateriaal zeer langzaam en stapelt het zich op tot een veenpakket dat in Nederland tot wel 10 m dik kon zijn. Door ontwatering, ontginning en turfwinning is een groot deel van de in venen vastgelegde CO₂ weer in de atmosfeer gekomen. Door veenrestanten weer nat te maken, kan de oxidatie van veen en daardoor de uitstoot van CO₂ sterk afnemen. Wanneer de vegetatie zich goed hersteld heeft, kan zelfs weer veenvorming en daarmee vastlegging van CO₂ uit de atmosfeer plaatsvinden.

In de Groote Peel wordt in 2018 een LIFE+-project afgerond. Dit project is erop gericht de ontwatering van de veenrestanten zoveel mogelijk ongedaan te maken en hoogveenvorming te stimuleren. Op kortere termijn zorgt de verhoging en stabilisatie van de waterstand in het gebied er al voor dat het nog aanwezige veenpakket minder sterk afbreekt en dus minder CO₂ uitstoot. De vernatting en beëindiging van bemesting van landbouwpercelen op veen aan de randen van het gebied leidt tot een sterke vermindering van de uitstoot van lachgas (N₂O), dat nog een veel sterker broeikaseffect heeft dan de uitstoot van CO₂ of methaan (CH₄). Inundatie van voedselrijke percelen kan vanuit het oogpunt van broeikasgasemissies tijdelijk ongunstig uitpakken, als het tot een CH₄-emissie leidt, die een sterker broeikaseffect heeft dan de reductie van de CO₂-emissie die met deze vernatting wordt bereikt. Op de lange termijn zal vernatting vrijwel altijd gunstiger zijn dan voortduren van de gedraineerde situatie.

In dit rapport worden op basis van de vegetatiekarteringen van 1995, 2006 en 2016, de daaruit afgeleide waterstanden en de uitgevoerde LIFE+-maatregelen de verwachte veranderingen in de emissies van broeikasgassen geschat. De gebruikte GEST-methode (Greenhouse gas Emission Site Types) maakt de verwachte emissiereductie van broeikasgassen door de uitvoering van de maatregelen in het projectgebied op een relatief eenvoudige wijze inzichtelijk en toetsbaar. De basis is de vegetatiekartering, die in het kader van monitoring op gezette tijden wordt uitgevoerd. Er zijn geen ingewikkelde of dure extra metingen nodig.

De drie vegetatiekarteringen tonen aan dat de in de afgelopen decennia uitgevoerde maatregelen hebben geleid tot een duidelijke vernatting van het gebied en uitbreiding van het areaal van veenmossen. De verwachting is dat de oppervlakte van door veenmossen gedomineerde vegetatie in de komende decennia verder zal toenemen. In delen van het gebied met een stabiele en hoge waterstand wordt een zodanige hoogveenvorming verwacht, dat er in de toekomst (jaar 2050) netto koolstofvastlegging kan plaatsvinden. De inschatting is dat de geplande herstelmaatregelen tot een reductie van de emissie van broeikasgassen (CO₂, CH₄ en N₂O) kan leiden van 1.370 tot 2.610 ton CO₂-equivalenten per jaar. Een besparing van 12 tot 24% ten opzichte van de huidige emissie. Door het nemen van maatregelen in de bufferzones aangrenzend aan het reservaat en in het deelgebied Kleine Heitrak is nog een verdere reductie van de emissie mogelijk, zowel in de betreffende percelen voor zover het moerige of veenbodems betreft, als door verdere verbetering van de hydrologische situatie in het reservaat, met name verdere stabilisatie van de waterstanden en verhoging van waterpeilen tot aan het maaiveld, waar dat nog niet wordt bereikt en de bodem bestaat uit veen.

De omvang van de emissiereductie en eventuele koolstofvastlegging is sterk afhankelijk van de mate waarin de door veenmossen gedomineerde vegetatie zich ontwikkelt. Vernatting van door Pijpenstrootje gedomineerde vegetaties blijkt in sommige situaties tot hoge methaanemissies te leiden. Gepubliceerde emissiemetingen van dergelijke situaties vertonen een grote spreiding. Daarom zijn in de Groote Peel aanvullende metingen uitgevoerd. Deze lieten echter geen extreme methaanemissies zien en daarom zijn ook voor dit vegetatietype de emissiegetallen uit de GEST-database aangehouden.

De CO₂-winst die bereikt wordt met de vernatting van veen en moerige gronden is in de vorm van koolstofcertificaten handelbaar. Zo kan een aanzienlijk deel van beheer- en inrichtingskosten van veenherstelprojecten gefinancierd worden. Een mix van financiering uit koolstofcertificaten, private en publieke middelen is mogelijk. Hiervoor dienen echter wel heldere criteria te worden ontwikkeld en het dient duidelijk te zijn dat de emissiereductie niet zou zijn gerealiseerd zonder de inkomsten uit de verkoop van C-credits. De provincie kan een belangrijke taak vervullen in het ontwikkelen van een effectieve koolstofmarkt. Dit rapport beschrijft de eisen die aan C-credits voor de vrijwillige koolstofmarkt worden gesteld en een aantal opeenvolgende en deels gelijktijdig lopende stappen voor de uitgifte van C-credits voor veenvernattingsprojecten door Provincie Noord-Brabant.

Een belangrijke keuze is of een nieuw vernattingsproject wordt ondergebracht bij een van de grote internationale standaards voor de vrijwillige koolstofmarkt, of dat gewerkt wordt met een regionale standaard. De grote internationale standaards zijn veeleisend in hun uitwerking van de vereisten, waardoor bij kleinere projecten (minder dan 1000 ha) de kosten snel groter worden dan de opbrengsten. De veel slankere MoorFutures-standaard is gericht op kleine en middelgrote veenvernattingsprojecten en sterk regionaal gericht. Omdat MoorFutures er alleen zijn in Duitsland, gelden alle Duitse wetten en regels zonder dat dit binnen de standaard vereist of gecontroleerd moet worden. Voor een eigen Brabantse (of Nederlandse) standaard voor veenvernattingsprojecten heeft aansluiting bij de bestaande MoorFutures-standaard als groot voordeel dat heel veel van het ontwikkelwerk niet meer nodig is. De afstemming op de internationaal gevestigde VCS standaard én de regionale focus maken MoorFutures een sterk merk op de vrijwillige koolstofmarkt. Een regionale standaard heeft als extra en belangrijk voordeel dat het sneller vertrouwen creëert, omdat projecten in de nabije omgeving worden uitgevoerd en de koper het betreffende gebied gemakkelijk kan bezoeken. Ook andere ecosysteemdiensten, zoals waterberging, waterzuivering en biodiversiteit kunnen in het programma worden opgenomen en duidelijk meerwaarde bieden voor kopers van de C-credits. Zo'n regionaal of lokaal C-creditsprogramma is daarmee ook een mooi instrument dat bedrijven en burgers helpt bij het waarderen van de waarden van natuur.

Dankwoord

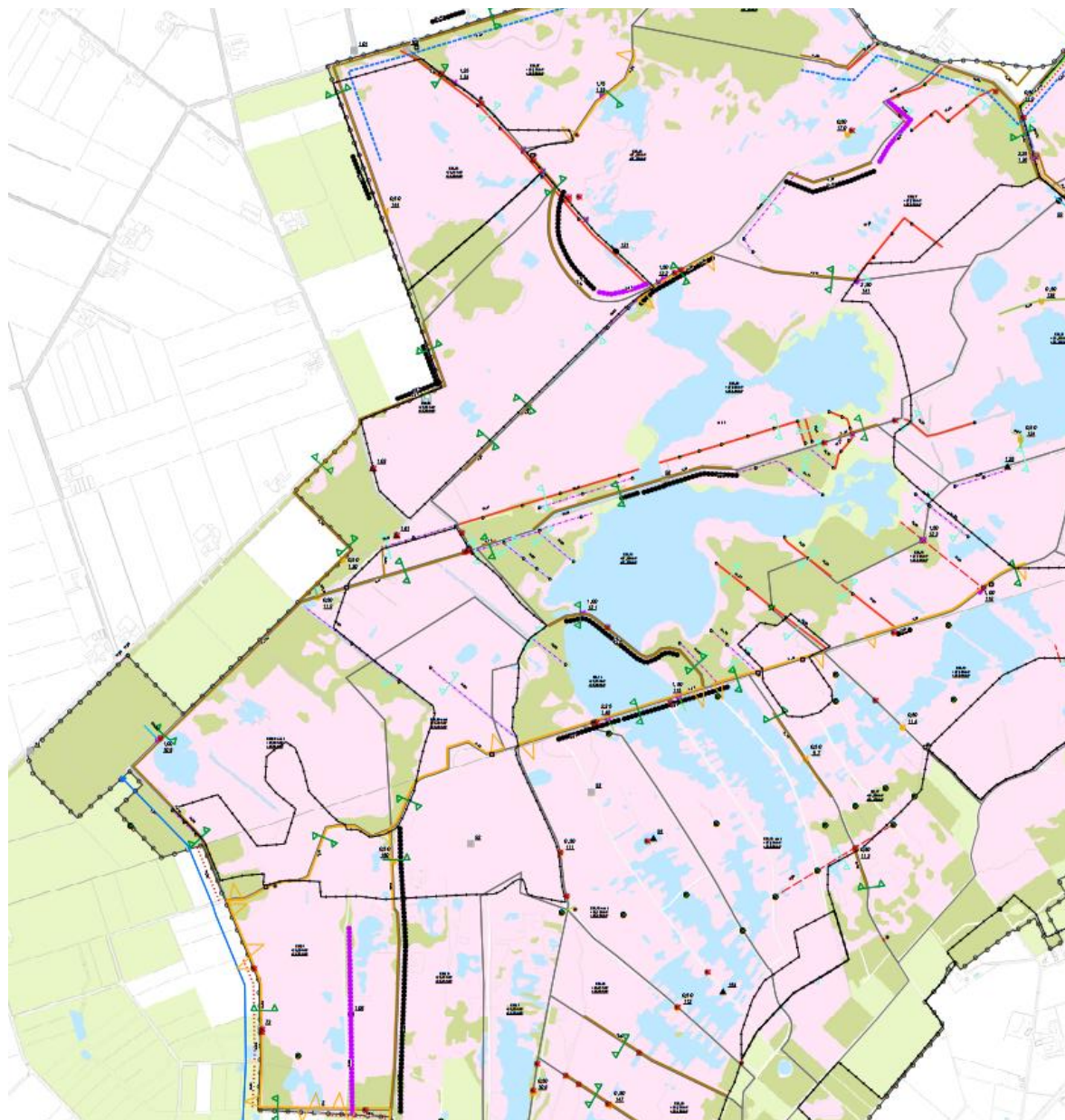
Dit project vond plaats in het kader van het LIFE+-project “More water, more raised bogs in the Groote Peel”. De opdracht werd verleend door de Provincie Noord-Brabant. Jeroen van Leijsen (Provincie Noord-Brabant) leverde informatie over het LIFE+-project en zorgde voor gegevens waarmee in dit project is gewerkt. Michel Nieuwelink en Anton Heesterbeek (Staatsbosbeheer) leverden de gegevens van de vegetatiekarteringen van de Groote Peel in 1995, 2006 en 2016. Jan Holtland (Staatsbosbeheer) voorzag ons van de resultaten van de Iteratio-analyses, waarmee we goed bruikbare gegevens van de waterstanden in het projectgebied hadden. Jeroen van Leijsen, Jeroen Mulder, Tom Paternotte, Wessel de Gouw en Gerrit Schouten (Provincie Noord-Brabant) leverden op verschillende momenten in het project hun input. Remco Versluijs en Ginger Fairhurst (Stichting Bargerveen) werkten mee aan het verwerken van de vegetatiegegevens en emissies in GIS en vervaardigden de kaarten. Allen hartelijk dank voor de prettige samenwerking!

1. Aanleiding en doel

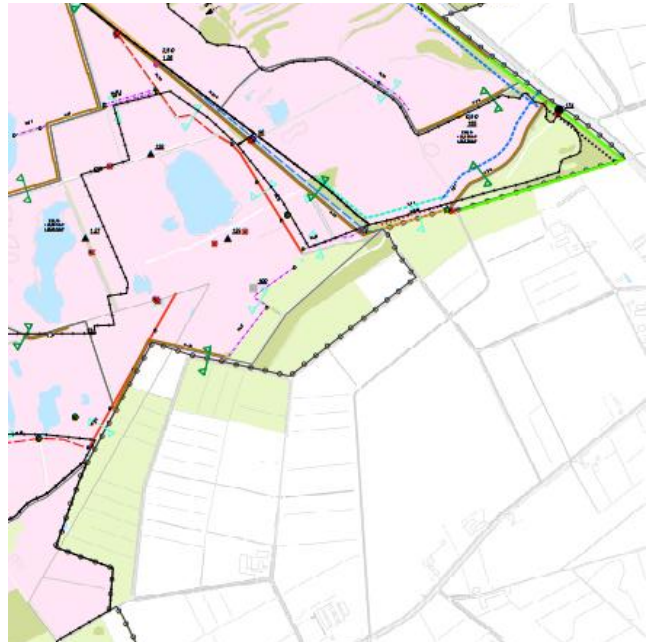
Binnen het project LIFE13 NAT/NL/000079 “More water, more raised bogs in the Groote Peel” worden diverse maatregelen genomen met als doel het hoogveenherstel in de Groote Peel verder te stimuleren. De maatregelen zijn hoofdzakelijk gericht op het realiseren van een hoge en stabiele grondwaterstand. Daartoe worden drainerende waterlopen gedempt, ondieper gemaakt of afgedamd, de hydrologische compartimentering verbeterd door de aanleg of de verhoging van vele kilometers kade en regelbare stuwen en wordt de voedselrijke Eeuwselse Loop naar de buitenrand van de Groote Peel verlegd. Het meten en evalueren van de effecten van deze maatregelen op de Natura 2000 doelen en op een aantal ecosysteemdiensten is onderdeel van het LIFE+-project. Naast herstel van het hoogveenecosysteem en de biodiversiteit, is inzicht gewenst in andere ecosysteemdiensten die ook maatschappelijk relevant zijn. Dit onderzoek richt zich op de effecten van de maatregelen op de emissie en vastlegging van broeikasgassen.

De vermindering van de uitstoot van broeikasgassen of vastlegging van broeikasgassen dragen bij aan de mondiale klimaatdoelstellingen. In de Life+-projectaanvraag is de verwachting uitgesproken dat de herstelmaatregelen en de beoogde uitbreiding van hoogveenvormende vegetatie een gunstig effect hebben op de koolstofbalans en leiden tot een afname van de emissie van broeikasgassen. Bij veenvorming wordt immers actief koolstof vastgelegd, terwijl bij ontwatering en daardoor sterkere afbraak van veenbodems koolstof vrijkomt in de atmosfeer in de vorm van het broeikasgas kooldioxide (CO₂). Hoewel natte venen het broeikasgas methaan (CH₄) uitstoten, leidt hervernatting in de regel tot een duidelijke vermindering van de klimaatbelasting (Wilson *et al.* 2016). Het UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) maakt het nu mogelijk om vernatting van venen als een klimaatontlastende activiteit onder het Kyoto-Protocol mee te tellen. De EU wil in 2020 haar lidstaten verplichten om de broeikasgasemissies van akkers en graslanden mee te tellen in de verplichtingen onder het Akkoord van Parijs en ziet het als noodzakelijk dat ook de venen meer aandacht krijgen.

In dit rapport wordt in de eerste plaats het effect ingeschat van de maatregelen die in het LIFE+-project worden genomen op de balans van de broeikasgassen kooldioxide (CO₂), methaan (CH₄) en lachgas (N₂O) in de Groote Peel (Hoofdstuk 2 en 3). Daarnaast wordt een opzet gemaakt voor een praktische methodiek voor de uitgifte van Carbon Credits (Hoofdstuk 4).



Figuur 1. Maatregelen ten behoeve van hoogveenherstel in de Groote Peel in het kader van het LIFE+-project (Bron: BTL 2016).



Legenda

STUWEN / DUIKERS

-  Handhaven duikers
-  Ontgraven geul t.b.v. duiker en stuw
-  Verwijderen duikers
-  Verwijderen stuwen
-  Verwijderen dam en duiker
-  Aanbrengen damwand

BEGRAZING

-  Op te hogen veerooster
-  Bestaand veerooster
-  Handhaven onderhoudspoort
-  Handhaven klaphek
-  Begrazingsgebied
-  Gaten dichten
-  Puin aanbrengen
-  Handhaven jachthut

KADES

-  Kade ophogen
-  Kade eenzijdig ophogen i.v.m. kwetsbare fauna
-  Getrapte kade i.v.m. toekomstig fietspad
-  Grondwal ontgraven tot 1m boven maaiveld, laagten in de wal opvullen tot NAP+29,25
-  Aanbrengen kwetscherm
-  Aanbrengen grondwal
-  Verwijderen en plaatsen raster
-  Drukverdelenddoek in ophoging
-  Drukverdelenddoek in bestaand pad/terrein
-  Profielaanduiding
-  Richting van ophoging

WATERGANGEN / DAMMEN

-  Aanbrengen dam 3m breed, exacte locatie i.o.m. directie
-  Aanbrengen dam 3m breed, exacte locatie i.o.m. ecobog
-  Aanbrengen dam 5m breed, exacte locatie i.o.m. directie
-  Profielaanduiding
-  Afdammen
-  Afdichten
-  Afdichten en afdammen
-  Afdichten en dempen
-  Afdichten en dempen, incl. ondiepe geul
-  Ontgraven greppel
-  Doorsteken grondwal
-  Nieuw tracé Eeuwsetse loop

REGELWERKEN

-  Bestaande stuw
-  Nieuwe duiker
-  Nieuwe klepstuw incl. breedte
-  Nieuwe schotbalkenstuw incl. breedte
-  Nieuwe vaste drempel

ALGEMEEN

-  Perc. 3de enkel betreden/gebruiken na toestemming directie

MAAIVELD

-  Maaiveld verlaging
-  Werkgrens
-  Nieuw compartimentering

2. Werkwijze

2.1. Keuze van de methode

Er zijn verschillende methoden om de vastlegging van koolstof en de uitstoot van broeikasgassen te meten en in te schatten. In Box 1 worden de verschillende mogelijkheden kort besproken. Voor de inschatting van de effecten van herstelmaatregelen in de Peelvenen op de broeikasgasbalans is in dit project gewerkt met de zogenaamde Greenhouse gas Emission Site Types (GESTs) methode. Belangrijke overwegingen zijn dat gebruik kan worden gemaakt van 1) de vegetatiekartering en gegevens van veendikte en waterstanden die reeds aanwezig zijn van de Groote Peel en 2) geen tijdrovende directe metingen tegen hoge kosten hoeven worden doorgevoerd. Een belangrijk voordeel van deze methode is dat er ook een scenario kan worden ontwikkeld, waarbij een inschatting kan worden gemaakt over de effecten van de maatregelen op de waterstanden, vegetatiesamenstelling en daarmee op de emissie van broeikasgassen en vastlegging van koolstof en de toekomstige broeikasgasbalans in het gebied.

Box 1 - Kwantificeringsmethoden emissiereductie van broeikasgassen

Er is een scala aan methoden om de uitstoot van broeikasgassen te kwantificeren. We bespreken vier methoden die vaak worden toegepast op veenecosystemen. De methoden verschillen in de verhouding tussen directe en indirecte kwantificering. De Eddy-covariance methode en closed chamber methode hebben het hoogste aandeel van werkelijke gasflux metingen in het veld. Beide methoden vereisen een grote inzet in termen van tijd en geld (€ 10.000-50.000 per hectare per jaar). Methoden die een geringere inzet in termen van geld en tijd vereisen zijn het gebruik van door het IPCC geaccepteerde emissiefactoren en de kwantificering met behulp van hoge-resolutie emissiefactoren voor zogenaamde Greenhouse gas Emission Site Types (GESTs).

Alle methoden berusten op directe en indirecte metingen. Verder gebruiken alle methoden modellering en/of schaling procedures om gasfluxen te schatten. Dit resulteert in een mate van onzekerheid binnen elk van de beschikbare methoden. De onzekerheid hangt vooral af van de meetfrequentie en de kwaliteit van de proxy-gegevens (bijv. vegetatie, temperatuur) of de gegevens die nodig zijn voor de procedure die gebruikt wordt om gaten tussen meetpunten op te vullen.

1. *Eddy-covariance technieken* meten broeikasgasfluxen op hectareschaal en worden vaak toegepast in de landbouw, waar grote en relatief homogene percelen de fluxberekeningen mogelijk maken. De metingen zijn gebaseerd op een statistisch model van turbulenties in de lagere luchtlagen (eddies of draaikolken) en hoog frequente metingen van gasconcentraties. Bomen en struiken veroorzaken een hoge onzekerheid in Eddy-covariance gasfluxmetingen. De variabele mix van open en bebost gebied in de Groote Peel zou de installatie van minimaal 5 Eddy-covariance stations over het gebied vereisen.

