



Kansenkaart voor bescherming van koolstofvoorraad en CO₂-emissiereductie in natte natuur en multifunctionele klimaatbuffers

Technische achtergrondmemo

Henk Wösten, Fokke Brouwer en Jeroen Veraart



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Kansenkaart voor bescherming van koolstofvoorraad en CO₂-emissiereductie in natte natuur en multifunctionele klimaatbuffers

Technische achtergrondmemo

Henk Wösten, Fokke Brouwer en Jeroen Veraart

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research in opdracht van en gefinancierd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, in het kader van het Beleidsondersteunend voor de Klimaatenvolp, onderzoeksthema Klimaatlim Bos- en Natuurbeheer (projectnummer BO-53.001-019).

Wageningen Environmental Research
Wageningen, mei 2020

Gereviewd door:
Gertjan Nabuurs (Wageningen Environmental Research)

Akkoord voor publicatie:
Derk Rademaker, teamleider van Climate Resilience

Rapport 3003
ISSN 1566-7197

Wösten, H., Brouwer, F., Veraart, J.A., 2020. *Kansenkaart voor bescherming van koolstofvoorraad en CO₂-emissiereductie in natte natuur en multifunctionele klimaatbuffers; Technische achtergrondmemo*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3003. 34 blz.; 6 fig.; 9 tab.; 31 ref.

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/521335> of op www.wur.nl/environmental-research (ga naar 'Wageningen Environmental Research' in de grijze balk onderaan). Wageningen Environmental Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

© 2020 Wageningen Environmental Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, www.wur.nl/environmental-research. Wageningen Environmental Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Wageningen Environmental Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.



Wageningen Environmental Research werkt sinds 2003 met een ISO 9001 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem. In 2006 heeft Wageningen Environmental Research een milieuzorgsysteem geïmplementeerd, gecertificeerd volgens de norm ISO 14001. Wageningen Environmental Research geeft via ISO 26000 invulling aan haar maatschappelijke verantwoordelijkheid.

Wageningen Environmental Research Rapport 3003 | ISSN 1566-7197

Foto omslag: Natuurmonumenten

Inhoud

| | | |
|----------|--|-----------|
| | Verantwoording | 5 |
| | Woord vooraf | 7 |
| | Samenvatting | 9 |
| 1 | Introductie | 11 |
| | 1.1 Achtergrond | 11 |
| | 1.2 Doel | 11 |
| | 1.3 Beoogde ontsluiting en toepassing | 12 |
| | 1.4 Globale werkwijze | 12 |
| 2 | Het opbouwen van de kansenkaart | 13 |
| | 2.1 Deelkaart 1: De Bodem | 13 |
| | 2.2 Deelkaart 2: Hydrologie en drainage | 15 |
| | 2.3 Deelkaart 3: Vegetatie en beheertype | 17 |
| | 2.4 Koolstofvoorraad en verbeterpotentie binnen natte natuur | 20 |
| | 2.5 Koolstofvoorraad en verbeterpotentie bij overige SNL-typen | 22 |
| 3 | Handelingsperspectieven | 24 |
| | 3.1 Vernatten van natuur: verandering in drainageklasse | 24 |
| | 3.2 Verandering in vegetatie(beheer) | 25 |
| | 3.3 Tegelijkertijd hydrologie en vegetatie veranderen | 26 |
| | 3.4 Kaart en handelingsperspectief: Een fictief voorbeeld | 27 |
| 4 | Conclusies en aanbevelingen | 28 |
| | Literatuur | 29 |
| | Bijlage 1 SNL Beheertypenkaart (onbewerkt) | 31 |

Verantwoording

Rapport: 3003

Projectnummer: BO-53.001-019 (my projects: 5200045516)

Wageningen Environmental Research (WENR) hecht grote waarde aan de kwaliteit van zijn eindproducten. Een review van de rapporten op wetenschappelijke kwaliteit door een referent maakt standaard onderdeel uit van ons kwaliteitsbeleid.