2. Met de *closed chamber methoden* worden slechts kleine oppervlakken (0,25 tot 4 m²) gemeten. Daarom dienen ze in duplo te worden ingezet voor elk belangrijk vegetatietype (en eventuele verschillende situaties in waterstandsregime binnen een vegetatietype). Broeikasgasfluxen op basis van gasmetingen in closed chambers vereisen een aanzienlijke up-scaling in ruimte en tijd. In de praktijk zijn directe gasmetingen vaak beperkt tot een maandelijkse of tweewekelijkse meetfrequentie, vanwege de grote inspanning in arbeidstijd die closed chamber metingen vereisen.

Onzekerheid van de up-scaling procedure in veengebieden komt voornamelijk voort uit de ruimtelijke en temporele variabiliteit in waterniveau, redox situatie in de bodem, biomassa ontwikkeling, beheer, microtopografie, beschikbaarheid van voedingsstoffen, temperatuur en beschaduwing. Beboste gebiedsdelen kunnen niet volledig gemeten worden met behulp van de closed chamber techniek. Gezien het grote aantal vegetatietypen en terreinsituaties in de Groote Peel, zou een groot netwerk van closed chambers (meer dan 30 locaties) en klimaatstations met bodemsensoren nodig zijn, dat gedurende minstens 2 jaar in bedrijf is.

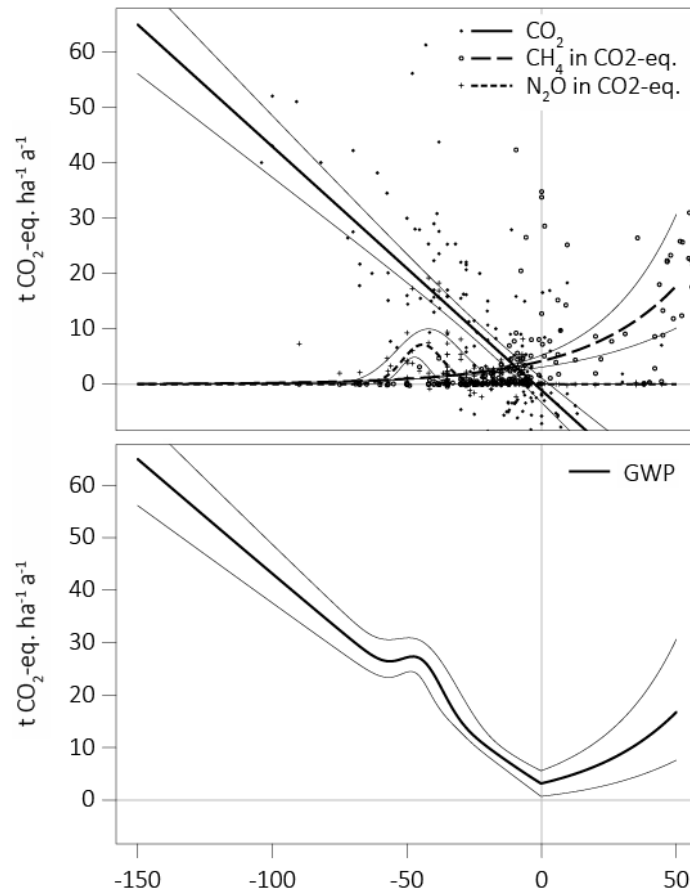
3. De nationale autoriteiten kunnen momenteel de uitstoot van broeikasgassen rapporteren in het kader van het Kyoto-protocol met behulp van *emissiefactoren op basis van vormen van grondgebruik*, die door het IPCC zijn geaccepteerd. Vanaf 2020 is deze rapportage verplicht. Het onderscheid in vormen van grondgebruik volgens de IPCC-systematiek is echter te grof om veranderingen in de emissie van broeikasgassen als gevolg van het relatief kleinschalige natuurbeheer te kwantificeren.

4. Het gebruik van *Greenhouse gas Emission Site Types (GESTs)* biedt een hoge ruimtelijke resolutie met behulp van vegetatie als een integrale proxy voor de uitstoot van broeikasgassen (Couwenberg et al. 2011). De samenstelling van de vegetatie wordt bepaald door dezelfde factoren als de uitstoot van broeikasgassen: waterstand, seizoensvariatie in temperatuur, beschikbaarheid van voedingsstoffen. Vegetatie kan zelf ook de broeikasgasbalans beïnvloeden, bijv. via koolstofvastlegging bij veenvorming door veenmossen. GESTs zijn gebaseerd op gepubliceerde directe metingen (vaak closed chamber metingen) in Noordwest-Europa, waaronder een aantal locaties in Nederland. De onderliggende database wordt regelmatig bijgewerkt, wanneer nieuwe meetgegevens beschikbaar komen. In plaats van de grove indicatoren binnen de IPCC—systematiek (bos, akker, grasland, moeras, ‘overig land’) die op de nationale schaal gebruikt worden, zijn de GESTs veel gedetailleerder. De GEST-benadering maakt het mogelijk scenario’s voor de vernatting en vegetatieontwikkeling door te rekenen en onderling of met de huidige situatie te vergelijken op de gevolgen voor de balans van de broeikasgassen.

2.2. Gebruik van de GEST-methode

De waterstand heeft een belangrijke rol in de emissie en vastlegging van broeikasgassen (Figuur 2), maar ook andere standplaatscondities spelen een rol: de soortensamenstelling van de vegetatie (afbreekbaarheid van het plantenmateriaal en de aanwezigheid van aerenchym in planten) en het landgebruik (met name bemesting). Door Couwenberg et al. (2008, 2011) wordt daarom binnen de klassen van waterstanden een onderscheid gemaakt tussen verschillende vegetatietypen. De bestaande GEST-waarden zijn bruikbaar voor hoog- en laagveengebieden in de regio Nederland, Duitsland en van Zuid-Zweden tot Noord-Frankrijk. Binnen Noordwest-Europa blijkt er een relatief geringe variatie te zijn in de emissie en vastlegging van koolstof voor de vegetaties die in de Peel voorkomen. Er wordt hier gebruik gemaakt van de meest recente uitwerking van de GESTs (Couwenberg et al. in voorbereiding) uit 2018.

De emissie en vastlegging van de verschillende broeikasgassen kan gesommeerd worden en met behulp van door het IPCC vastgestelde omrekenfactoren voor het broeikasgaseffect van CO₂, CH₄ en N₂O (omrekenfactoren resp. 1, 28 en 265) uitgedrukt worden in tonnen CO₂-equivalenten per hectare per jaar (Myhre et al. 2013).



Figuur 2. Uitstoot van broeikasgassen (methaan CH_4 , koolstofdioxide CO_2 en lachgas N_2O) uit veenbodems in relatie tot de gemiddelde waterstand (cm) ten opzichte van maaiveld. De dunne lijnen geven het aannemelijke bereik (minimum en maximum) van emissies aan en de dikke lijnen de gemiddelde uitstoot. In de onderste grafiek is met de zwarte lijn de Global Warming Potential (GWP) weergegeven, als som van de schatwaarden voor de drie gassen. Overgenomen uit: Jurasinski et al. (2016).

2.3. Inschatting broeikasgasfluxen voor de Groote Peel

2.3.1. Vegetatiegegevens en afleiding waterstand

Bij elke combinatie van vegetatietype en waterstandsklasse is een passende broeikasgasflux en Global Warming Potential (GWP) geselecteerd uit de beschikbare GEST dataset. De waterstandsklasse is afgeleid uit de vegetatiesamenstelling (zie Box 1 voor een toelichting op deze keuze). Door Staatsbosbeheer is een Iteratio-analyse (Holtland et al. 2010) uitgevoerd op de vegetatiekarteringen van de Groote Peel. Daarbij zijn de vegetatietypen van de karteringen van 1995, 2006 en 2016 vertaald naar waterstanden (gemiddeld laagste grondwaterstand GLG) op basis van de in Nederland geldende indicatiewaarde van de voorkomende plantensoorten voor waterstanden. Daarmee zijn per vegetatievlak in de vegetatiekaart van de Peelvenen (Figuur 7) zowel het vegetatietype, als een berekende GLG bekend. De gegevens van vegetatiesamenstelling en waterstanden die in de GEST-benadering door Couwenberg et al. (2008, 2011) worden gebruikt om

de broeikasgasfluxen in te schatten, zijn gecontroleerd op toepasbaarheid voor de situatie in de Groote Peel.

Omdat Couwenberg *et al.* (2008, 2011) gebruik maken van de classificering van waterstanden volgens Koska (2001), is aan elk vegetatievlak een klasse uit die indeling gegeven. Daarbij zijn de in Tabel 1 vermelde grenswaarden voor de waterstanden in het natte en droge seizoen en laagste grondwaterstanden aangehouden. Indien in een vegetatievlak waterveenmos aanwezig is, is ervan uitgaan dat water in elk geval in het natte seizoen in het maaiveld komt. Als de voor het vegetatievlak met Iteratio berekende GLG meer dan 15 cm onder maaiveld zakt, is sprake van sterkere fluctuatie van de waterstand. Dan is de waterstandsklasse 5+/4+ of 4+/3+ aangehouden, bij een GLG van respectievelijk minder of meer dan 35 cm onder maaiveld.

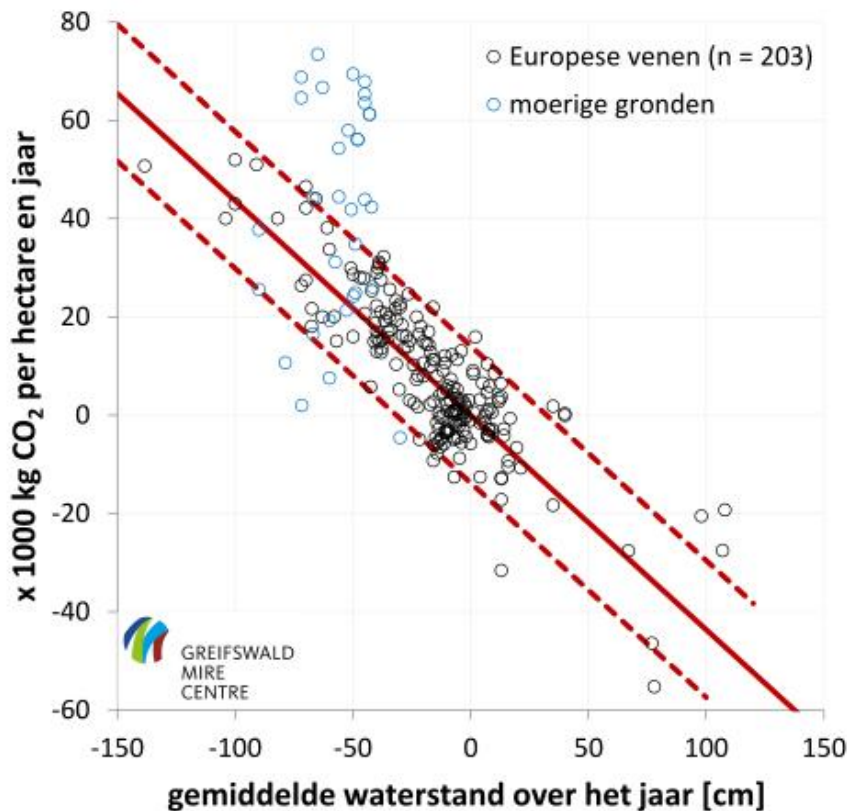
Tabel 1. Grenswaarden voor de verschillende klassen van waterstanden in het natte en droge seizoen die door Couwenberg et al. (2008, 2011) zijn gehanteerd (volgens de indeling van Koska 2001) en de ondergrenzen voor de gemiddeld laagste grondwaterstanden (GLG) zoals die in dit project zijn aangehouden bij de toedeling van vegetatievlakken in de Groote Peel aan de waterstandsklassen.

Waterstands- klasse	Mediaan waterstand		Ondergrens GLG	Omschrijving
	nat seizoen	droog seizoen		
6+	>10cm	>0cm	0cm	permanente wateren
5+	10 - -5cm	0 - -10cm	-15cm	tijdelijke wateren en plas-dras, 's zomers zeer nat
5+/4+	30 – 0cm	0 - -20cm	-35cm	tijdelijke wateren en plas-dras, met dieper wegzakkende waterstand
4+	-5 - -15cm	-10 - -20cm	-35cm	zeer vochtig
4+/3+	0 - -15cm	-15 - -40cm	-70cm	zeer vochtig met dieper wegzakkende waterstand
3+	-15 - -35cm	-20 - -45cm	-70cm	vochtig
2+	-35 - -70cm	-45 - -80cm	-120cm	matig vochtig

2.3.2. Omgaan met areaal veenbodems en moerige gronden

Een deel van de Groote Peel heeft geen veenbodem (zie veendiktekaart, Figuur 6), of geen veenbodem meer als gevolg van de afbraak die sinds het meten van de veendikte in 1988 door Joosten en Lubbers (1988) heeft plaatsgevonden. Deze bodems zullen nu voor een deel als moerige gronden moeten worden aangeduid. De gemeten emissies uit moerige gronden toont een grote spreiding: 2 tot 73 ton CO₂/ha/jaar (Figuur 3). Emissies uit moerige gronden kunnen zo hoog zijn, doordat er veel koolstof per liter bodem aanwezig is door hoge bulk dichtheid (hoger dan 'echte' veenbodems) en de afbraak verhoogd kan zijn doordat de bovenste 30 cm van de bodem sterk opwarmt en het koolstof in moerige gronden is blootgesteld aan makkelijk afbreekbaar koolstof (strooisel, wortellexudaten; het zogenaamde 'priming effect'), wat de afbraak van recalcitrant (oud) organisch materiaal verhoogt. Agrarisch gebruik van de moerige bodems (scheuren van de grond en bemesting) kunnen de mineralisatie van het organisch materiaal (en dus de C-emissie) verhogen. Omvorming van percelen met moerige bodem naar natuur, bijvoorbeeld aan de randen van natuurreservaten, kan zorgen voor het sterk reduceren van deze C-emissie. De beste inschatting lijkt te zijn dat de emissie tenminste net zo hoog is als bij veenbodems met een vergelijkbare

ontwatering. Dit overwegende is in dit project het gehele areaal van veenbodems en moerige gronden meegenomen bij de inschatting van emissies. De delen waar in 1988 geen veen aanwezig was, zijn in deze analyse verder buiten beschouwing gelaten, omdat er geen afbraak van veen kan plaatsvinden, of omdat het destijds aanwezige organisch materiaal intussen (vrijwel) volledig zal zijn afgebroken.



Figuur 3. Koolstofemissie uit moerige gronden en venen in Europa uitgezet tegen de gemiddelde waterstand over het jaar (Samenstelling: J. Couwenberg, Greifswald Mire Centre).

2.3.3. Emissie vanuit oppervlaktewateren

Oppervlaktewateren in venen kunnen 'hot spots' zijn voor methaanemissie, waarbij methaangasbellen vanuit de onderwaterbodem kunnen vrijkomen ('ebullition'). Vanwege de variatie in de kwaliteit van de onderwaterbodem en de vegetatie van de oppervlaktewateren is het belangrijk om bij de inschatting van de broeikasgasbalansen te rekenen met emissiegetallen die passend zijn voor de situaties in de Peelvenen. Om die reden zijn in het kader van het project in de Deurnsche Peel en Mariapeel (Van Duinen *et al.* 2015) in een drietal grotere oppervlaktewateren methaanemissies gemeten. Over een heel jaar gezien bleek de methaanemissie vanuit deze drie wateren zeer gering te zijn en minder dan 1 ton CO₂-eq./ha/jaar te bedragen, zoals door Couwenberg *et al.* (2008) wordt aangegeven. Deze gegevens geven geen enkele aanleiding om te veronderstellen dat de grotere wateren een 'hot spot' van methaanemissie zijn. Er is alle reden om aan te nemen dat de situatie in de grotere oppervlaktewateren in de Groote Peel in dezelfde range liggen, omdat het hier eveneens gaat om bodems die bestaan uit sterk vergaand, oud restveen, of zand en er geen sprake is van een grote toestroming van gemakkelijk afbreekbaar organisch materiaal vanuit de

omgeving. Aanvullende metingen in oppervlaktewateren in de Groote Peel zijn daarom niet nodig geacht.

In oppervlaktewateren op minerale bodem kan potentieel nog wel emissie van broeikasgassen plaatsvinden, vanuit de afbraak van recent afgestorven biomassa van waterplanten of algen. Omdat oppervlaktewateren nauwelijks voorkomen op de delen met minerale bodem en zich daar ook na de maatregelen niet zullen ontwikkelen, hoeft hiermee in dit geval geen rekening gehouden te worden.

2.3.4. Emissie vanuit vernatte Pijpenstrootjevegetaties

Inundatie van vers, eenvoudig afbreekbaar organisch materiaal kan tot hoge methaanemissies leiden. Recent is in Noordwest-Duitsland de jaarlijkse broeikasgasbalans van een drietal vegetatietypen (heide, veenmos/veenpluis en pijpenstrootje gedomineerd) in een 30 jaar geleden vernet hoogveenrestant onderzocht (Vanselow-Algan *et al.* 2015). Alle drie de vegetatietypen blijken nog een netto CO₂-bron te zijn. Op basis van de emissies van CO₂, CH₄ en N₂O is de jaarlijkse broeikasgasbalans opgesteld en deze varieerde van 25 tot 53 ton CO₂-eq/ha/jaar. Dit werd in belangrijke mate veroorzaakt door de hoge methaanemissies, vooral op de locatie die gedomineerd wordt door Pijpenstrootje. Volgens Vanselow-Algan *et al.* (2015) heeft dit zeer waarschijnlijk te maken met de sterke fluctuatie in de waterstand, het type restveen (bonkaarde) en het bij inundatie eenvoudig naar de atmosfeer ontsnappen van methaangas dat gevormd wordt bij de afbraak van het eenvoudig afbreekbare strooisel van Pijpenstrootje.

De door Vanselow-Algan *et al.* (2015) gepubliceerde emissiewaarden vertonen een grote spreiding. Ze zijn ook veel hoger dan het algemene beeld van emissiemetingen van hoogvenen en ook veel hoger dan in vergelijkbare vegetaties elders is gemeten, zoals blijkt uit review van meetgegevens voor de GEST-database door John Couwenberg. Bij de inschatting van de effecten van de maatregelen in de Deurnsche Peel en Mariapeel is voor Pijpenstrootjevegetaties uitgegaan van een emissie van 7,5 tot 12,5 ton CO₂-eq/ha/jaar, op basis van de GEST-database. Gezien het grote aandeel door Pijpenstrootje gedomineerde vegetaties in Nederlandse hoogveenrestanten (zo ook de Groote Peel), is het voor een goede inschatting van de broeikasgasbalans belangrijk geacht dat hiervan meer metingen beschikbaar komen en duidelijk wordt in hoeverre het strooisel van Pijpenstrootje in Nederlandse situaties (met hoge stikstofdepositie en eventuele effecten van vroegere inlaat van gebiedsvreemd water) inderdaad tot veel hogere emissie leidt dan elders meestal is gemeten en welke rol waterstandsfluctuatie daarbij speelt. Daarom zijn aanvullende metingen van de methaanemissie vanuit diverse in de Groote Peel aanwezige door Pijpenstrootje gedomineerde situaties uitgevoerd op tien meetpunten op 6 dagen tussen begin juli en half oktober 2017, de periode waarin methaanemissie piekt. Daarbij is gebruik gemaakt van de in wetenschappelijk onderzoek naar broeikasgasemissies gangbare methode van gesloten kamers ('closed chambers'), die over de bodem en vegetatie worden geplaatst.

De 10 meetpunten zijn gekozen in drie groepjes van 3 of 4 meetpunten, die de volgende drie situaties omvatten:

1. Permanent natte vegetatie van Pijpenstrootje met hoge bedekking van veenmos tussen de Pijpenstrootjepollen. Waterstand fluctueerde in de meetperiode tussen 20 cm onder de veenmoskopjes en 2 cm erboven.