Akkoord Referent die het rapport heeft beoordeeld,

functie: Hoogleraar Europees Bos (Wageningen Environmental Research)

naam: Gertjan Nabuurs

datum: 06-05-2020

Akkoord Referent die het rapport heeft beoordeeld,

functie: specialist water en natuur (Natuurmonumenten)

naam: Paul Vertegaal

datum: 06-05-2020

Akkoord teamleider voor de inhoud,

naam: Derk Rademaker (team Climate Resilience)

datum: 06-05-2020

Woord vooraf

De kansenkaart voor koolstofpotenties van natte natuur is een gezamenlijk product van Wageningen Environmental Research, Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer en LandschappenNL. De technische uitwerking is gedaan door de auteurs, maar het eindresultaat was niet mogelijk geweest zonder de inbreng van de overige leden van het projectteam. Dat waren Paul Vertegaal (Natuurmonumenten), Boukeliën Bos (Staatsbosbeheer), Andre de Bonte (LandschappenNL), Berry Lucas (LandschappenNL) en Wiebe Borren (Natuurmonumenten). De conceptversies van de kansenkaart en de technische achtergrondmemo zijn binnen het projectteam tweemaal uitgebreid besproken (in januari en maart 2020). Het commentaar heeft ons geholpen om de kaart, zo goed als mogelijk, aan te passen aan de informatiebehoeften die er leven bij strategische medewerkers van terreinbeherende organisaties.

Speciale dank gaat uit naar Paul Vertegaal, die ook uitgebreid schriftelijk commentaar heeft gegeven op de conceptrapportage. Daarnaast hebben wij het concept in februari 2020 ook voorgelegd aan Gertjan Nabuurs en Erik Arets. Wij danken hen voor deze vrijwillige tijdsinspanning. Tot slot zijn wij de leden van de externe begeleidingscommissie zeer erkentelijk: Peter van der Knaap (LNV), Vincent Lokin (Waterschap de Dommel) en Michelle Talsma STOWA).

Bij het maken van deze kansenkaart is er gezocht naar een balans tussen enerzijds de informatiebehoeften bij de beheerders en anderzijds de onzekerheden die er in de wetenschap bestaan over de emissie en vastlegging van broeikasgassen in natte natuur. De kansenkaart moet gezien worden als een eerste hulpmiddel om natuurgebieden te identificeren waar nog extra mogelijkheden zijn om koolstofvoorraden te beschermen of CO₂-emissies te reduceren. Daarna kan in een vervolgtraject de stap genomen worden om met lokale gegevens over hydrologie, bodem en vegetatie een hypothese te formuleren over de potentie, uitgedrukt in emissiereductie of te beschermen koolstofvoorraad.

Tot slot zijn wij verheugd dat in 2020 een veldpilot zal worden gestart binnen de klimaatenvolp om hierover meer inzicht te verkrijgen. Ook biedt het vervolg in 2020 de mogelijkheid om lokale casestudies uit te werken aan de hand van de kaart.

Henk Wösten, Fokke Brouwer, Jeroen Veraart

Wageningen, 17 april 2020

Samenvatting

In het klimaatakkoord wordt naar mogelijkheden gezocht om met ontwikkeling en beheer van natte natuur (o.a. rietmoeras en natte graslanden) de broeikasgasemissies naar de atmosfeer te reduceren, de opname daarvan te bevorderen en belangrijke koolstofvoorraden in hoogveen, laagveen, wetlands en moeras te beschermen.

Er is een kanskaart gemaakt voor de bescherming van koolstofvoorraden in bestaande natte natuur en daarnaast is er een kaart ontwikkeld die de mogelijkheden aangeeft in SNL-gebieden waar nog geen natte natuur is, maar andere vormen van natuur nu bestaan of waar agrarisch natuurbeheer plaatsvindt.

De ontwikkelde kanskaarten geven een eerste inzicht waar er mogelijkheden liggen om broeikasgasemissies te reduceren of netto vastlegging te stimuleren met slim beheer, de aanleg van natte natuur of realisatie van bufferzones rondom de natuur. De kaart kan, in een vervolgstap, vergeleken worden met andere ruimtelijke opgaven, zoals klimaatadaptatie in het waterbeheer (berging, waterconservering etc.) en opgaven voor natuurontwikkeling. Dit combineren van opgaven is een belangrijk inrichtingsprincipe bij de realisatie van natuurlijke klimaatbuffers.

In deze studie wordt gebruikgemaakt van kengetallen (emissiefactoren, voorraden, fluxen) voor natte natuur die gebruikt worden in de nationale emissierapportage en die vergeleken zijn met nieuwe informatie uit recent onderzoek. De kanskaarten zijn verkregen door gegevensbronnen over bodem, hydrologie en vegetatietypen met elkaar te combineren in een GIS-analyse.

De kaart is een waardevol hulpmiddel om interessante gebieden te traceren waar vernatting potentie heeft. Nadat deze gebieden zijn geïdentificeerd, dienen nauwkeuriger data voor deze gebieden te worden verzameld om de potentie in mogelijke emissiereducties te kwantificeren.

Uit de vergelijking van de gebruikte emissiefactoren voor natte natuur bij de landelijke rapportages en nieuw onderzoek valt op te maken dat de netto koolstofvastlegging voor rietmoeras wordt onderschat. Het is daarom een aanbeveling om de gebruikte emissiefactoren voor rietmoeras in de nationale emissierapportage te heroverwegen en nader te onderzoeken met meerjarig veldonderzoek, welke ook inmiddels gepland zijn.

1 Introductie

1.1 Achtergrond

In het klimaatakkoord wordt naar mogelijkheden gezocht om met ontwikkeling en beheer van natte natuur (o.a. rietmoeras en natte graslanden) de broeikasgasemissies naar de atmosfeer te reduceren, de opname daarvan te bevorderen en belangrijke koolstofvoorraden in hoogveen, laagveen, wetlands en moeras te beschermen. Ook in het mariene domein wordt naar dit type oplossingen gezocht, maar die activiteiten vallen onder project 5.1 binnen de klimaatveloppe (kwelders).

Het maken van een kanskaart is een van de producten uit het project *Pilots Natte Natuur: multifunctionele klimaatbuffers*¹, dat wordt uitgevoerd door de Coalitie Natuurlijke Klimaatbuffers (CNK)², Wageningen Environmental Research en Wageningen Universiteit. Het initiatief tot dit project lag bij CNK. De CNK wilde met project 4.1 de potentie van natuurlijke klimaatbuffers op het gebied van klimaatmitigatie verder in beeld brengen. Op deze manier kan in de toekomst die potentie verder ontwikkeld worden, bij voorkeur in combinatie met klimaatadaptatie.

Natuurlijke klimaatbuffers zijn gebieden waar natuurlijke processen de ruimte krijgen. Hierdoor groeien ze mee met klimaatverandering en vervullen ze een rol bij het vasthouden en opvangen van water, het voorkomen van watertekorten, het temperen van hitte en het verminderen van koolstofdioxide in de atmosfeer. Zo verbeteren deze gebieden de leefbaarheid van Nederland (CNK, 2019).

Naast de ontwikkeling van deze kanskaart is binnen project 4.1 ook gestart met het opzetten van praktijkpilots voor natte natuur in Fochteloërveen, Ilperveld, Joostendam en de opzet van een monitoringspilot bij Polder Camphuis (Kruijt en Jacobs, 2020). Ook is er een literatuuronderzoek uitgevoerd over wat er bekend is over de methaanemissies in natte natuurgebieden (Jacobs et al., 2020).

Dit rapport beschrijft alleen de ontwikkeling van de kanskaart.

1.2 Doel

De kanskaart probeert plekken in beeld te brengen waar er mogelijkheden liggen om broeikasgasemissies te reduceren of netto vastlegging te stimuleren met slim beheer, de aanleg van natte natuur of realisatie van bufferzones rondom de natuur waar bijvoorbeeld natuurinclusieve landbouw, paludicultuur, voedselbossen of agro-bosbouw plaatsvindt. Voorts willen we een overzicht bieden van maatregelen die genomen kunnen worden in natuurgebieden of gebieden met een (gedeeltelijke) natuurfunctie waar emissies te reduceren zijn of de koolstofvoorraad te vergroten is.

De kaart kan, in een vervolgstap, vergeleken worden met andere ruimtelijke opgaven, zoals klimaatadaptatie in het waterbeheer (berging, waterconservering etc.) en opgaven voor natuurontwikkeling. Dit kan combinatiemogelijkheden in beeld brengen, ook met andere economische sectoren, zoals recreatie en drinkwaterwinning. Dit combineren van opgaven is een belangrijk inrichtingsprincipe bij de realisatie van natuurlijke klimaatbuffers (Veraart et al., 2019).

¹ Project 4.1 binnen het BO-onderzoeksthema Klimaatlim Bos- en Natuurbeheer.

² De Coalitie Natuurlijke Klimaatbuffers bestaat uit ARK Natuurontwikkeling, Landschappen NL, Natuur- en Milieufederaties, Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer, Vogelbescherming Nederland, Waddenvereniging en Wereldnatuurfonds. In project 4.1 waren Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer en LandschappenNL namens de coalitie vertegenwoordigd.