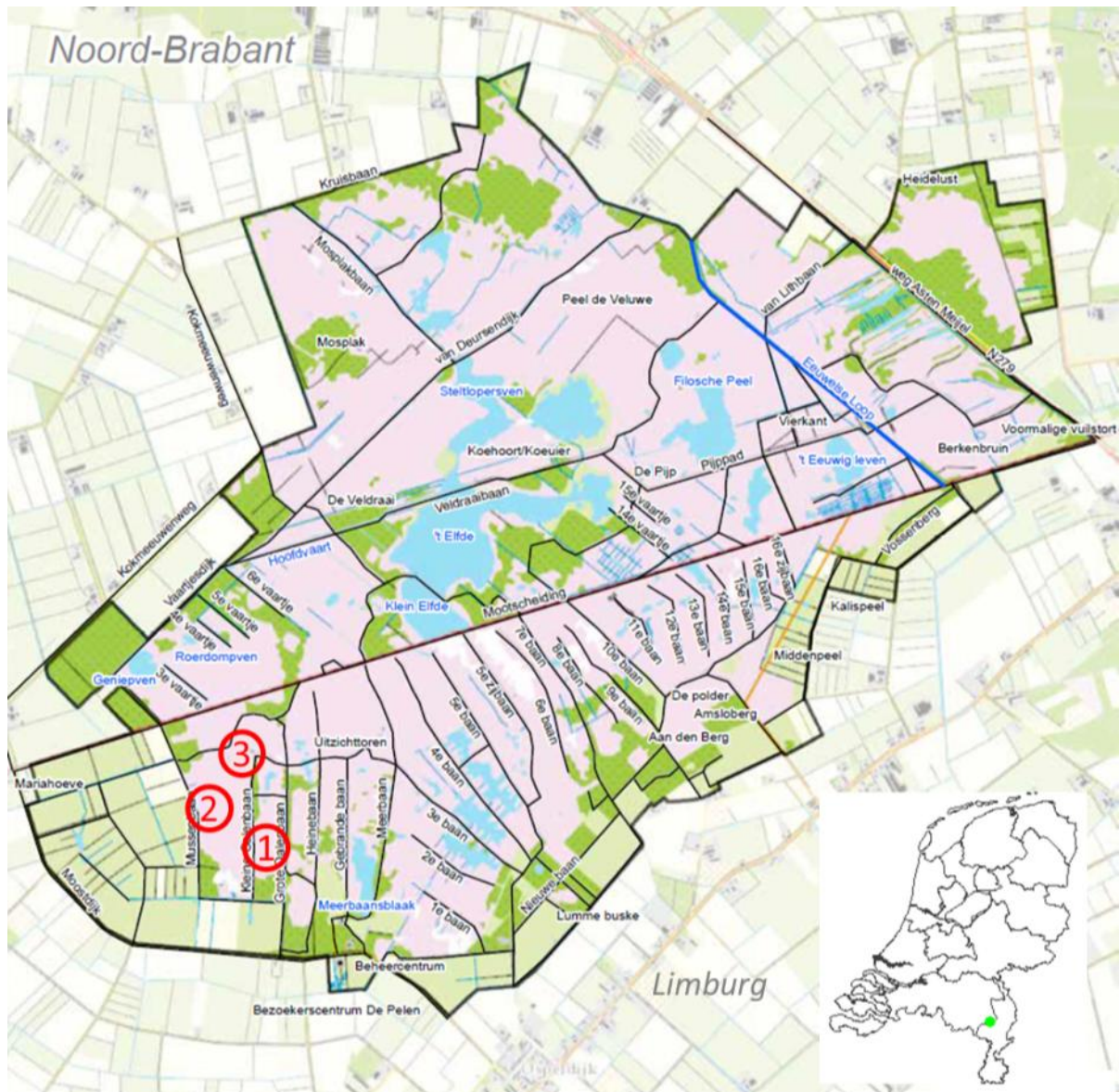
2. Permanent natte vegetatie met hoge bedekking van Pijpenstrootje en bedekking van veenmos op alleen de laagste plekken tussen de Pijpenstropollen. Waterstand fluctueerde in de meetperiode tussen 5 en 20 cm onder de veenmoskopjes.
3. Vegetatie van Pijpenstrootje op dunne restveenbodem, waar het grondwater in de zomer meer dan 1 m onder maaiveld staat en in oktober 2017 nog 75 cm onder maaiveld.

De locaties van deze drie groepjes van meetpunten is weergegeven in Figuur 4. Bij elk groepje meetpunten is een peilbuis geplaatst om de waterstand te monitoren.

Op locatie 3 werd zoals verwacht vanwege de droogte geen of nauwelijks methaan gemeten. De hoogste en betrouwbare metingen hadden GWP-waarden van 1.2, 1.4 en 2.1 ton CO₂-eq./ha/jaar. Omdat het om momentopnames gaat in de warmste periode van het jaar, zal de daadwerkelijke GWP over het jaar gezien vele malen lager liggen. Van de totaal 40 metingen in de veel nattere locaties 1 en 2 werd in de helft van de gevallen een meetreeks verkregen die duidde op een ontsnapping van een methaangasbel, mogelijk als gevolg van betreding van de omringende bodem. Het was niet mogelijk om stijgers op diepe palen rondom de meetplots te installeren. Een betrouwbare meetreeks werd verkregen in de andere helft van de metingen, die een GWP van meestal minder 10 en vier uitschieters tussen de 15 en 25 ton CO₂-eq./ha/jaar opleverden. Gerekend over een heel jaar ligt de GWP veel lager en is dus geen sprake van extreme methaanemissies, zoals die door Vanselow-Algan *et al.* (2015) worden gerapporteerd. Gezien deze meetresultaten is er geen reden voor de Groote Peel af te wijken van de inschattingen op basis van de GEST-database.



Foto 1. 'Closed chambers' in drogere Pijpenstrootjevegetatie (locatie 3 in Figuur 4) in de Groote Peel.

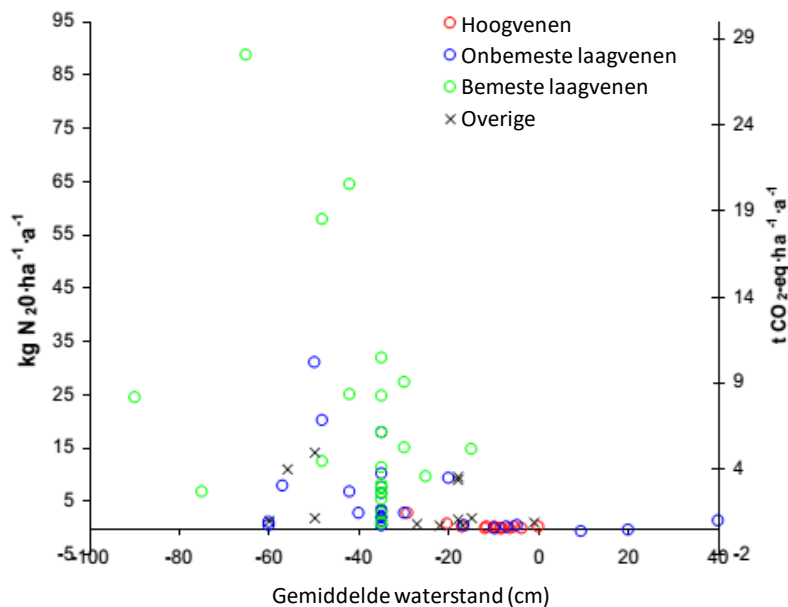


Figuur 4. Locaties van de drie groepen van totaal tien meetpunten voor de methaanflux in vernatte en door Pijpenstrootje gedomineerde vegetaties in de Groote Peel in 2017.

2.3.5. Emissie van N_2O

De uitstoot van lachgas (N_2O) is zeer erratisch (Figuur 5). Daarom is de emissie van N_2O niet meegenomen in de toepassing van de GEST-methode door Couwenberg *et al.* (2008, 2011) en in enkele andere studies. In het geval landbouwpercelen op veen uit productie worden genomen, zoals regelmatig gebeurt rondom natte natuurreservaten, is het echter wel degelijk zinvol de effecten van deze maatregelen op de lachgasuitstoot mee te nemen in de inschatting van de effecten van de maatregelen op de broeikasgasbalans. De emissie vanuit bemeste en diep ontwaterde graslanden op veen of moerige gronden is namelijk zeer hoog, terwijl emissie vanuit veenbodems met een hoge waterstand (minder dan 15 cm onder maaiveld) verwaarloosbaar klein is (Van Beek *et al.* 2010, Couwenberg *et al.* 2011). Vernatting en beëindiging van bemesting op de verworven landbouwgronden in de Peel kan dus een groot effect hebben op de emissie van het sterke broeikasgas N_2O . Daarom wordt de eventuele reductie van de N_2O -emissie door omvorming van

landbouwpercelen wel meegenomen in de berekeningen voor de Groote Peel, zoals ook bij de inschatting voor de Deurnsche Peel en Mariapeel is gedaan (Van Duinen *et al.* 2015). De default-waarde die het IPCC hanteert voor N_2O -emissie vanuit graslanden op gedraineerde venen in de gematigde klimaatzone is 3,5 ton CO_2 -equivalenten per hectare per jaar. Hogere emissies zijn vanuit reguliere N-giften op landbouwpercelen zeker niet uitgesloten (Figuur 5), maar in deze analyse wordt uitgegaan van een conservatieve inschatting.



Figuur 5. Emissie van lachgas (N_2O) uitgezet tegen de gemiddelde waterstand (cm) ten opzichte van maaiveld. Op de rechter as is het broeikaseffect omgerekend naar ton CO_2 -equivalenten per ha per jaar. Overgenomen uit Couwenberg *et al.* (2008).

2.3.6. Selectie van broeikasgassenflux per vegetatietype en waterstandsklasse

Voor de in de vegetatiekarteringen onderscheiden vegetatietypen en het op termijn in delen van het gebied verwachte vegetatietype Veenmosrijke verlandingsvegetatie wordt in Tabel 3 de in dit project aangehouden GWP vermeld. Evenals voor het inschatten van broeikasgasfluxen voor de vrijwillige koolstofmarkt, is ook in dit project een conservatieve inschatting gekozen. Uit een analyse van Günther *et al.* (2018) blijkt dat gebruik van de GEST-methode vrijwel altijd een onderschatting geeft van de emissiereductie in vergelijking met directe metingen aan koolstofemissies in een terrein. Dit is overigens ook wenselijk met het oog op de eisen die gesteld worden bij de uitgifte van koolstofcertificaten (zie hoofdstuk 4).

2.4. Uitwerking van 2 scenario's

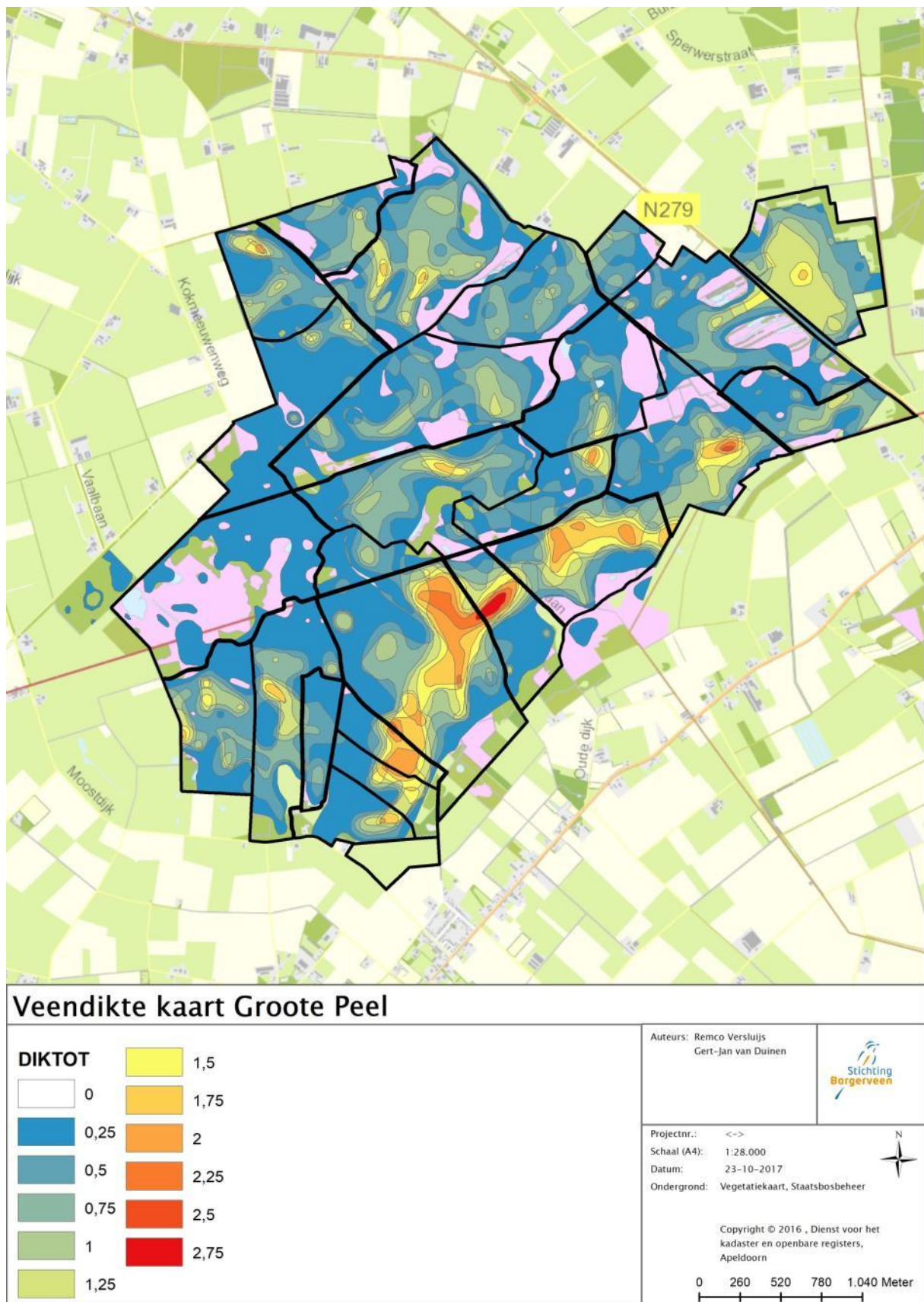
Het LIFE+-project in de Groote Peel loopt tot 2018 en de te verwachten gunstige effecten van de maatregelen op de balans van de broeikasgassen zullen pas op langere termijn optreden, als de veenvormende vegetatie sterk is uitgebreid. Om de voor de toekomst verwachte broeikasgasfluxen en te verwachten afname in de Global Warming Potential (GWP) in beeld te brengen, zijn drie scenario's berekend, waarbij een termijn van circa 30 jaar (jaar 2050) is aangehouden:

1. *Niets doen/huidige situatie*: wanneer de herstelmaatregelen in het kader van LIFE+ niet zouden worden uitgevoerd, treedt geen verdere vernatting van de veenrestanten op. De ontwikkeling van veenvormende, door veenmossen gedomineerde vegetaties tot een netto koolstof vastleggende vegetatie zal dan nauwelijks optreden. De situatie in het jaar 2050 zal dan wat de broeikasgasbalans betreft niet substantieel afwijken van de huidige situatie, die op basis van de vegetatiekartering van 2016 is ingeschat.
2. *Uitvoering herstelmaatregelen in LIFE+-project*: Om de voor het jaar 2050 ingeschatte broeikasgassenbalans te kunnen berekenen, is het gebied ingedeeld in deelgebieden waar wel of geen veranderingen zullen optreden als gevolg van de geplande maatregelen. Daarbij is gebruik gemaakt van gegevens uit hydrologische modelleringen in de rapportages van Caljé & Beekman (2015) en BTL (2016). Per deelgebied zijn de verwachte nieuwe waterstandsregimes (uitgedrukt in waterstandsklassen zoals in Tabel 1) ingeschat en de dan verwachte vegetatietypen. Sterkste veranderingen in het waterstandregime worden verwacht rondom het oude traject van de Eeuwselse Loop, aan de noordzijde waar een kwelscherm is aangebracht, het compartiment waarin het Steltlopersven ligt en aan de westzijde (omgeving Mussenbaan en Roerdompven). Voor de ontwikkeling van de veenvormende en door veenmossen gedomineerde vegetaties zijn twee scenario's doorgerekend:
 - scenario A) waarbij het vegetatietype niet verandert, maar alleen vernatting en een beperkte toename van de bedekking van veenmossen optreedt;
 - scenario B) waarbij ervan uitgegaan is dat de komende jaren op gunstige locaties aan de randvoorwaarden voor optimale veenmosontwikkeling wordt voldaan en de bedekking met veenmossen zo sterk toeneemt dat situaties met netto koolstofvastlegging zullen ontstaan.

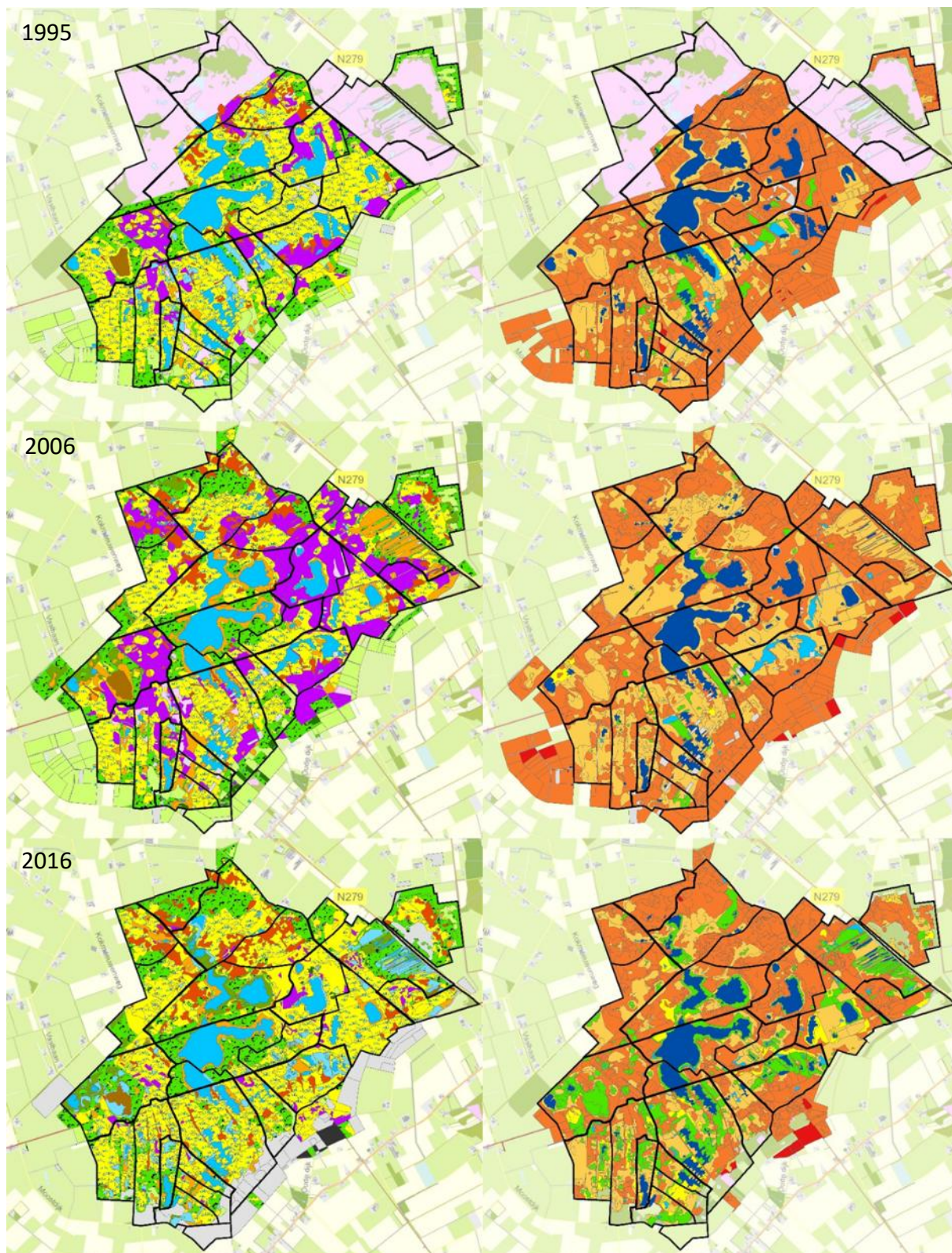
In de verwachting voor de vegetatieontwikkeling is ervan uitgegaan dat geschikte locaties voor een goede ontwikkeling van door veenmossen gedomineerde vegetaties zich vooral voordoen waar momenteel natte Pijpenstrootjevegetaties en natte vegetaties met Struikhei en Gewone dophei en meer dan 70% bedekking van Pijpenstrootje voorkomen, beide bij een waterstandsklasse 5+/4+. Door vernatting en stabilisatie als gevolg van de te nemen maatregelen zal hier naar verwachting een waterstandsklasse 5+ gaan optreden, die gunstig is voor veenmosontwikkeling. Het is met minder zekerheid aan te geven in welke mate de veenmosontwikkeling zal plaatsvinden en of in de toekomst (jaar 2050) daadwerkelijk netto koolstofvastlegging optreedt. De scenario's 2A en 2B geven daarom een marge aan voor de verwachte afname van de emissies.

Tabel 3. Per vegetatietype de waterstandsklassen waarin het type is ingedeeld en de Global Warming Potential (GWP in tonnen CO₂-equivalenten/ha/jaar).