1.3 Beoogde ontsluiting en toepassing

- In het kader van het klimaatakkoord wordt de website Klimaatslim bos- en natuurbeheer ontwikkeld (VBNE en LNV, 2019). De bedoeling is om op deze website de kanskaart te publiceren en een overzicht van handelingsperspectieven te geven.
- Er is verkend op welke manieren er met deze kwalitatieve kanskaart dwarsverbanden te leggen zijn tussen de (gromazige) UNFCCC-systematiek om de vastlegging van broeikasgassen per type landgebruik te rapporteren (Arets et al., 2019) en de wensen om op lokaal niveau inzicht te krijgen in het effect van maatregelen die de vastlegging van broeikasgassen in natte natuur bevorderen. Deze wensen leven bijvoorbeeld bij terreinbeheerders in het kader van het certificeren van koolstof credits (Fritz et al., 2017; GDNK, 2018).

1.4 Globale werkwijze

Kengetallen over emissiefactoren

In deze studie wordt gebruik gemaakt van de recentst gepubliceerde, relevante gegevensbronnen. We maken hierbij gebruik van kengetallen (emissiefactoren, voorraden, fluxen) voor natte natuur die eerder verzameld zijn (Arets et al., 2019; Fritz et al., 2017; Lesschen et al., 2012) voor de nationale emissierapportage (Coenen et al., 2018) met nieuwe informatie uit recent onderzoek (Couwenberg et al., 2011; Joosten et al., 2015; Van de Riet et al., 2017; Villa en Bernal, 2018), de CNK Evaluatie over natuurlijke klimaatbuffers (Veraart et al., 2019) en de herijking van veenbodems in Nederland die in 2019 is afgerond (Brouwer en Walvoort, 2019).

Kaartbeelden

De kanskaart is verkregen door gegevensbronnen over bodem, hydrologie en vegetatietypen met elkaar te combineren in een GIS-analyse. Uitgangspunt bij de selectie van gegevensbronnen is dat:

- De bron landsdekkend is, zodat een kanskaart voor heel Nederland kan worden gemaakt;
- De bron de recentst beschikbare informatie gebruikt;
- De bron gedocumenteerd is en ook vrij beschikbaar is voor gebruik door derden, zodat de transparantie van de werkwijze is gewaarborgd.

Tegen deze achtergrond is gebruik gemaakt van de:

- Bodemkaart volgens de Basisregistratie Ondergrond (BRO) Actualisatie bodemkaart. Herkartering van de veengebieden in Eemland (Brouwer en Walvoort, 2019);
- Drainageklassen die gebruikt worden in het kader van de nationale broeikasgasrapportage; (Arets et al., 2019), geactualiseerd en aangepast op basis van de grondwatertrappenkaart (Knotters et al., 2018);
- Beheertypen die gebruikt worden in het kader van het Subsidiestelsel Natuur en Landschap (SNL) (Meeuwse, 2019).

De werkwijze resulteert in een globaal, landelijk overzicht in de vorm van een beperkt aantal van vijf kansklassen voor het beschermen van de koolstofvoorraad en het reduceren van broeikasgasemissies in Nederlandse natuurterreinen. De klassen geven geen exacte getallen voor deze vastlegging, hiervoor zullen metingen ter plekke noodzakelijk zijn.

2 Het opbouwen van de kanskaart

2.1 Deelkaart 1: De Bodem

In deze nieuwste versie (V2019_1) van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50.000, zijn alle actualisaties tot en met 2018 (inclusief veengebieden in Eemland) verwerkt. De definitie van moeras op de Bodemkaart van Nederland luidt hierin als volgt: *"Deze onderscheiding is aangegeven in een aantal diep uitgegraven (uiterwaard)gebieden, die moeilijk weer in cultuur gebracht kunnen worden. Ze zijn een groot deel van het jaar dras of staan onder water."* De bodemkundige definitie wijkt daarmee af van de definitie van moeras als natuurbheerlype.

Veendikte

Alle legendaeenheden op genoemde bodemkaart zijn naar voorkomen van veen, beginnend binnen 40 cm – mv, ingedeeld in de volgende vier dikteklassen (Brouwer en Walvoort, 2019):

- Minerale gronden (<15 cm);
- Moerige gronden (15-40 cm);
- Dunne veengronden (> 40 cm), binnen 120 cm – mv. overgaand in een minerale ondergrond;
- Dikke veengronden (> 40 cm), doorlopend dieper dan 120 m – mv.

In Tabel 2.1 is aan deze bodemtypen een score toegekend van 5 (hoog voor dikke veengronden) tot 1 (laag voor minerale gronden). Bij de meeste kaarteenheden is deze indeling eenduidig. Op de bodemkaart komen echter ook zogenaamde associaties voor van samengestelde kaarteenheden. Dit kunnen twee of drie kaarteenheden zijn, maar ook complexere kaarteenheden zoals petgaten, bovenland en venige beekdalgronden zijn soms onderscheiden. In het geval van een associatie is een gemiddelde dikteklasse toegekend van de samengestelde delen. Wanneer dit niet mogelijk is, bijvoorbeeld bij een associatie van dikke en dunne veengronden, is telkens gekozen voor de dunste variant. In dit geval dus voor dunne veengronden om zodoende overschatting te voorkomen. Eén uitzondering op deze regel is de combinatie van moerige met minerale gronden. In dit laatste geval is bewust gekozen voor de dikste variant, namelijk voor moerige gronden, omdat anders de informatie over voorkomen van veen op deze locaties verloren gaat.

Veentype

Naast veendikte is ook het type veen van belang. Als globaal onderscheid is hiervoor de volgende tweedeling gehanteerd:

- Afgegraven Hoogveen (overwegend oligotroof)
- Laagveen (overwegend mesotroof of eutroof)

Dikke veengronden hebben in hun bodemcode het type veen opgenomen. Zo hebben gronden met de bodemcode *.Vs* een dominante veensoort van veenmosveen en zijn daarom als "Hoog" getypeerd. De dikke veengronden met andere veensoorten, zoals *.Vc*, *.Vr* en *.Vb* hebben respectievelijk zeggeveen, rietveen en bosveen als dominante veensoort en zijn daarom als "Laag" getypeerd.

Bij de dunne veengronden en bij de moerige gronden is via de bodemcode niet af te leiden welk veentype dominant is. Om deze gronden toch in te delen naar veentype, hebben we hier een andere methode gevolgd. Deze gronden zijn ingedeeld met behulp van het Actueel Hoogtebestand van Nederland (AHN2-5m). Wanneer een bodemvlak geheel of voor het grootste gedeelte boven 0 m t.o.v. NAP ligt, wordt het als "Hoog" getypeerd.³ Andersom, als een bodemvlak geheel of voor het grootste gedeelte onder 0 m t.o.v. NAP ligt, wordt het als "Laag" getypeerd.

³ Deze vereenvoudiging op basis van de ligging t.o.v. NAP is alleen gebruikt wanneer de dominante veensoort niet af te leiden is uit de bodemkaart.

Met behulp van bovengenoemde methode zijn voor de veengebieden in Nederland per veendikteklasse en veentype de bijbehorende arealen berekend (Tabel 2.1, Figuur 2.1).