Vegetatietype	Waterstandsklassen	GWP
Veenmosrijke verlandingsvegetatie	5+	-1,5
Waterveenmos/hoogveenslenk nat	5+ of 5+/4+	2
Open water + ander type (verlandingsvegetaties)	6+	3
Watertype + Waterveenmos + ander type	6+ of 5+	3,5
Pijpenstrootje vochtig + Eenarig wollegras	5+/4+ of 4+ of 4+/3+	5
Type van Dophei vochtig	5+/4+ of 4+ of 4+/3+	5,5
Pijpenstrootje nat/vochtig + Waterveenmos/veenmos	5+ of 5+/4+ of 4+	6,5
Riet nat + veenmos (lisdodde)	5+/4+	6,5
Waterveenmos nat/vochtig + ander type (veenputtenstructuur)	5+, 5+/4+, 4+, 4+/3+	7
Ruigte van Adelaarsvaren + open water	5+/4+	8,5
Riet matig vochtig	4+/3+	8,5
Pitrus nat + ander type	5+ of 5+/4+	8,5
Wilgenstruweel (Gauwe/Geoorde wilg) nat/vochtig + ander type	5+ of 5+/4+ of 4+	8,5
Berken-zomereikenbossen (nat/vochtig)	5+ of 5+/4+ of 4+	10
Kapvlakte met Wilgenroosje	3+	12,5
Pijpenstrootje droog en/of heide droog	3+	12,5
Ruigte van Adelaarsvaren	3+ of 4+/3+	12,5
Berken-zomereikenbossen met Pijpenstrootje en/of Adelaarsvaren	3+ of 4+/3+	12,5
Soortenarme ruigte van Pijpenstrootje vochtig + ander type	3+ of 4+/3+	12,5
Wilgenstruweel (Gauwe wilg, Geoorde wilg) + ander type	3+ of 4+/3+	12,5
Struikhei, Gewone dophei + ander type vochtig/droog	3+ of 4+/3+	12,5
Graslanden vochtig (o.a. Engels raaigras, Ruw beemdgras)	3+ of 4+/3+	12,5
Veenputtenstructuur + Pijpenstrootje en/ of Pitrus	4+/3+	12,5
Pitrus vochtig + ander type (vergrast)	3+ of 4+/3+ of 4+	14,5
Ruigte van Akkerdistel + (schrale) droge graslanden	2+ of 3+	19,5
Kapvlakte loofbos	2+	20
Type van Zomereik, Berk, Amerikaanse vogelkers en/of heide	2+	20
Naaldbos	3+	20
Akker	2+ of 3+	31,5



Figuur 6. Resterende veendikte in de Groote Peel, zoals die in 1987 is vastgesteld door Joosten & Lubbers (1988), met interpolatie door Caljé & Beekman (2015).



Figuur 7. Vereenvoudigde vegetatiekaarten van de Groote Peel voor de jaren 1995, 2006 en 2016 (links, van boven naar beneden) en de daaruit met behulp van Iteratio afgeleide waterstandsklassen (rechts). Bij de vegetatiekartering van 1995 ontbreken delen aan de noord- en oostzijde van het gebied en in 2016 enkele kleinere oppervlakten.



Legenda bij Figuur 7.

3. Geschatte veranderingen in broeikasgassenbalans

3.1. Inschatting vroegere en huidige situatie

Figuur 8 geeft de veranderingen in de GLG tussen 1995, 2006 en 2016, zoals vastgesteld op basis van de bewerking van de vegetatiekarteringen van deze jaren met behulp van Iteratio. Uit deze analyse komt naar voren dat delen van het gebied in het jaar 2006 (of de jaren kort daarvoor) droger waren dan in (en kort voor) het jaar 1995 en andere delen natter. De vergelijking tussen 2006 en 2016 geeft hetzelfde beeld. De vergelijking tussen 1995 en 2016 laat zien dat een groot areaal duidelijk natter is geworden, hoewel er ook een oppervlakte droger lijkt te zijn geworden. De delen die natter zijn geworden, betreffen overwegend vegetaties waarin veenmossen zijn verschenen of toegenomen in bedekking.

De huidige en vroegere balans van broeikasgassen (emissie, vastlegging) is berekend op basis van de vegetatiekarteringen van 1995, 2006 en 2016, zoals in het voorgaande hoofdstuk is omschreven. In Figuur 9 is deze inschatting voor de koolstofemissies (CO_2 en CH_4) in deze drie jaren in beeld gebracht.

De vergelijking met 1995 op gebiedsniveau wordt gecompliceerd door het feit dat in 1995 een relatief droog deel aan de Brabantse kant van het gebied niet is gekarteerd. De totale gekarteerde oppervlakte is vermeld in Tabel 4. Verder wordt de vergelijking tussen jaren enigszins gecompliceerd doordat er in die drie jaren verschillende karteerders hebben gewerkt, hetgeen enig verschil in typering van de vegetatie met zich kan meebrengen. Bovendien zien we dat in 2016 een groot deel van het areaal dat in 2006 als heide werd gekarteerd, in 2016 als een door Pijpenstrootje gedomineerde vegetatie is gekarteerd. De delen die droger zijn, of lijken te zijn, betreffen veelal vegetaties met Pijpenstrootje. In enkele situaties, zoals langs de oevers van de grote plassen, gaat het om de ontwikkeling van veenmos in open water; een gewenste ontwikkeling dus. De toename van Pijpenstrootje kan daadwerkelijk hebben plaatsgevonden in deze periode na de vernatting, zoals onder meer ook in het hoogveenrestant Engbertsdijksvennen is geconstateerd (Van Duinen 2015) en het is aannemelijk dat dit verschil tussen de karteringen niet (of niet alleen) voortkomt uit verschil van karteerders. Vanwege de indicatiewaarde van Pijpenstrootje voor vocht zou de berekening van de GLG in het programma Iteratio voor deze plekken lager kunnen uitvallen dan in werkelijkheid het geval is.

Om deze redenen is het lastig om aan de hand van de berekende GLG en de mede daarop gebaseerde inschatting van de emissie een daadwerkelijk opgetreden positief of negatief effect van de vernatting tussen de jaren 1995, 2006 en 2016 vast te stellen. De getallen in Tabel 4 en de grafiek in Figuur 12 laten zien dat er geen grote veranderingen hebben plaatsgevonden in de GWP van de Groote Peel over de periode 1995-2016. De in de opeenvolgende vegetatiekarteringen gesignaleerde uitbreiding van veenmossen is echter duidelijk een positief en gewenst effect van de tot 2016 uitgevoerde maatregelen.

3.2. Scenario 1: huidige situatie/geen veranderingen door maatregelen

De huidige situatie (Figuur 9 rechts: jaar 2016) is tevens de inschatting voor de situatie in 2050, wanneer geen verdere herstelmaatregelen worden genomen. De hoeveelheid veen boven de grondwaterstand blijft dan vrijwel gelijk, of neemt af door voortgaande afbraak en zakking en de veenvorming wordt niet verder uitgebreid, hooguit zeer plaatselijk en in zeer beperkte mate door een langzaam verdergaande ontwikkeling van veenmosvegetaties.

3.3. Scenario 2: situatie 2050 na LIFE+ maatregelen

De doorgaande ontwikkeling van de waterstanden en veenmosvegetatie, gestimuleerd door de recent uitgevoerde LIFE+-maatregelen (en wellicht in de nabije toekomst nog te nemen maatregelen), zal naar verwachting tot een verdere daling van de emissie leiden. De geschatte broeikasgassenbalans voor de situatie in 2050, volgens de werkwijze die in het voorgaande hoofdstuk is omschreven, wordt in beeld gebracht in Figuur 10 (midden scenario 2A en rechts scenario 2B). Het verschil tussen de emissies in de huidige situatie en de 2 toekomstscenario's is weergegeven in Figuur 11. In delen van het gebied met een stabiele en hoge waterstand wordt een zodanige hoogveenvorming verwacht, dat er in de toekomst (jaar 2050) netto koolstofvastlegging kan plaatsvinden. De inschatting is dat de geplande herstelmaatregelen tot een reductie van de emissie van broeikasgassen kan leiden van totaal 1.370 tot 2.610 ton CO₂-equivalenten per jaar ten opzichte van de huidige situatie (jaar 2016) of de situatie wanneer geen verdere verbetering van de hydrologische omstandigheden zou hebben plaatsgevonden. Dit is een besparing van 12 tot 24%. Daarbij moet nog worden opgemerkt dat de inschatting van een emissie van 12,5 ton CO₂-eq./ha/jaar of lager voor het overgrote deel van het gebied in 1995 en ook in 2016 aan de lage kant is voor een veengebied wat met verdroging te maken heeft en waar nauwelijks veenvormende vegetatie aanwezig is.

3.4. Effecten van omvorming landbouwgronden en bufferzones op emissies

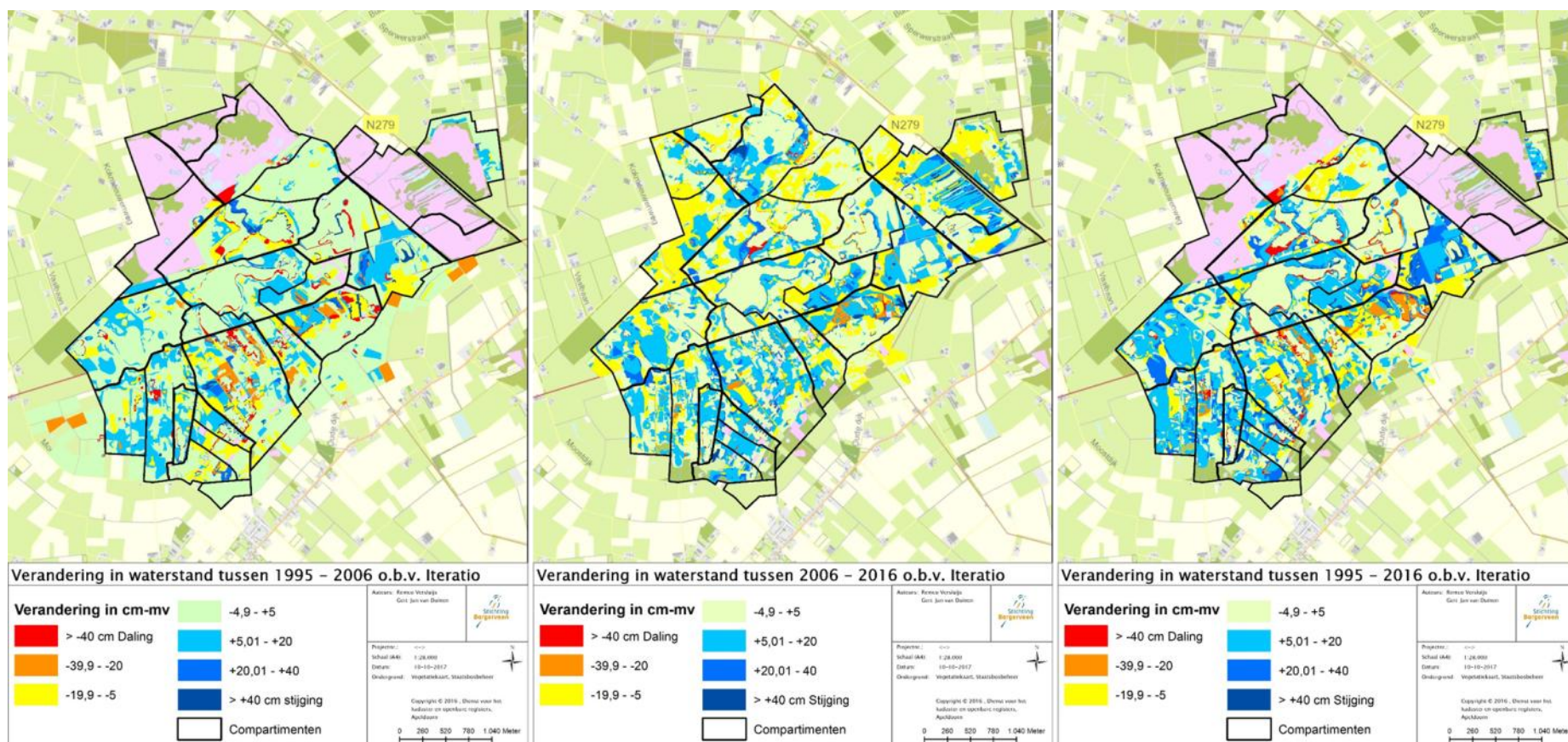
Omvorming van bemeste en gedraineerde landbouwgronden op veen of moerige bodems kan potentieel een groot positief effect hebben op de reductie van de GWP, doordat daarmee niet alleen de CO₂-emissie afneemt, maar ook de emissie van het zeer sterke broeikasgas N₂O zeer sterk wordt teruggebracht. In de afgelopen decennia is al een aantal percelen uit productie genomen. Deze zijn geel gemarkeerd in Figuur 13. Voor een aantal percelen loopt het proces van verwerving en omvorming nog (oranje in Figuur 13). Beëindigen van bemesting en drainage kan hier een positief effect hebben op de GWP, voor zover het veen of moerige bodems betreft.

Inundatie van voedselrijke percelen kan vanuit het oogpunt van broeikasgasemissies ter plekke tijdelijk ongunstig uitpakken. De anaerobe afbraak van de vegetatie en het dode organisch materiaal

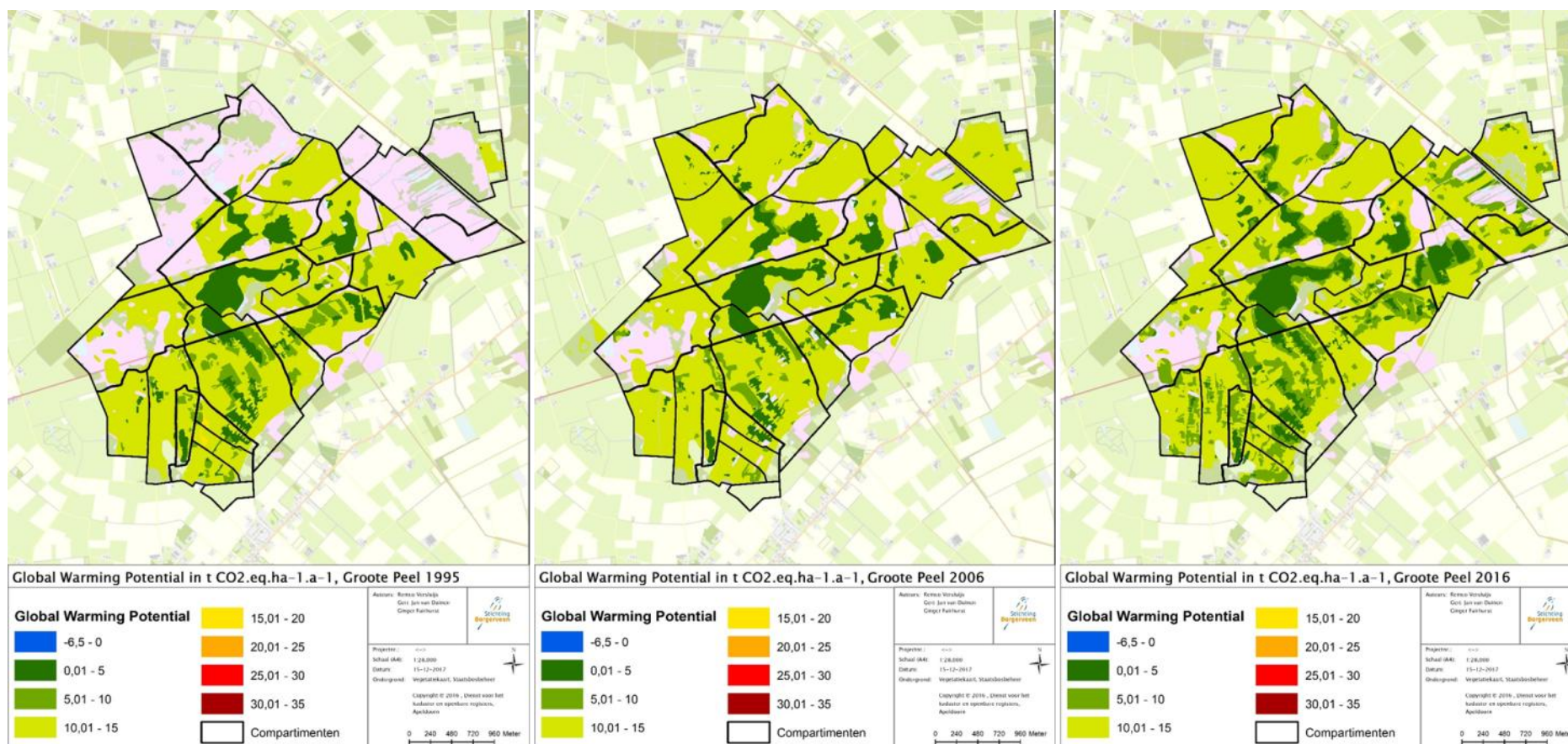
leidt tot CH₄-emissies, die zeer hoog kunnen zijn; in combinatie met de sterkere GWP van CH₄ zelfs hoger dan de reductie van de CO₂-emissie die met deze vernatting wordt bereikt. Dergelijke hoge CH₄ uitstoot kan enkele jaren voortduren, maar niet duurzaam hoog blijven. In Duitsland zijn zeer hoge CH₄-emissies direct na vernatting gemeten die tot een duidelijk 'slechtere' situatie voor het klimaat leidden dan de CO₂-emissies vóór de vernatting. In één geval vielen de hoge CH₄ emissies binnen drie jaar terug op 'normaal' niveau en in een ander geval bleven deze na vernatting in 2004 meerdere jaren zeer hoog, maar is de situatie inmiddels ook beter voor het klimaat (bron: emissie database Greifswald Mire Centre, Thorsten Sachs pers. comm. 2018). Bovendien is CH₄ gemiddeld slechts 12 jaar als broeikasgas actief in de atmosfeer, voordat het in een chemische reactie tot CO₂ en water (H₂O) uiteenvalt. Dit leidt ertoe dat zelfs zeer hoge CH₄-emissies bij gelijktijdig duidelijk gereduceerde CO₂-emissies uiteindelijk geen opwarmend effect zullen hebben.

Na vernatting van minerale gronden tot aan of boven maaiveld kunnen overigens ook methaanemissies gaan optreden, zonder dat daar een verminderde CO₂-uitstoot tegenover staat. Het uiteindelijke netto-effect van een vernatting van minerale gronden in de bufferzone is niet eenvoudig in te schatten. Er moet immers ook gerekend worden met zowel het positieve effect op de CO₂-uitstoot in het reservaat, waarvoor de bufferzone nodig is, als de niet geringe kans dat ook in de bufferzone op termijn een sink voor koolstof ontstaat.

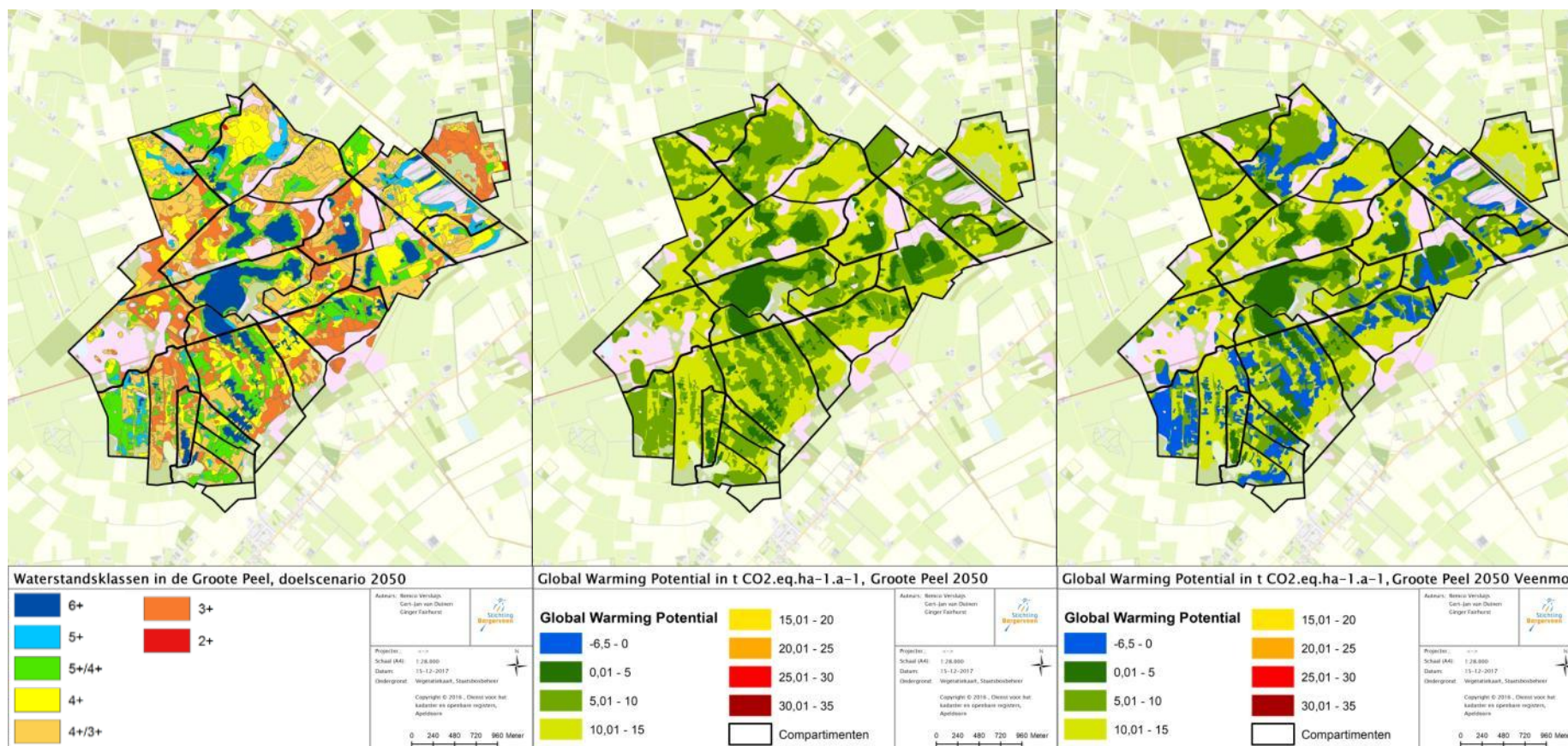
De Kleine Heitrak (blauw in Figuur 13) is in dit LIFE+-project nog niet meegenomen. Vernattingsmaatregelen in dat deelgebied en ook in bufferzones (oranje in Figuur 13) kunnen ook aanvullende positieve effecten hebben op de broeikasgasbalans van de Groote Peel. Deze mogelijk toekomstige maatregelen zullen naar verwachting niet alleen de hydrologische situatie in aangrenzende delen van het reservaat verbeteren en daardoor bijdragen aan reductie van de C-emissie. Ook zal er een direct effect zijn door vernatting van de organische bodems in de Kleine Heitrak en de bufferzones zelf. Afgaande op de bodemkaart bestaat circa 50-60 ha van de oranje vlakken uit moerige grond. Het omvormen van deze 50-60 ha van bemeste en gedraineerde percelen met bodembewerking (ploegen, scheuren) naar natte, onbemeste percelen levert een sterke afname van de emissie van N₂O op. Vanwege de beperkte oppervlakte organische bodems, gaat het daarbij in dit geval echter om een afname van totaal slechts 175-210 ton CO₂-eq./jaar door minder N₂O emissies. Dit is een zeer ruwe inschatting, omdat de daadwerkelijke bodemsamenstelling (en daarmee koolstofvoorraad en emissie) van de percelen onbekend is en de emissie van N₂O lastig in te schatten is.



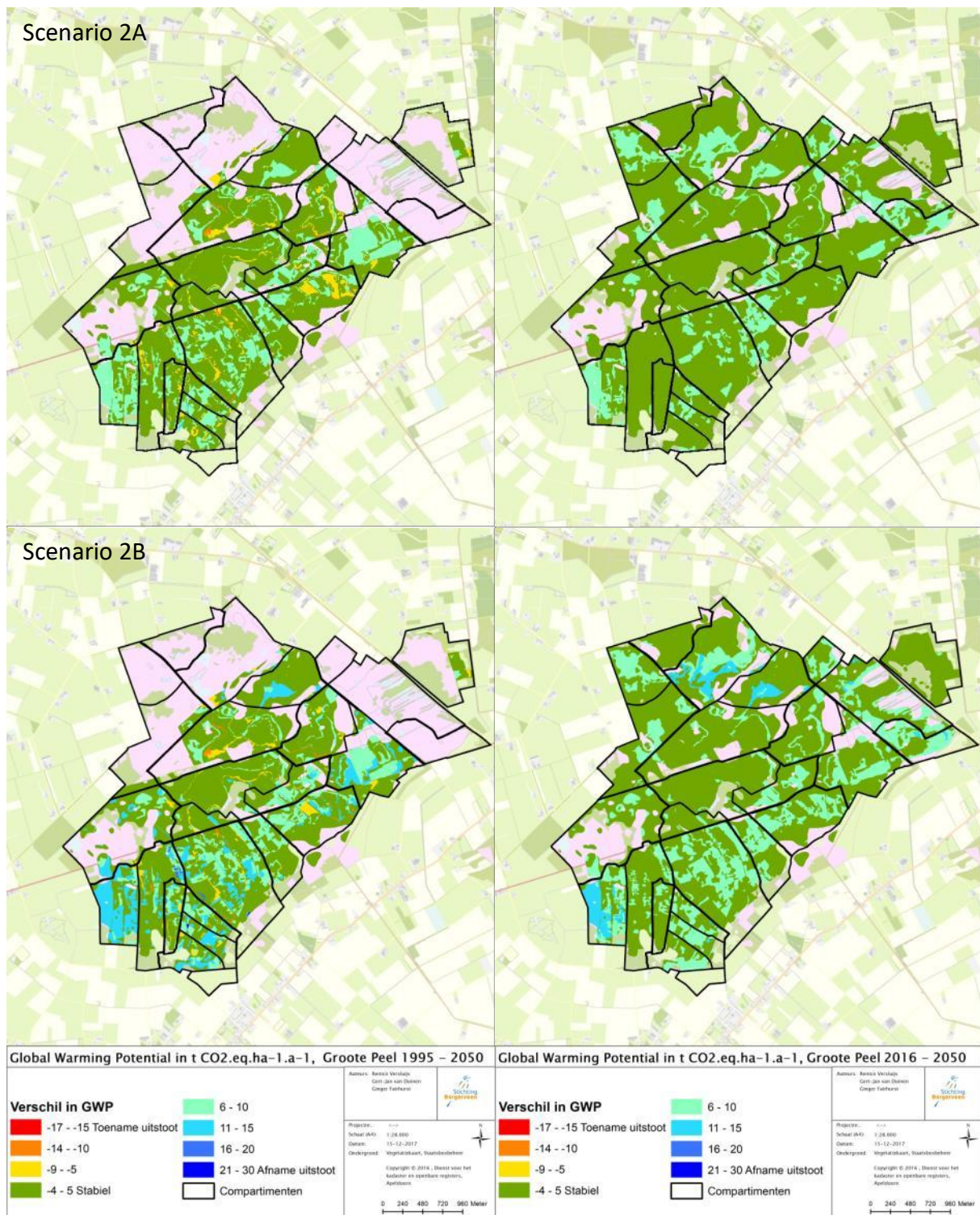
Figuur 8. Veranderingen in de GLG tussen 1995, 2006 en 2016, zoals vastgesteld op basis van de bewerking van de vegetatiekarteringen van deze jaren met behulp van Iteratio. In de vegetatiekartering van 1995 ontbreken delen aan de noord- en oostzijde van het gebied, zodat voor deze delen geen vergelijking met 2006 respectievelijk 2016 kan worden gemaakt.



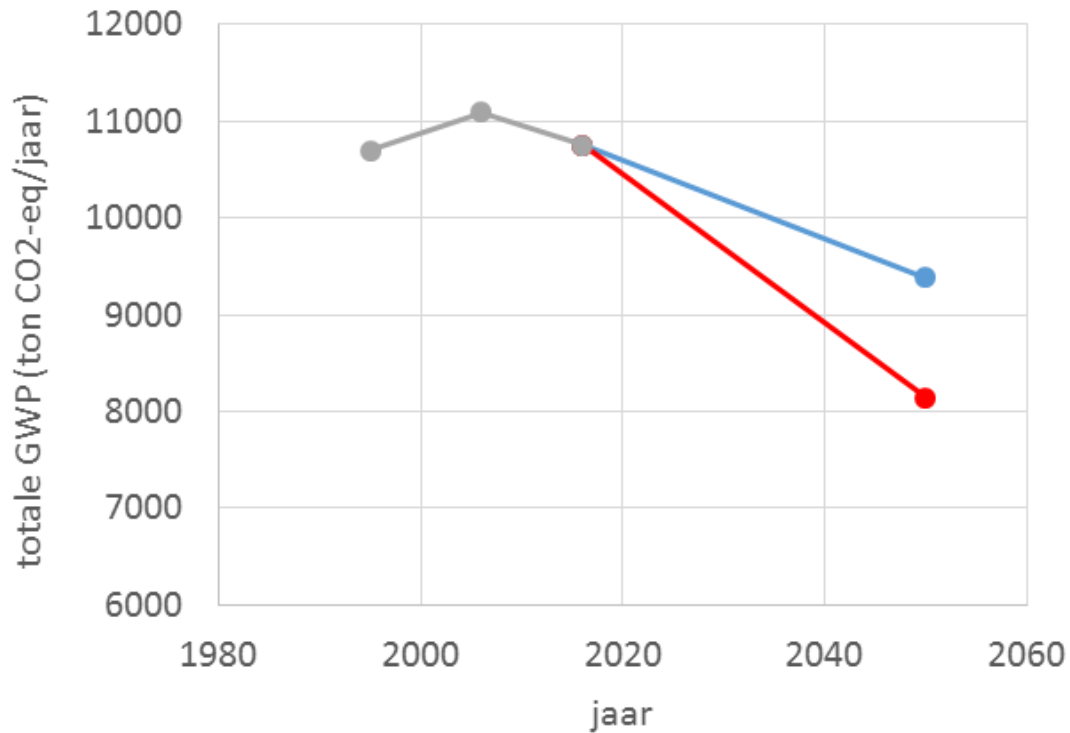
Figuur 9. De ingeschatte Global Warming Potential (GWP) van de Groote Peel in 1995, 2006 en 2016. Alleen veenbodems en moerige gronden zijn hierin meegenomen. In de vegetatiekartering van 1995 ontbreken delen aan de noord- en oostzijde van het gebied en daarom is daar ook geen GWP weergegeven.



Figuur 10. De verwachte waterstandsklassen in 2050 en de op basis daarvan ingeschatte Global Warming Potential (GWP) van de Groote Peel voor het scenario 2A, waarin de vegetatietypen gelijk blijven, en het scenario 2B, waarin veenmosrijke verlandingsvegetaties ontwikkelen op daarvoor geschikt geachte locaties. Alleen veenbodems en moerige gronden zijn hierin meegenomen.



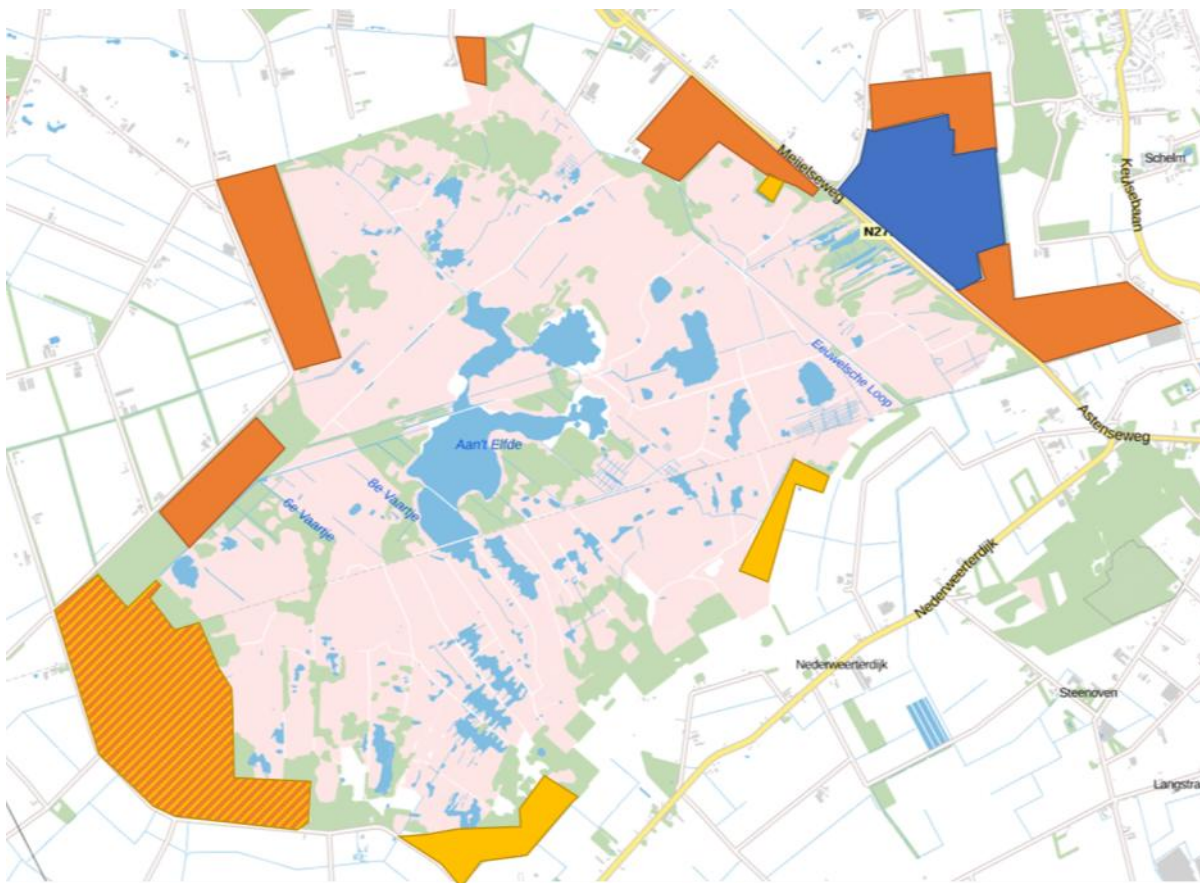
Figuur 11. Verwachte verandering in de Global Warming Potential (GWP) van de Groote Peel over de periode 1995-2050 (links), respectievelijk 2016-2050 (rechts) voor scenario 2A (boven) en scenario 2B (onder).



Figuur 12. Ontwikkeling in de geschatte totale GWP van de Groote Peel over de periode 1995-2050 voor scenario 2A (blauw) en 2B (rood). Vanwege de verschillen in gekarteerde oppervlakte in de jaren 1995, 2006 en 2016 is uitgegaan van de gemiddelde GWP/ha en is deze geëxtrapoleerd naar de resterende oppervlakte veen en moerige bodems in de Groote Peel van circa 1000 ha.

Tabel 4. De gekarteerde oppervlakte en de oppervlakte op veen van de verschillende karteringen. Voor de inschatting van de GWP voor het jaar 2050 (scenario's 2A en 2B) is uitgegaan van de kartering van 2016.

Jaar	1995	2006	2016	2050 (2A)	2050 (2B)
Oppervlakte gekarteerd (ha)	1021,8	1416,8	1241,5	1241,5	1241,5
Waarvan oppervlakte veenbodem en moerige gronden (ha)	681,4	1011,9	944,8	944,8	944,8
Gemiddelde GWP per ha (ton CO ₂ -eq./jaar)	10,7	11,1	10,8	9,4	8,1
GWP geëxtrapoleerd naar 1000 ha (ton CO ₂ -eq./jaar)	10700	11090	10750	9380	8140
Afname emissie t.o.v. 2016 (ton CO ₂ -eq./jaar)				1370	2610



Figuur 13. Ingerichte (geel) en in de toekomst nog om te vormen percelen (oranje) rondom de Groote Peel. Het gebied ten westen van de Mussenbaan is gearceerd weergegeven; hier is een aantal percelen nog niet verworven en ingericht. Met blauw is het deelgebied Kleine Heitrag aangeduid, waar in de toekomst nog verdere herstelmaatregelen mogelijk zijn.

4. Naar praktische methodiek voor C-credits Provincie Noord-Brabant

4.1. Aanleiding

Internationaal en nationaal bestaat de doelstelling om de uitstoot van CO₂ te reduceren. Voor allerlei activiteiten en producties is het lastig om de uitstoot van CO₂ op korte termijn te vermijden of te reduceren. Compenseren kan dan een alternatief zijn, bijvoorbeeld door te investeren in activiteiten die zorgen voor extra koolstofvastlegging, of voor vermindering van de emissie van broeikasgassen. Bedrijven en particulieren hebben belangstelling om hun CO₂-uitstoot te compenseren. Maatschappelijk verantwoord ondernemen, het hebben van een groen imago, het willen leveren van een CO₂-neutraal product zijn drijfveren voor deze compensatie. Compenseren door lokale maatregelen heeft vaak een meerwaarde, boven een veel meer anonieme investering ver weg, bijvoorbeeld in tropisch regenwoud. Lokaal herstel van natuur, biodiversiteit, of het landschap heeft in dit verband voor velen een meerwaarde.

Carbon-credits is een mogelijkheid om veenvernattingsprojecten te financieren. Dit is nieuw in Nederland, maar in Duitsland en internationaal gebeurt het al een aantal jaren. In Duitsland werden

hiervoor de MoorFutures ontwikkeld in de deelstaat Mecklenburg-Voor-Pommeren. Deze standaard is intussen ook in gebruik in de deelstaten Schleswig-Holstein (sinds 2014) en Brandenburg (sinds 2012). Het Bundesamt für Naturschutz (BfN) ondersteunt de verdere ontwikkeling van MoorFutures. Middels een pilot project zijn de aanvullende voordelen van veenvernatting wetenschappelijk gedocumenteerd, waaronder biodiversiteit, waterberging, watervoorziening en waterzuivering. Dit vormde een basis voor het opnemen van andere ecosysteemdiensten in de MoorFutures-standaard. MoorFutures biedt bedrijven en particulieren dus de mogelijkheid om tegelijk met het compenseren van emissies te investeren in de biodiversiteit en andere diensten die natte venen leveren.

De provincie Noord-Brabant heeft behoefte aan praktische handvatten voor de eventuele uitgifte van C-credits bij veenvernattingsprojecten. De eventuele (gedeeltelijke) financiering van zulke herstelprojecten via C-credits is nieuw in Nederland en er bestaan daardoor onduidelijkheden over te maken keuzes, benodigde stappen en monitoring vanwege de vereisten vanuit C-credits programma's, de daarvoor te maken kosten en de rol van verschillende betrokken partijen. Dit hoofdstuk gaat in op de inhoudelijke voorwaarden bij het aanbieden van C-credits en de bijbehorende kosten voor certificering, monitoring e.d.. Daarnaast wordt een aantal concrete mogelijkheden geschetst wat betreft bestaande programma's in de regio en mogelijke investeerders (lokaal, regionaal en nationaal) en hun wensen en eisen. Er wordt een stappenplan gegeven voor de te nemen stappen bij het op de markt brengen van C-credits en daarbij goed overwogen keuzes te maken bij lopende en toekomstige veenherstelprojecten.

Tabel 5. Criteria voor projecten waarvoor Carbon-credits verkocht worden op de vrijwillige koolstofmarkt.

additioneel	zonder verkoop van C-credits wordt de emissiereductie niet gerealiseerd
meetbaar	de effecten van de maatregelen en emissiereductie zijn meetbaar
verifieerbaar	anderen kunnen de resultaten nagaan
referentie(scenario)	reductie broeikasgasemissie in vergelijking met wat?
conservatief	meer emissiereductie realiseren dan wordt verkocht als C-credits
betrouwbaar	elke ton emissiereductie slechts één keer verkopen
duurzaam	geen negatieve neveneffecten van het project
permanent	de reductie is blijvend
niet weglekken	project leidt elders niet tot hogere emissies

4.2. Voorwaarden bij vermarkten C-credits

Wanneer men C-credits wil gaan verkopen, is een standaard nodig. Een standaard is eigenlijk een lijst van criteria, waaraan moet worden voldaan. Eigenlijk vereisen alle standaarden hetzelfde en wel het voldoen aan ISO 14064 en 14065. Dit geldt ook voor de instrumenten 'Clean Development Mechanism' (CDM) en 'Joint Implementation' onder artikel 6 van het Kyoto protocol, die gaan over het verkrijgen en verhandelen van credits voor emissiereductie. Criteria voor credits op de vrijwillige koolstofmarkt zijn ontwikkeld om zeker te stellen dat projecten daadwerkelijk en op een verifieerbare manier de geplande reductie van broeikasgasemissies realiseren. De standaard definieert alle specifieke vereisten voor de ontwikkeling van projecten en methoden en voor de validatie, monitoring en verificatie van projecten. De belangrijkste criteria zijn genoemd in Tabel 5. In Bijlage 1 worden deze criteria verder toegelicht in een tekst die met wijzigingen is overgenomen uit

het Engelstalige rapport over MoorFutures (Joosten et al. 2015). Ook wordt in Bijlage 1 aangegeven hoe deze criteria zijn uitgewerkt voor de MoorFutures-standaard. Veel van de informatie in dit hoofdstuk is gebaseerd op de uitgebreide behandeling van de verschillende criteria in dat rapport, de uitwerking daarvan binnen de MoorFutures-standaard en de ervaring die daarbij is opgebouwd door het Greifswald Mire Centre.

4.3. Welke standaard gebruiken?

Bij het ontwikkelen van een eigen standaard voor C-credits, of het kiezen voor het onderbrengen van veenvernattingsprojecten bij een bestaande standaard dient een aantal aspecten te worden overwogen. Deze worden in de volgende paragrafen besproken.

4.3.1. Internationaal of regionaal?

Een eerste overweging is of een project wordt ondergebracht bij een van de grote internationale standaards, of dat gewerkt wordt met een regionale standaard. Deze keuze heeft consequenties voor de kosten die gemaakt dienen te worden voor het uitbrengen van C-credits en ook voor de marketing, of het merk en de klantenkring.

De grote internationale standaards voor de vrijwillige koolstofmarkt (VCS, Gold Standard) zijn veeleisend in hun uitwerking van de hierboven genoemde criteria. Bij alle stappen wordt de grootst mogelijke zekerstelling verlangd. Bovendien wordt er een onafhankelijke validatie vereist, die niet goedkoop is. Op de internationale vrijwillige koolstofmarkt zijn de kosten die verbonden zijn aan de ontwikkeling van een project, centrale registratie en verificatie door onafhankelijke beoordelaars zeer hoog. Deze vaste kosten maken de prijs per credit te hoog voor kleinere projecten (gebieden van minder dan 1.000 ha). De kosten worden dan namelijk snel groter dan de opbrengsten uit C-credits. Om deze reden is aan de Universiteit van Greifswald parallel aan de ontwikkeling van de 'veenstandaard' onder VCS ook de veel slankere MoorFutures-standaard ontwikkeld, gericht op kleine en middelgrote (relatief ten opzichte van de zeer grootschalige veenherstelprojecten in bijv. Indonesië) veenvernattingsprojecten in geografisch beperkte regio's in de gematigde klimaatzone. MoorFutures eisen hetzelfde met betrekking tot de criteria. Omdat MoorFutures er alleen zijn in (deelstaten van) Duitsland, gelden alle Duitse wetten en regels zonder dat dit binnen de standaard vereist of gecontroleerd moet worden, zoals in het geval van projecten buiten de landsgrenzen –met andere wet- en regelgeving, cultuur e.d.- wel het geval kan zijn. Evenzo zouden voor een Nederlandse of Brabantse standaard de Nederlandse wetten gelden en hoeft dit ook niet nieuw te worden ontwikkeld. Voor een 'eigen' regionale standaard die gericht is op veenherstel kunnen de vereiste criteria en methodieken worden overgenomen uit de MoorFutures-standaard, die ook op veenherstel is gericht, wanneer bij deze standaard wordt aangesloten. Indien nodig kunnen voor de specifieke lokale situaties aanpassingen worden gemaakt, zolang maar aan de gestelde criteria wordt voldaan. De rechten voor de MoorFutures-standaard zouden moeten worden gekocht voor een overeen te komen prijs (naar verwachting minder dan €10.000). Daarmee wordt deze standaard wel een internationale standaard, wat niet alleen voor de provincie Noord-Brabant, maar ook voor de Duitse tak interessant kan zijn. Tegelijk blijft de aanpak van projecten, de markt en de controle regionaal (binnen Nederland, of Noord-Brabant en de nabije omgeving). In het vervolg van deze paragraaf wordt een aantal kenmerken en methoden van de MoorFutures-standaard toegelicht.

Transactiekosten voor MoorFutures zijn sterk gereduceerd in vergelijking met projecten onder de Verified Carbon Standard (VCS) en het Kyoto Protocol. Dit komt doordat validatie en certificering 'intern' worden geregeld. Deze aanpak is niet ongewoon op de vrijwillige markt, maar het vereist wel dat emissiereducties conservatief en met de grootst mogelijke transparantie worden ingeschat.

De MoorFutures-criteria zijn helder gedefinieerd, wetenschappelijk gevalideerd, transparant en gebaseerd op de principes van de VCS en het Kyoto Protocol. In vergelijking met projecten die in een (ver) buitenland worden uitgevoerd en door grote bureaus gecontroleerd moeten worden, zijn de operationele kosten voor validatie, verificatie en certificering in MoorFutures-projecten geminimaliseerd door de betrokkenheid van (lokale) onafhankelijke deskundigen. De kwaliteit van de MoorFutures-MV (Mecklenburg-Voor-Pommeren) is gegarandeerd door het Ministerie van landbouw, milieu en consumentenveiligheid en de Landgesellschaft van de deelstaat Mecklenburg-Voor-Pommeren en de Universiteit van Greifswald. In de deelstaat Brandenburg wordt de kwaliteit van de MoorFutures-BB gegarandeerd door het Ministerie van landbouw, milieu en consumentenveiligheid en de Flächenagentur van Brandenburg en de Hogeschool in Eberswalde. In Schleswig-Holstein zijn de Ausgleichsagentur en de Universiteit van Kiel verantwoordelijk voor de kwaliteit van de MoorFutures-SH.

De afstemming op de internationaal gevestigde VCS standard én de regionale focus maken MoorFutures een sterk merk op de vrijwillige koolstofmarkt. Om deze redenen hebben de autoriteiten van de deelstaten Brandenburg, Beieren, Mecklenburg-Voor-Pommeren, Nedersaksen en Schleswig-Holstein de introductie van MoorFutures aanbevolen ook in andere deelstaten. Een regionale standaard heeft een extra, belangrijk voordeel: het creëert vertrouwen, omdat projecten in de nabije omgeving worden uitgevoerd en de koper het betreffende gebied gemakkelijk kan bezoeken. Dit is een belangrijk verschil met veel meer anonieme projecten op de internationale vrijwillige koolstofmarkt. De aanbieder en koper van de credits zijn in het geval van een regionale standaard in direct persoonlijk contact. Een projectregister garandeert de ondubbelzinnige toewijzing van elke credit aan zijn koper.

4.3.2. Alleen emissiereductie, of ook andere ecosysteemdiensten?

MoorFutures 2.0 is een uitbreiding van de eerder ontwikkelde MoorFutures-standaard voor carbon-credits (versie 1.0). In de nieuwe versie worden ook andere ecosysteemdiensten meegenomen, tegelijk met emissiereducties. Deze ecosysteemdiensten zijn: verbeterde waterkwaliteit, waterbuffering, grondwateraanvulling, koeling door evaporatie en toename van veentypische biodiversiteit. In versie 1.0 waren deze andere ecosysteemdiensten alleen kwalitatief en impliciet meegenomen door het vermijden van aantasting via het criterium van duurzaamheid (sustainability). In versie 2.0 worden deze aanvullende ecosysteemdiensten zowel expliciet nagestreefd, als zoveel mogelijk (semi)kwantitatief uitgedrukt. MoorFutures 2.0 is dus een koolstof+ standaard.

4.3.3. Verkoop van credits voorafgaand aan realisatie?

De MoorFutures standaard staat het toe om vooraf credits te verkopen om zo de uitvoering van haar projecten te financieren. Kopers investeren in maatregelen, die een gespecificeerde reductie van emissies gedurende de looptijd van een bepaald project. Wanneer de credits worden gebruikt om bestaande emissies te compenseren, dienen kopers zich van deze constructie bewust te zijn en hun bijdrage aan emissiereductie als zodanig bekend te maken. Zo lang het permanent zijn van de toekomstige emissiereducties is verzekerd en dit achteraf geverifieerd wordt, is verkoop van credits

voorafgaand aan de daadwerkelijke realisatie geloofwaardig en redelijk. De projectperiode is vooraf beperkt tot 50 jaar. In een verificatie achteraf kan blijken dat het daadwerkelijke aantal gegenereerde credits afwijkt van het aantal credits dat vooraf is ingeschat en verkocht.

Wanneer de emissiereducties kleiner zijn dan verwacht, dient het teveel aan verkochte credits te worden gecompenseerd vanuit een bufferaccount. Zo'n situatie wordt binnen MoorFutures echter niet verwacht, vanwege de conservatieve benadering bij de inschatting van de emissiereductie. In het geval het crediteren te conservatief is gebleken – wat eerder het geval zal zijn – kunnen de extra credits aan de bufferaccount worden toegevoegd, die benut kunnen worden om te compenseren voor de onverwachte mislukking van volgende projecten. Met een toenemend aantal projecten, zal ervaring ontwikkelen met het aanhouden van de juiste bufferomvang en kunnen regels worden ontwikkeld hoe met het surplus aan buffercredits kan worden omgegaan. Momenteel gebruikt MoorFutures een buffer van 30%. Dat betekent dat 30% van de berekende emissiereductie niet als certificaat op de markt wordt gebracht, maar dient als verzekeringsreserve.

4.3.4. Financieringsmix van vernattingsprojecten

De Duitse MoorFutures-projecten worden uitsluitend uit de inkomsten van de certificaten gefinancierd en gemengde financiering wordt vooralsnog vermeden. De reden hiervoor is dat men (ietwat angstvallig) de indruk van indirecte kruisfinanciering wil vermijden. Wanneer de vernatting deels met overheidsgeld betaald wordt, zou dat geïnterpreteerd kunnen worden als een indirecte ondersteuning (subsidiëring) van de koper van de C-credits (bijvoorbeeld een bedrijf) door de overheid. Als de overheid immers niet had meebetaald, was het project niet uitgevoerd en had de koper de credits niet (zo goedkoop) kunnen kopen. Een oplossing is natuurlijk om maar een deel van de reductie als C-credits uit te geven.

Maar ook verder is het argument voor Duitsland niet steekhoudend, omdat ook de Duitse overheid baten heeft bij de emissiereductie, aangezien deze op het nationale klimaatdoel wordt aangerekend. Mochten er onder de kopers bedrijven met emissierechten zijn, kunnen die de MoorFutures credits dan ook niet optellen bij hun emissierechten. Als de staat emissiereducties uit veen gebruikt om het nationale klimaatdoel te bereiken, dan moet wel een evenredig aantal emissierechten stilgelegd worden. Anders treedt de situatie op dat C-credits uit veenvernatting verkocht worden op de vrijwillige markt, maar ook de staat helpen om het klimaatdoel te halen, waardoor er een overschot aan emissierechten kan ontstaan, dat wederom verkocht kan worden (bijvoorbeeld onder het European Credit Transfer System, EU-ECTS). Zo kan het gebeuren dat een éénmalige emissiereductie twee keer gerekend en verkocht wordt en dat is natuurlijk niet in orde¹.

De EU heeft besloten ((EU) 2018/841)) dat emissies uit akkers en graslanden (Cropland Management en Grazing land Management) vanaf 2021 verplicht meegerekend moeten worden in nationale klimaatdoelen. Bovendien stelt de EU dat de lidstaten vanaf 2026 ook 'Wetland Drainage and Rewetting' mee moeten nemen in hun doelstellingen. Dit betekent dat Nederland de eventueel op de vrijwillige markt verkochte credits uit veenvernatting dan ook mee gaat tellen in de nationale

¹ Hoewel Duitsland Cropland Management en Grazing Land Management heeft gekozen als activiteiten voor de tweede Kyoto-periode, vindt afrekening niet plaats omdat de tweede Kyoto-periode niet geratificeerd is. Er worden dus nog geen emissierechten stilgelegd om MoorFutures 'vrij' te maken.

doelstelling en dat emissierechten stilgelegd moeten worden. Op dit moment heeft Nederland geen enkele van de vrijwillige 'activiteiten' onder paragraaf 3.4 van het Kyoto-Protocol gekozen. Dus wordt veenvernatting nu niet meegerekend in de nationale doelstelling, behalve van bebost veen ('Afforestation, Deforestation and Reforestation' en 'Forest Management').

Er zijn dus vooralsnog geen directe, toerekenbare baten voor het nationale emissiedoel bij een investering in vernatting. Een financieringsmix met geld van de overheid kan desalniettemin worden gebruikt, mits heldere criteria worden toegepast. Eén mogelijkheid is slechts zoveel C-credits uit te geven als door private investering gefinancierd zijn. Een andere is de privaat betaalde reductie uit te geven als compensatie credits en de rest als reductie credits erbij te doen. Een voorbeeld: de overheid betaalt de helft van de kosten en private kopers de andere helft. Als een private koper dan 10 ton CO₂ koopt, mag zij daarvan 5 ton ter compensatie van eigen emissies gebruiken. De andere 5 ton zijn dan haar bijdrage aan het behalen van de reductiedoelen van Parijs. Voor bedrijven (en particulieren) kan dit interessant zijn in het kader van hun Corporate Social Responsibility (CSR) strategie, of voor een goed geweten.

In principe is een mix van financiering uit zowel private, als publieke middelen dus mogelijk en wordt dit ook toegepast in de praktijk. Hiervoor dienen dan echter nog wel heldere criteria aangegeven te worden, gezien het criterium dat het project additioneel moet zijn. Een project wordt geacht additioneel te zijn, indien het activiteiten omvat, die alleen mogelijk zijn door de opbrengsten van C-credits. Dit criterium vereist niet dat het project uitsluitend wordt gefinancierd vanuit de verkoop van C-credits. Wel moet helder worden aangetoond dat de opbrengsten van de verkoop van C-credits noodzakelijk zijn om een levensvatbaar project te realiseren; zonder de inkomsten uit C-credits zouden de emissiereducties niet kunnen worden gerealiseerd. Dit dient voor de uitvoering van een vernattingsproject helder te zijn.

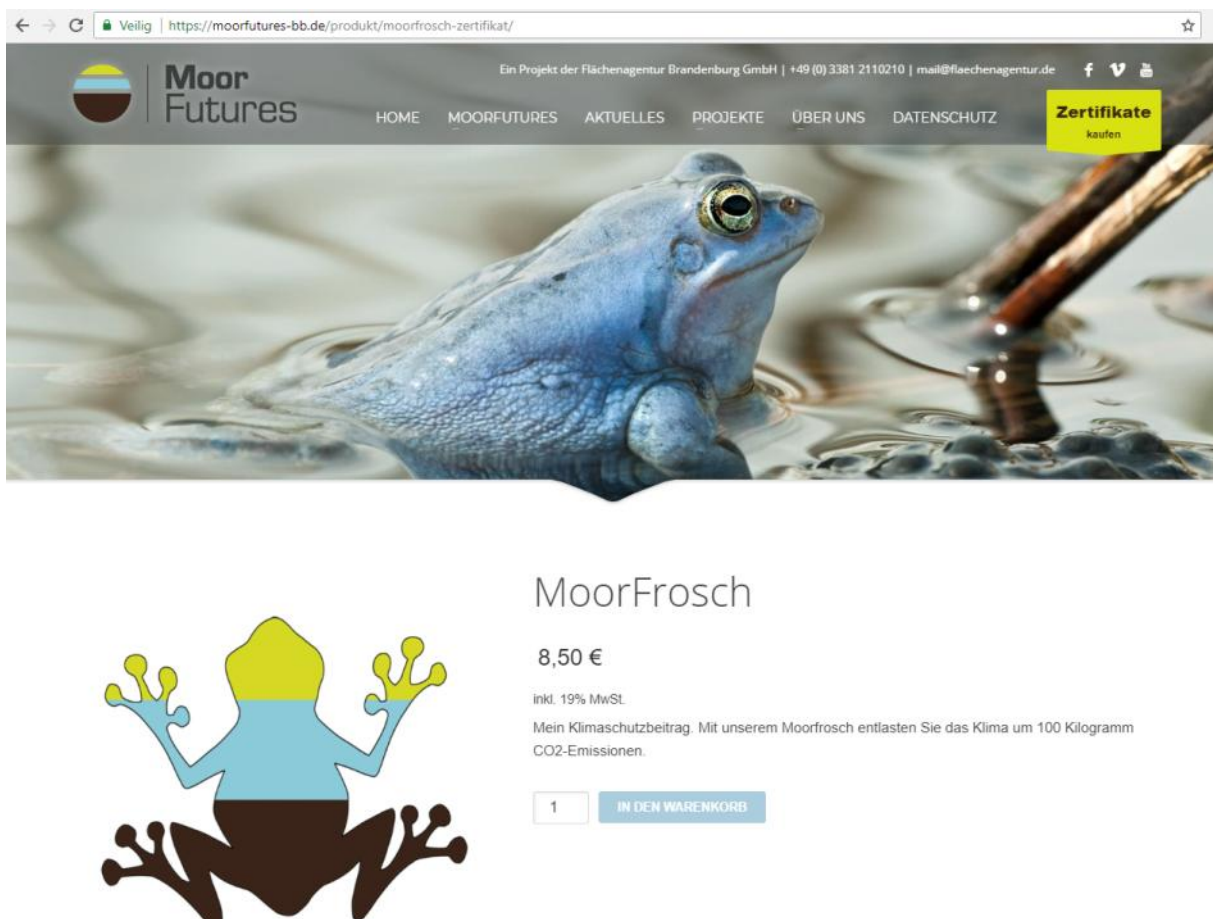
Voor het kunnen aantonen van additionaliteit is een transparante boekhouding noodzakelijk. Dit is geen probleem wanneer financiering met publieke middelen plaatsvindt, zoals inkomsten uit Europese Agri-environment schemes en kosten die duidelijk gerelateerd zijn aan specifieke werkzaamheden voor de voorbereiding, uitvoering en monitoring van het vernattingsproject. De bijdragen van overheidsinstanties (bijv. in de vorm van administratie, vergunningverlening e.d.) en vrijwillige bijdragen van bijvoorbeeld terreinbeheerders of natuurorganisaties zijn vaak lastiger te kwantificeren of niet altijd direct aan een specifiek project te relateren. Aan deze aspecten dient aandacht te worden besteed. Ook moet nagegaan worden in hoeverre kopers van de C-credits een mix van financiering accepteren, of dat het volledig uit C-credits financieren van projecten door hen wordt gewenst.

In Duitsland zijn in MoorFutures projecten 'misgelopen' subsidies van de boer gecompenseerd, d.w.z. dat aan de boer voor de looptijd van de pacht een 'schadevergoeding' is betaald, omdat deze met de vernatting het land niet meer kon gebruiken en dus ook geen EU-subsidies meer kon ontvangen. Dit is eigenlijk een verkeerde wereld: de kosten van het project (en daarmee van de credits) worden hoog, omdat subsidies voor milieuvriendelijk landgebruik afbetaald moeten worden. Vooralsnog is dit een situatie die onvermijdelijk is. De prijzen voor de aankoop van gronden zijn momenteel zeker in Nederland hoog door de druk die er op de percelen is vanwege onder andere het uitrijden van mest en bestaande landbouwsubsidies. Dit zou betekenen dat de koper van de betreffende C-credits

niet alleen voor de ecosysteemdiensten (emissiereductie en eventuele daarmee gepaard gaande andere diensten) zou betalen, maar ongewenst ook betaalt om de beëindiging van een milieuvriendelijk grondgebruik af te kopen. Dergelijke ongewenste situaties kunnen eventueel voorkomen worden door aangepaste vormen van landgebruik op het vernatte veen (paludicultuur). Dan kunnen de kosten voor het afkopen van ontgane baten eventueel uitgespaard worden, of worden gecompenseerd vanuit opbrengsten van de pacht.

Volgens het Akkoord van Parijs en het recente IPCC rapport (IPCC 2018) zullen de CO₂ emissies in 2050 nagenoeg nul moeten zijn. Om dit doel te bereiken, zal in 2050 dus elke persoon, elk bedrijf en elke sector nagenoeg nul CO₂-emissies moeten hebben. In die situatie is dan ook geen ruimte meer voor compensatie: als iedereen naar nul emissie moet, kan niemand meer extra credits genereren voor diegenen die niet genoeg (kunnen) reduceren. Een niet pessimistische standaard kan derhalve geen C-credits uitgeven over reducties na 2050. De looptijd van C-credit vernattingsprojecten is daarom beperkt tot 2050.

Figuur 14. De website www.moorfutures.de biedt informatie over het programma, inclusief de onderbouwing, projectgebieden en contactadressen en toegang tot de 'webwinkel' voor MoorFutures van de drie deelstaten. Hieronder een pagina van de 'webwinkel' voor MoorFutures (1 ton CO₂-eq.) en MoorFrosch (100 kilogram CO₂-eq.) voor het project in de deelstaat Brandenburg.



The screenshot shows a web browser window with the URL <https://moorfutures-bb.de/produkt/moorfrosch-zertifikat/>. The website header includes the 'Moor Futures' logo and navigation links: HOME, MOORFUTURES, AKTUELLES, PROJEKTE, ÜBER UNS, DATENSCHUTZ. A yellow button labeled 'Zertifikate kaufen' is visible. The main image is a photograph of a blue frog in water. Below this, there is a stylized illustration of a frog with a yellow head, blue body, and brown legs. To the right of the illustration, the product name 'MoorFrosch' is displayed, followed by the price '8,50 €'. Below the price, it says 'inkl. 19% MwSt.' and 'Mein Klimaschutzbeitrag. Mit unserem Moorfrosch entlasten Sie das Klima um 100 Kilogramm CO₂-Emissionen.' At the bottom, there is a quantity selector set to '1' and a button labeled 'IN DEN WARENKORB'.

4.3.5. Methodologie nodig

Voor het onder een standaard op de markt brengen van C-credits is het nodig om aan te geven hoe in een vernattingsproject aan de criteria uit de standaard wordt voldaan. Hierbij wordt een zogenaamde methodologie gevolgd. Dit is een soort kook-recept dat aangeeft hoe je in een concreet project aan de criteria uit de standaard voldoet. Bij de internationale VCS-standaard is dit nogal ingewikkeld en gaat het ontwikkelen van een methodologie gepaard met relatief hoge kosten, omdat een onafhankelijke validatie door twee instanties vereist is. De MoorFutures-methodologie volgt de eisen van VCS en is op basis van ervaringen met het opstellen van VCS-methodologieën geschreven. In een VCS-methodologie moet bij elke stap worden aangetoond dat je conservatief bent bij de inschattingen van de emissiereductie. Binnen de MoorFutures-standaard is de inschatting eveneens conservatief, zoals in tabel 6 is aangegeven.

Op basis van de methodologie wordt een projectdocument ontwikkeld. Daarin staat hoe het geheel voor een concreet projectgebied wordt aangepakt. Waar ligt het gebied, wie beheert het, hoe hoog zijn de emissies in de baseline, hoe hoog in het projectscenario, wie verkoopt de credits, enzovoorts. In een VCS-projectdocument staat bijvoorbeeld ook uitgebreid hoe wordt gegarandeerd dat het project door de lokale bevolking gedragen wordt. Dat hoeft voor een project in Nederland niet te worden beschreven, omdat we daarvoor wetten hebben en gewoonlijk gebiedsprocessen doorlopen worden. Uiteraard is het voor de goede naam van een project wel belangrijk dat het betreffende vernattingsproject niet omringd is met vele bezwaren, maar zoveel mogelijk in goede samenwerking met de omgeving wordt uitgevoerd. In de methodologie staat ook beschreven hoe en hoe vaak wordt gemonitord. Voor het projectdocument en het monitoringrapport bestaan binnen de MoorFutures-standaard ontwerpen en voorbeelden, die te vinden zijn op www.moorfutures.de.

4.4. Hoeveel emissiereductie te vermarkten?

In de provincie Noord-Brabant zijn verkenningen uitgevoerd van de arealen te vernatten gronden, inclusief gronden die eventueel voor paludicultuur in aanmerking zouden kunnen komen. Naast de Peelvenen zijn elders in de provincie veengebieden en moerige bodems aanwezig in beekdalen en bijvoorbeeld de Langstraat. De kaarten met verwachte bodemdaling van klimaatatlas.nl geven een mooi overzicht van waar mogelijkheden voor het stoppen van bodemdaling en dus ook voor emissiereductie liggen (Figuur 15 en 16). Overigens zijn ook buiten de gekleurde gebieden emissiereducties te realiseren, zoals de inschattingen van de effecten van de LIFE+ maatregelen in de Pelen aangeeft.

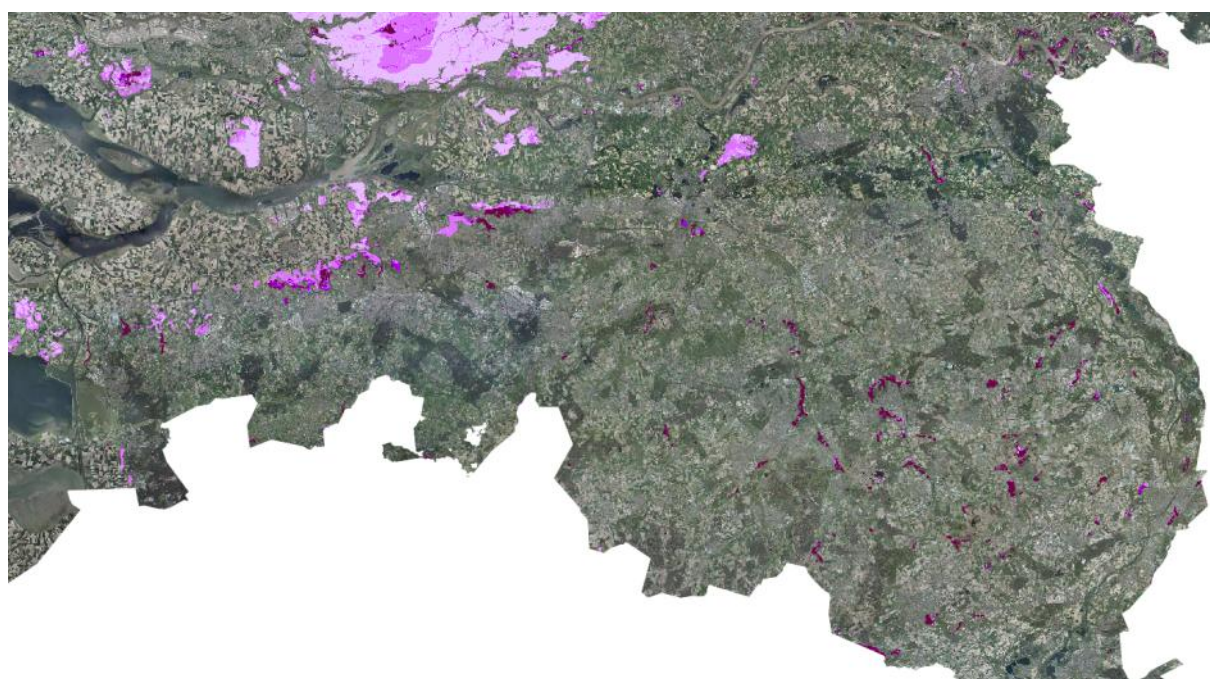
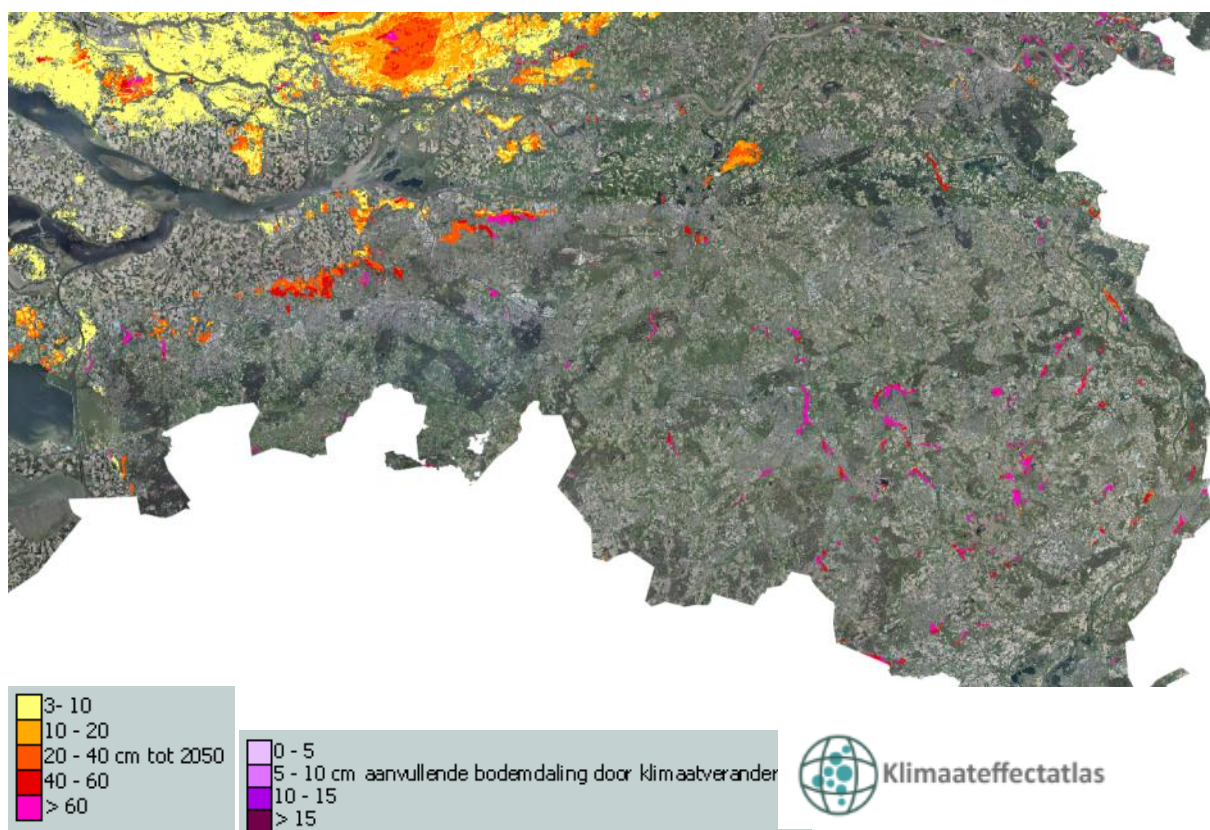
Ook andere emissiereducties dan via veenvernatting zijn mogelijk in de provincie, zowel in landgebruik als bijvoorbeeld de industrie. Die andere reducties kunnen in principe ook worden meegenomen in een provinciale koolstofbank of C-credits programma. Het is wel de vraag of het wenselijk is alles in één programma onder te brengen, al dan niet onder verschillende 'merknamen'. MoorFutures werkt met duidelijk identificeerbare projectgebieden in elk van de drie deelnemende deelstaten waar MoorFutures beschikbaar zijn. Dat biedt kopers van C-credits duidelijkheid over een concrete bestemming, die ze desgewenst zelf kunnen bezoeken en beleven. Bij het MoorFutures programma is gebleken dat de vernatting van één concreet gebied met ruim voldoende emissiebeperking een voldoende 'voorraad' van C-credits oplevert voor enkele jaren. De beschikbare credits voor het project in Polder Kieve (Mecklenburg-Voor-Pommeren) zijn inmiddels uitverkocht, maar een nieuw project staat op stapel. Het aantal credits dat per jaar wordt verkocht, is uiteraard afhankelijk van de belangstelling voor en bekendheid met het programma. Het aantal inwoners van

de regio, de aanwezigheid van industrie en bedrijvigheid en de marketing spelen daarbij een rol. Wanneer aangesloten wordt bij het lopende MoorFutures-programma, zullen de ontwikkelkosten (opzetten eigen administratie, loket, kopen van rechten e.d.) beperkt zijn en is geen heel groot aantal gebieden nodig om het interessant te maken en daadwerkelijk een provinciaal/regionaal C-credits programma te starten.

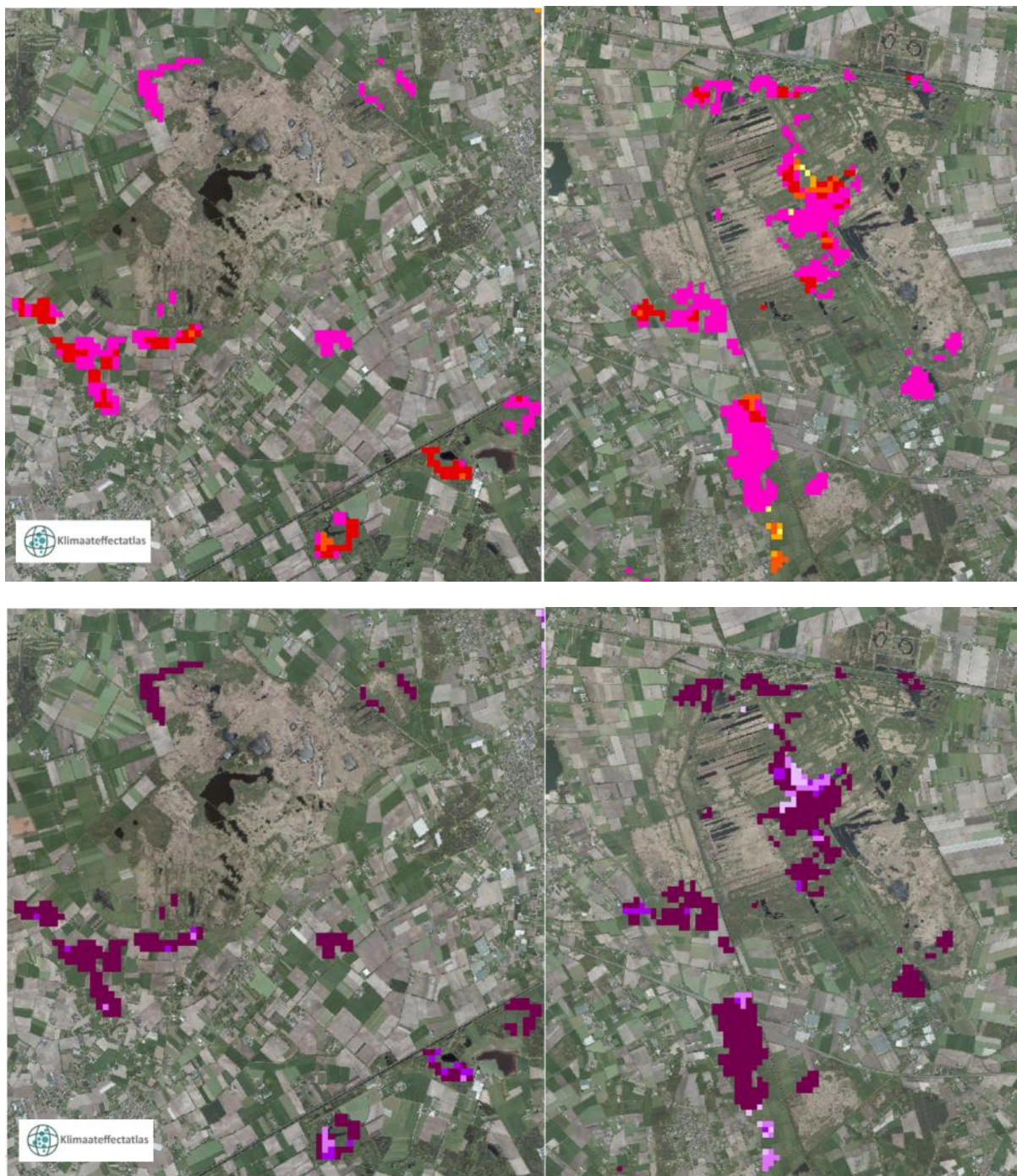
Voor de prijsstelling van MoorFutures zijn de inrichtingskosten gedeeld door de verwachte (conservatief ingeschatte) emissiereductie in tonnen CO₂-equivalenten. Dit leverde de prijs per ton of MoorFuture op: 35, 64 en 80 euro. Tabel 6 geeft een overzicht van de projectkosten en inkomsten van de drie MoorFutures-projecten en enkele rekenvoorbeelden voor twee fictieve gebieden met een emissiereductie van 1000, resp. 5000 ton CO₂-equivalenten per jaar bij verschillende prijsstellingen.

Tabel 6. Overzicht van de projectkosten en inkomsten van de drie MoorFutures-projecten en enkele rekenvoorbeelden voor fictieve gebieden bij verschillende prijsstellingen voor de C-credits.

	ton CO ₂ -eq bij looptijd van 50 jaar	prijs per MF	Totale projectkosten	Totaal verkocht	Startjaar	MF per jaar verkocht	opbrengst per jaar
Polder Kieve	14325	€ 35	€ 501.375	14146	2012	2829	€ 99.022
Rehwiese	6744	€ 64	€ 431.616	1376	2012	275	€ 17.613
Königsmoor	39520	€ 80	€ 3.161.600	818	2015	409	€ 32.720
Gebied X	75000	€ 35	€ 2.625.000			2000	€ 70.000
Gebied Y	250000	€ 35	€ 8.750.000			2000	€ 70.000
Gebied X	75000	€ 80	€ 6.000.000			1000	€ 80.000
Gebied Y	250000	€ 80	€ 20.000.000			1000	€ 80.000



Figuur 15. Uitsnede van Noord-Brabant en aangrenzend gebied uit de kaart met verwachte bodemdaling tot 2050 zonder effect van verwachte klimaatverandering (boven) en van de verwachte aanvullende bodemdaling door klimaatverandering tot 2050 (onder). Bron: www.klimaatatlas.nl.



Figuur 16. Uitsneden voor de Peelvenen van de kaart met verwachte bodemdaling tot 2050 zonder effect van verwachte klimaatverandering (boven) en van de verwachte aanvullende bodemdaling door klimaatverandering tot 2050 (onder). Legenda, zie figuur 15. Bron: www.klimaatatlas.nl.

4.5. Stappenplan acties en taken van partijen

Uit het voorgaande volgen acties, taken en rollen van partijen die betrokken zijn of kunnen worden bij de ontwikkeling van een standaard voor C-credits uit de vernatting van veen in de provincie Noord-Brabant, of eventueel ook buiten deze provincie. Hieronder worden opeenvolgende en deels tegelijkertijd lopende stappen uitgewerkt voor de uitgifte van C-credits voor veenvernattingsprojecten door Provincie Noord-Brabant.

1. *Vaststellen dat de provincie de uitgifte van C-credits voor dit type projecten voor de vrijwillige koolstofmarkt nuttig vindt en waarom.* Zowel voor zichzelf, als voor de (toekomstige) betrokkenen moet helder zijn waarom de provincie een C-creditsprogramma een belangrijk instrument vindt. Bij het formuleren van de motivatie voor zo'n programma kunnen de volgende elementen van belang zijn: tastbaar maken van bestaande mogelijkheden voor emissiereductie, stimuleren om (mee) te werken aan de doelstelling van CO₂-reductie (een eigen bijdrage aan mondiale, Europese en nationale doelen, als uitwerking van klimaatacties in het kader van de akkoorden van Kyoto en Parijs), financieren van maatregelen voor emissiereductie (of C-vastlegging) die zonder C-credits niet genomen zouden (kunnen) worden. De provincie vindt het behoud van natuur en ecosysteemdiensten (leefbaarheid, schone omgeving, milieukwaliteit) belangrijk, vanwege de economische betekenis van natuur, maar ook de esthetische, emotionele en intrinsieke waarden. Het ontwikkelen en 'draaiende' houden van instrumenten, als een lokaal C-creditsprogramma, helpt de samenleving in het waarderen van deze waarden van natuur.
2. *Contacten leggen en onderhouden met grotere bedrijven en andere partijen in de provincie die potentieel interesse hebben in het kopen van grotere hoeveelheden lokale C-credits.* Privé-personen zullen in verhouding een klein aantal credits kopen (bijv. om eigen emissie te compenseren) en dan zijn dus heel veel kopers nodig en zal het langer duren voordat de beschikbare credits van één gebied zijn uitverkocht. Overigens is het wel zeer aannemelijk dat grotere bedrijven interesse zullen hebben, of dat zij die interesse krijgen, zodra de mogelijkheid wordt geboden. De ervaring met MoorFutures wijst dat uit. In het openbare register van kopers van MoorFutures voor het project Polder Kieve in Mecklenburg-Voor-Pommeren (www.moorfutures.de/stilllegungsregister/) is te zien dat grotere hoeveelheden MoorFutures zijn gekocht door bijvoorbeeld McDonalds Deutschland (129), een energieverzorgingsmaatschappij (WEMAG, 310), een grote consultancy (Cassini, 428) en een modebedrijf (701). Voorbeelden van concrete partijen voor Brabant kunnen zijn: Eindhoven Airport, evt. ook naburige vliegvelden (Maastricht-Aachen en Weeze), transport/brandstof-bedrijven, Philips, TU Eindhoven campus, fastfood-ketens, bierbrouwerijen en industrie. Ook het compenseren van de C-emissie vanwege de eigen bedrijfsvoering als provincie (vervoer, energie, CO₂-neutraal provinciehuis, CO₂-neutrale post) is een mogelijkheid. Brabantse gemeenten kunnen deze initiatieven volgen; zij zullen daar meer in geïnteresseerd zijn als herstelproject in of nabij hun gemeente ligt.
3. *Overzicht maken van het potentieel aan C-credits in de provincie en project(en) selecteren om in de koolstofmarkt te zetten.* Welke mogelijke activiteiten en projecten die C-credits kunnen opleveren, wil men onderbrengen in het C-creditsprogramma? Alleen veenprojecten? Dan is de MoorFutures-standaard, dat eveneens de focus heeft op veenvernatting, een geschikte standaard om bij aan te sluiten en hoeft zo'n programma niet helemaal ontwikkeld te worden. Hiermee zou begonnen kunnen worden, waarna bij succes de komende jaren

uitgebouwd kan worden naar andere typen projecten voor emissiereductie in bosbeheer, landbouw, industrie, enz..

4. *Kiezen of de standaard beperkt wordt tot C-emissie* (evt. ook N₂O, hoewel dat veel lastiger te kwantificeren/voorspellen is en in GEST en MoorFutures ook niet wordt meegenomen)? Of wordt het wenselijk geacht ook andere ecosysteemdiensten mee te nemen? Dat geeft meerwaarde en hogere prijs, die kopers bereid zijn te betalen. Zie MoorFutures 2.0.
5. *Bepalen hoe de inkomsten uit C-credits worden benut*. Wie gun je de (opbrengsten van de) credits? Aan de terreineigenaar/beheerder van het projectgebied in het geval van een natuurgebied, aan landbouwer in het geval van vernatting van veenbodem die voor teelten wordt gebruikt (inkomsten uit credits als onderdeel van hun verdienmodel), aan de voorfinancier van de maatregelen. De provincie kan het geld ook eerst elders halen (bijv. EU of een natuurontwikkelingspot) en het dan via verkoop van C-credits weer terughalen. Dat geld kan dan weer in andere natuurprojecten geïnvesteerd worden (en niet in bijv. wegaanleg), of in informatiecampagnes en lesprogramma's over klimaatverandering/duurzaamheid voor scholen.
6. *Keuze maken voor het opzetten van een eigen standaard voor de C-credits, of aansluiten bij een bestaande standaard*. Grote internationale standaard, zoals Gold Standard en Verified carbon standard (VCS) of MoorFutures (incl. MoorFrosch: credits voor 100 kg CO₂)? De kosten spelen bij deze keuze een belangrijke rol. Het kopen van de rechten voor 'MoorFutures.nl' kost naar verwachting minder dan 10.000 euro.
7. *Uitwerken van de standaard en methodologie en het opzetten van het eigen verkoopkanaal, administratie, controles e.d.*. Bestaande instanties kunnen ingeschakeld worden om de verschillende taken te vervullen. Naast de provincie zelf, die tenminste een belangrijke rol als initiator en 'olie-in-de-machine' speelt, kunnen bijvoorbeeld het GroenOntwikkelfonds Brabant (GOB) en (kennis)instituten een rol vervullen bij de registratie, verkoop, validatie en monitoring. Een kennisinstituut zal de emissiereductie moeten inschatten en die inschatting vervolgens door een tweede (onafhankelijk) kennisinstituut te laten controleren. Geen van die instituten zal daarbij hun goede naam op het spel willen zetten en derhalve serieus te werk gaan.
8. *Publiekscampagne*: Veel potentiële investeerders zijn onbekend met de relatie tussen veenherstel/-behoud en klimaatverandering. In tegenstelling tot bosprojecten is voor veenherstel een uitgebreide informatiecampagne nodig. Hoe beter deze campagne wordt uitgevoerd, hoe groter de interesse zal zijn en hoe hoger de inkomsten uit C-credits. Regionale inbedding en zichtbaarheid helpt heel veel in de communicatie en het vergroten van bewustzijn. De MoorFutures-standaard was zeer succesvol in het onder de aandacht brengen van het concept van de C-credits uit veenvernatting als een regionaal product, maar vooral ook in het informeren over de relatie tussen venen en klimaat. Lokale en regionale partijen dienen zo spoedig mogelijk in het proces te worden betrokken. Een project moet goed liggen in de omgeving, bij zowel direct betrokkenen (omwonenden, gemeente), als bij kopers. Je wilt geen smet op zo'n project. Belangrijk is dus een goed beeld te hebben van wat kopers en andere betrokkenen belangrijk vinden.

Literatuur

- BTL, 2016. Beantwoording vragen ODBN in het kader van de vergunningsaanvraag voor de natuurbeschermingswet Groote Peel. Rapport BTL Advies, Oisterwijk.
- Buro Bakker, 2007. Vegetatiekartering Molenbeek en Groote Peel 2006. Rapport Buro Bakker, Assen.
- Caljé, R. & W. Beekman, 2015. Groote Peel. Grondwaterberekening. Artesia B.V., Schoonhoven.
- Couwenberg, J., J. Augustin, D. Michaelis, W. Wichtmann & H. Joosten, 2008. Entwicklung von Grundsätzen für eine Bewertung von Niedermooren hinsichtlich ihrer Klimarelevanz. DUENE & Universität Greifswald.
- Couwenberg, J., A. Thiele, F. Tanneberger, J. Augustin, S. Bärish, D. Dubovik, N. Liashchynskaya, D. Michaelis, M. Minke, A. Skuratovich & H. Joosten, 2011. Assessing greenhouse gas emissions from peatlands using vegetation as a proxy. *Hydrobiologia* 674: 67–89.
- Couwenberg, J., K.-F. Reichelt & G. Jurasinski (in voorbereiding) Vegetation as a proxy for greenhouse gas emissions: an update of the GEST-list.
- Günther, A., S. Böther, J. Couwenberg, S. Hüttel & G. Jurasinski, 2018. Profitability of direct greenhouse gas measurements in carbon credit schemes of peatland rewetting. *Ecological Economics* 146: 766–771.
- Holtland, W.J., C.J.F. ter Braak & M.G.C. Schouten, 2010. Iteratio: calculating environmental indicator values for species and relevés. *Applied Vegetation Science* 13: 369–377.
- IPCC, 2018. Special Report Global Warming of 1.5°C. www.ipcc.ch/sr15.
- Joosten, J.H.J. & A. Lubbers, 1988. Basisgegevens met betrekking tot de veenkartering van de Groote Peel. Staatsbosbeheer, Utrecht. Rapport 88-35.
- Joosten, H., K. Brust, J. Couwenberg, A. Gerner, B. Holsten, T. Permien, A. Schäfer, F. Tanneberger, M. Trepel & A. Wahren, 2015. MoorFutures® - Integration of additional ecosystem services (including biodiversity) into carbon credits-standard, methodology and transferability to other regions. BfN-Skripten 407. Bundesamt für Naturschutz, Bonn.
- Jurasinski, G., A.B. Günther, V. Huth, J. Couwenberg & S. Glatzel, 2016. Ecosystem services provided by paludiculture –Greenhouse gas emissions. In: Wichtmann, W., Schröder, C., Joosten, H.: Paludiculture – productive use of wet peatlands. Schweizerbart, Stuttgart. Pp. 79 - 94.
- Koska, I., M. Succow, U. Clausnitzer, T. Timmermann & S. Roth, 2001. Vegetationskundliche Kennzeichnung von Mooren (topische Betrachtung). In Succow, M. & H. Joosten (eds), *Landschaftsökologische Moorkunde*. Schweizerbart, Stuttgart. Pp. 112–184.
- Loermans, J.H.T., R.J.W. van de Haterd, M. Feenstra, J.A. Inberg, L.S.A. Anema & P.J. de Gier, 2017. Vegetatie- en plantensoortenkartering Groote Peel 2016. Staatsbosbeheer projectnummer 0968. Bureau Waardenburg Rapportnr. 17-083. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Myhre, G., Shindell, D., Breon, F.-M., Collins, W., Fuglestad, J., Huang, J., Koch, D., Lamarque, J.-F., Lee, D., Mendoza, B., Nakajima, T., Robock, A., Rotstayn, L., Stephens, G. & Zhang, H. (2013) Chapter 8: Anthropogenic and natural radiative forcing. In: Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, D., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V. & Midgley, P.M. (eds.) *Climate*

Change 2013. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA, 659–740.

Schrier-Uijl, A.P., P.S. Kroon, D.M.D. Hendriks, A. Hensen, J.C. van Huissteden, P.A. Leffelaar, F. Berendse & E. Venendaal, 2013. Agricultural peat lands; towards a greenhouse gas sink – a synthesis of a Dutch landscape study. *Biogeosciences Discussions* 10: 9697–9738.

Van Beek, C.L., M. Pleijter & P.J. Kuikman, 2010. Nitrous oxide emissions from fertilized and unfertilized grasslands on peat soil. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 89 (3): 453-461.

Wilson, D., D. Blain, J. Couwenberg, C.D. Evans, D. Murdiyarso, S.E. Page, F. Renou-Wilson, J.O. Rieley, A. Sirin, M. Strack & E.-S. Tuittila, 2016. Greenhouse gas emission factors associated with rewetting of organic soils. *Mires and Peat* 17, Article 04: 1-28.

Bijlage 1. Criteria voor Carbon-credits op de vrijwillige koolstofmarkt

In deze bijlage worden de criteria voor C-credits op de vrijwillige koolstofmarkt besproken. De tekst is met kleine wijzigingen overgenomen uit het Engelstalige rapport over MoorFutures (Joosten et al. 2015). In de daarop volgende tabellen wordt uitgewerkt hoe met de criteria wordt omgegaan in de MoorFutures-standaard.

Additionality

Additionality means that the positive climate effect would not have occurred without the revenue from the sale of credits. Spontaneous developments or developments that happen anyway - e.g. because they are required by law or are attractive from an economic standpoint - are not 'additional' even if they result in a substantial reduction in greenhouse gas (GHG) emissions. In practice, a project is considered additional when it includes activities that are only possible with the economic incentive provided by the sale of carbon credits. However, not all the necessary funds must come from the sale of carbon credits. It must only be demonstrated that the project, whether it receives additional funding or not, could only be implemented if credits are sold. With the revenue from the credits, the economic viability threshold can be crossed. Therefore, the criterion of additionality is primarily an economic criterion. It may encompass economic incentives to persuade farmers or other land users to accept rewetting of their land.

Measurability

Carbon markets require that emission reductions achieved by a project are quantified in a transparent and verifiable way. A logical approach for a peatland rewetting project would be the direct measurement of GHG fluxes at the site before, during and after rewetting. Direct GHG measurements are unaffordable as a standard monitoring tool, due to its labour-intensiveness and complex techniques. A practical alternative is using proxies: land use, water table, subsidence or vegetation. Vegetation appears well suited as a proxy for GHG fluxes and is used in the current report, as well as for the MoorFutures standard, by means of the GEST-approach.

Verifiability

An independent third party must be able to verify the quantification of emission reductions on the basis of previously defined criteria. This verifiability is a central requirement of most standards. Verifiability requires a detailed methodology describing the criteria for monitoring emissions and emission reductions over time (typically with annual resolution). Verifiability includes:

- the validation of the project, which ensures that the project conforms to the requirements of the standard, as well as that the proposed methodologies are suitable for this project type, and
- the verification of periodic monitoring reports (typically compiled every five to ten years) and the claim on emission reductions.

In most cases, carbon credits are only issued *ex post*, i.e. after emission reductions have been achieved and verified.

Conservativeness

GHG fluxes from land vary greatly in time and space - for example owing to differences in temperature and water tables. Various procedures exist for calculating reductions and translating them into actual credits. The default values defined by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) refer to average fluxes. In contrast, the voluntary market (e.g. the Verified Carbon Standard VCS) demands that emission reductions are estimated 'on the safe side' (i.e. conservatively). In this way, the promised amount of emission reductions can be guaranteed. A conservative approach means that emissions should be underestimated in the baseline and overestimated in the project scenario. Of course, an overly conservative estimate unnecessarily lowers the number of credits. Uncertainty should be reduced as much as possible to maximise the number of credits. To this end, more precise flux assessment methods should be developed to improve measurability (including transparency and verifiability).

Reliability

Carbon credits are analogous to property rights, which must have a definite owner, who has the right to emit or sell the specified amount of GHG emissions. It is crucial that the right of ownership is established contractually, is recognised by an independent institution (e.g. the government) and can be enforced. When selling the credits, the owner cedes all associated ownership rights. Complete and reliable documentation is necessary not only to avoid double selling but also to create confidence in the market. For this reason, the trading of carbon credits must be documented indisputably in central registries.

Sustainability

Carbon projects can also contribute to improved socioeconomic conditions or, in other words, be 'sustainable' in the sense of the Brundtland Report (1987). At the very least, projects should not contribute to the deterioration of socioeconomic conditions. Particularly the voluntary carbon market with its focus on corporate social responsibility is very open to sustainability aspects. Lack of acceptance within the region and negative publicity can cast a cloud over the desired positive impression. A carbon project aimed at well-marketable credits should bear such risks and opportunities in mind, and address these at an early stage with appropriate local and regional awareness and information campaigns. Local and regional representatives plus stakeholders should be involved in decision-making processes as early as possible.

Permanence

In some projects, it is clear that emission reductions cannot be reversed; they are permanent. For example, methane from a rubbish dump that is captured and burned cannot be turned back into methane, and the emission reductions are permanent as a result. In contrast, the sequestration of GHG in ecosystems can be reversed and may not be

permanent. Sequestration of carbon through afforestation can be undone intentionally (by a change in land use or through timber harvesting) or unintentionally (by forest fires or natural disasters), causing the sequestered carbon to be emitted into the atmosphere again, nullifying (part of) the issued carbon credits. To avoid or reduce this risk, reversals must be prevented with long-term contracts or legal measures (restrictions on use, designation as a protected area, etc.). In addition, credits can be guaranteed by creating a credit reserve (buffer account) or via insurance.

Because climate projects in the land use sector have been and will be dominated by afforestation projects, the VCS considers all reductions from land use projects to be reversible in principle. The VCS requires that an (often considerable) portion of the produced carbon credits be reserved as a non-permanence risk buffer, and not be sold. Consequently, the higher the risk of reversal, the greater the share of produced carbon credits that must be set aside in the buffer account.

Strict adherence to the permanence requirement ('permanence for eternity') would prevent peatland rewetting projects that do not manage to completely halt peat oxidation, as they would not fulfil the VCS criteria. Even if vast reductions in emissions were to be achieved during the project crediting period, these could not be honoured because ever-lasting protection of the peat layer cannot be guaranteed. Therefore, as a demand for absolute permanence would preclude a large number of peatland projects, this is no longer required by the VCS as of 2012. The VCS now limits 'permanence' to 100 years. The maximum amount of GHG emission reductions which can be claimed by a project corresponds to the difference in peat carbon stock between the project and the baseline scenario after 100 years. Peatland projects which do not achieve complete rewetting, and in which the peat will continue to oxidise (albeit at a much slower rate than without rewetting) may now meet the VCS criteria.

In light of these criteria, consideration must be given to the following 3 aspects:

Reference scenario

Each emission reduction must be considered in relation to a reference ('less than what?'). The voluntary activities under Article 3.4 of the Kyoto Protocol and the related emission permits traded under Article 17 of the KP generally use a historical condition as reference - the year 1990 (base year). Taking into account both sources and sinks, the (net) GHG fluxes during the crediting period (e.g. 2018-2025) are compared with those from the base year 1990 (net-net accounting). A reference scenario is also used in Clean Development Mechanism (CDM) and VCS projects (called a 'baseline scenario'), and the GHG fluxes during the project are compared with the GHG fluxes that would have occurred over the same period without the project measures ('baseline').

Project crediting period

The project crediting period is the period of time during which a project can generate carbon credits. It may not be longer than the time over which a project can be considered

additional. The project crediting period can influence the volume of credits considerably. A longer crediting period will generally produce a larger number of credits.

Because a forward looking baseline is used, the project crediting period greatly influences the expected amount of emission reductions. If trees would encroach the project area in the reference scenario (which will be the case with some fallow land), the sometimes considerable carbon sequestration in the developing wood biomass must be accounted for in the baseline scenario, which in turn decreases the amount of emission reductions in the project. The growth rate of young trees is disproportionally high before they reach an equilibrium in which their carbon stock no longer increases per unit area. Consequently, the annualised effect of carbon sequestration in woody biomass is greater the shorter the project crediting period. When the trees are fully grown, and the carbon stocks in the wood biomass and in the litter layer have achieved equilibrium, only the emissions from peat decomposition remain.

Leakage

Leakage usually refers to the displacement of GHG emissions. However, the concept can also be applied to other ecosystem service (ESS). Leakage points to a leak in the project boundaries. It covers negative effects that occur outside the project area, but as a result of the project. In the context of GHG emissions, leakage implies that emissions are displaced to areas outside the project boundary, which may partially or completely negate emission reductions in the project area. If, for example, a peat grassland used for pasturing or hay-making is rewetted, this results in emission reductions. But if the same farmer shifts his activities to a new, hitherto undrained peat area which is then drained for this purpose ('activity shifting'), the net gain may equal zero or even be negative. Market leakage is another form of leakage. If the project affects a productive area, product supply will be affected. Market demand for the produced goods may drive changes in land use outside the project area that could (partially) nullify the emission reductions achieved by the project. For example, a peatland allotted and drained for peat extraction is rewetted, but the extraction of peat intensifies abroad because the demand for peat will remain the same. A third type of leakage, called ecological leakage, can occur when rewetting causes negative effects on hydrologically connected systems outside the project area. For instance, tree growth may decrease or forests may even die-back because of increased ground water tables. Therefore, the hydrological position of the peatland within the landscape should also be taken into consideration in rewetting projects. When projects are carried out in areas used for agriculture or forestry, an assessment of leakage effects is inevitable.

Criteria en vereisten van de MoorFutures-standaard. (Overgenomen uit Joosten et al. 2015).

Additionality	MoorFutures projects are additional. Without selling the MoorFutures credits, the project would not have been implemented. Carbon credit funding may complement other funding, which on its own would not be sufficient to finance the project. Criteria for mixed financing still need to be developed.
Project location	The geographical location and boundaries of each MoorFutures project area is clearly specified to facilitate accurate monitoring, reporting, and verification of GHG fluxes and relevant co-benefits.
Projection duration	The duration of MoorFutures projects is preassigned. All projects must have a reliable and solid plan for the management and implementation of measures throughout the project lifetime.
Measurability	MoorFutures Project use well-designed, detailed - and if possible - externally validated and scientifically accepted (peer-reviewed published) methodologies to assess the results of the project.
Verifiability	Monitoring and verification are performed by a designated publicly funded regional scientific research institute. The methodologies and results of MoorFutures projects are available for validation and verification by third parties.
Conservativeness	The assessment of the project results will be conservative at all levels.
Transparency	MoorFutures are explicitly linked and attributed to specific projects that can be visited on site. For every project, clear and accessible documentation is available with information on location and status of the project area, as well as on the assessment of emission reductions and additional ecosystem services. MoorFutures are registered at the regional level through regional coordinating bodies - e.g. in Mecklenburg-Western Pomerania and Brandenburg by the relevant ministries.
Sustainability	MoorFutures prohibits deterioration. On the one hand, improvement of one ecosystem service (climatic effect) should not negatively affect the performance of other ecosystem services. On the other hand, improvement of ecosystem services should not negatively affect the socio-economic situation of the region. The latter is of little relevance as long as only small project areas are rewetted. When large areas are rewetted, alternative sources of income should be explored, such as paludiculture and/or tourism.
Permanence	Permanence of the certified environmental achievements of MoorFutures is guaranteed by adequate legal, planning and contractual instruments that may vary from region to region. In Mecklenburg-Western Pomerania, Brandenburg and Schleswig-Holstein, permanence is ensured by: a) the administrative and legal basis of the project planning and approval process; b) securing the permanent availability of the project area, either through acquisition or through registration in the land register. Alternatively, a registration of servitude with respect to the water table in the land register is possible. In addition, utilization (Paludiculture) of the project area should be sought if this contributes to maintaining or promoting achieved or potential ESS (e.g. mire typical biodiversity).
Leakage	Three types of leakage are considered: (i) activity shifting, (ii) market leakage and (iii) ecological leakage.

Uitwerking van de specifieke methoden voor de inschatting van de broeikasgasbalans en vereisten van de MoorFutures-standaard (Overgenomen uit Joosten et al. 2015).

Applicability conditions	The methodology can be applied to projects that rewet drained peatlands in geographically defined regions in the temperate climate zone.
Project boundary	<i>Time:</i> The project crediting period of MoorFutures projects is 30-100 years. A minimum of 30 years is required to cover possible transient dynamics (methane spike, colonisation of new species). If the project includes afforestation/reforestation or improved forest management (including harvesting), the length of the project crediting period must include at least one complete harvest cycle. Projects shall have a reliable and well-designed plan for management and implementation over the entire project crediting period. <i>Spatially:</i> The project description must contain the name, geographical coordinates and boundaries (on maps), the total size of the project area and details of ownership. If the project applies to a group of areas, this information shall be included for each individual area. <i>Area considered:</i> In the baseline scenario, continuing subsidence could cause complete peat oxidation in some parts of the project area before the end of the project crediting period. For these sub-areas, credits are issued only for the time during which the peat would be present in the baseline. <i>Carbon stocks considered:</i> Aboveground biomass (trees or other); belowground biomass, and soil. Accounting for tree biomass of trees is mandatory in the baseline scenario, but optional in the project scenario. Tree litter, wood products and dead wood can be considered as well. <i>Greenhouse gases considered:</i> CO₂ and CH₄. N₂O is conservatively not considered. Scientific evidence shows that N₂O fluxes from wet sites are never higher than those from drained sites.
Reference/baseline scenario	MoorFutures uses a forward looking baseline. Emissions in the with-project-scenario are compared with a baseline scenario that describes what would have occurred during the project period without implementing the project. Expert opinions and publications are used to identify the most likely baseline scenario, and these findings are reviewed every 10 years. Under current socio-economic and political conditions in Mecklenburg-Western Pomerania, the most likely baseline scenario is to continue or intensify current land use. Abandonment is very unlikely. Therefore, MoorFutures presently uses current land use as a conservative estimate of the baseline scenario.
Additionality	All MoorFutures projects are additional.
Quantification (Monitoring, Reporting & Verification - MRV)	GHG emission reductions are estimated using the Greenhouse Gas Emission Site Types (GEST) approach. To ensure conservativeness, N₂O emission reductions and high methane emissions from ditches in the baseline are not considered. Low best estimates are used for the baseline, and high estimates for the project scenario. However, the same value is applied if a vegetation type occurs both in the baseline and the project scenario. Interannual variability in weather conditions and population dynamics is considered balanced over time. Catastrophic events are events or circumstances that are beyond the control of, and not materially influenced by, the project proponent: wildfires, insect and disease infestations, extreme weather events, earthquakes, volcanic eruptions and acts of terrorism or war. Their recurrence period is clearly longer than the project period. The effect of a catastrophic event on emissions is not considered, because it would have occurred in the baseline scenario as well. If a catastrophic event occurs, the baseline scenario must be adjusted.
Leakage	Leakage is considered as follows: activity shifting is avoided by site selection and/or the provision of alternative sources of income (tourism, paludiculture, and hunting). Market leakage is irrelevant because of the small size of the projects. Ecological leakage is avoided by the site selection and the creation of hydrological buffer zones. If leakage does occur, it is quantified and accounted for.
Monitoring	Vegetation mapping to determine the area fractions of different GESTs is carried out over the entire project period, namely before rewetting, in the third year after rewetting, and then every ten years.