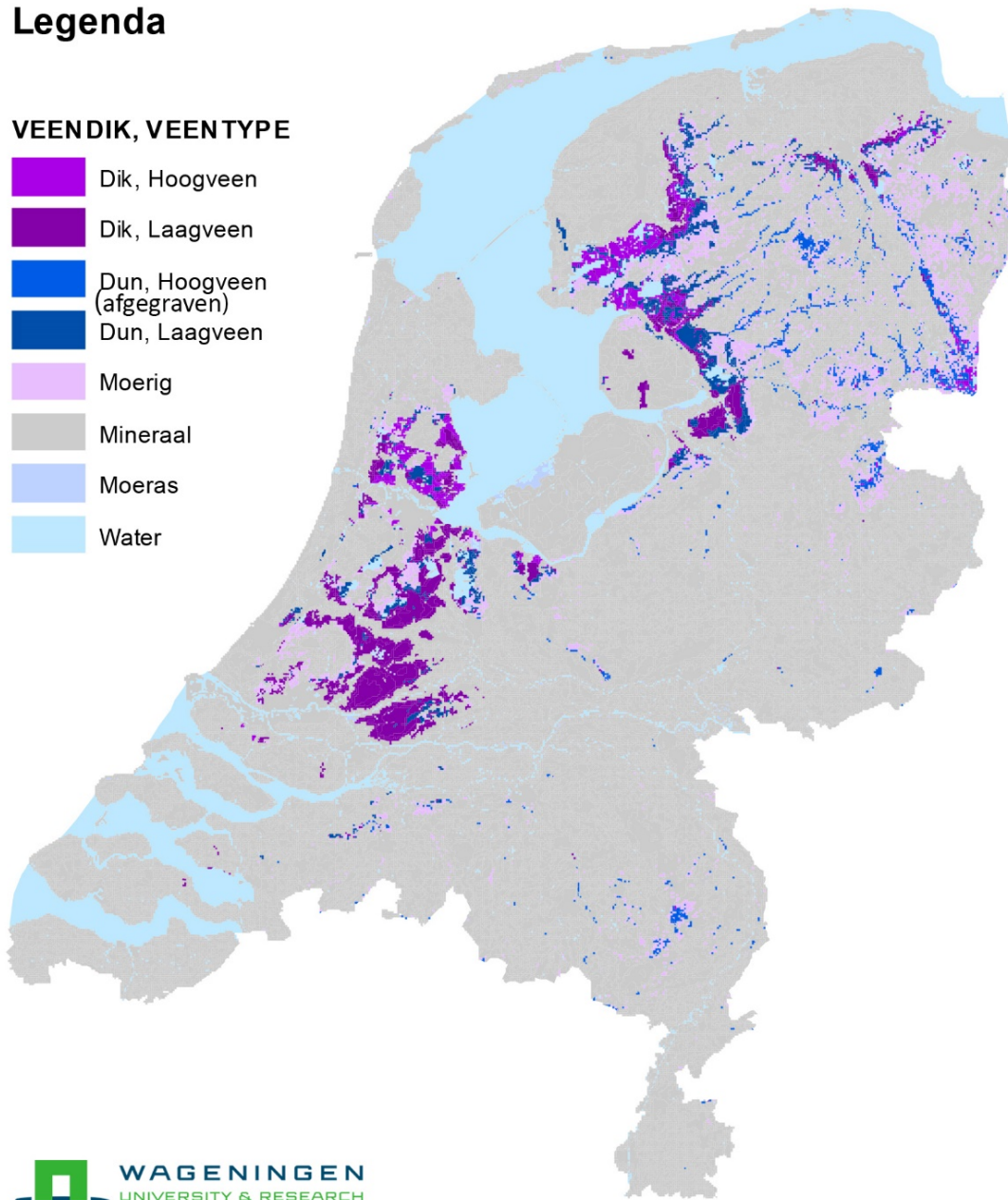
Tabel 2.1 Oppervlakte (ha) van alle veenbodems in Nederland.

| Kop | Potentie | Laagveen | Hoogveen | Totaal |
|-------------------------|---------------|----------------|----------------------------|----------------|
| Dikke veengronden | 5 - hoog | 116.988 | 41.055 | 158.043 |
| Dunne veengronden | 4 | 62.250 | 47.546 | 109.797 |
| Moerige gronden | 3 | 73.312 | 95.105 | 168.417 |
| Totaal veenbodem | | 252.550 | 183.707⁴ | 436.257 |
| Moerasbodem | 2 | | | 7.816 |
| Mineraal | 1 - marginaal | | | 2.972.957 |

Legenda

VEENDIK, VEENTYPE

| | |
|---|----------------------------|
|  | Dik, Hoogveen |
|  | Dik, Laagveen |
|  | Dun, Hoogveen (afgegraven) |
|  | Dun, Laagveen |
|  | Moerig |
|  | Mineraal |
|  | Moeras |
|  | Water |



Figuur 2.1 Bodemtypen uit de nationale bodemkaart die zijn meegenomen in de kanskaart.

⁴ Er is in Nederland \approx 183000 ha (afgegraven) hoogveen (alle typen landgebruik). Van deze oppervlakte is 9-10% gelegen in beschermd natuurgebied, waarvan 3600 ha in goede conditie. Slechts enkele hectares betreft groeiend hoogveen.

De paarse en blauwe gebieden op deze kaart vertegenwoordigen samen een veel grotere oppervlakte dan het areaal veenweidegebied en dat komt omdat een bodemkundige definitie van veenbodem is gebruikt en niet verward moet worden met het areaal veenweidegebied in Nederland, waarvan de schattingen over het oppervlakte variëren in de literatuur tussen 2000 en 2900 km².⁵ Een veenweidegebied is een Nederlands landschapstype bestaande uit weiden op veengrond. Bossen, die niet onder deze definitie vallen, kunnen bijvoorbeeld ook op veengrond liggen. De verschillen in schattingen zijn tevens een gevolg van aangepaste/verschillende definities voor het begrip 'veenweide', het daadwerkelijk oxideren van veenbodem (areaalafname in de tijd) of functieveranderingen (toename stedelijk gebied). Voor het maken van de kanskaart is bewust de bodemkundige definitie gebruikt omdat veen- en moerige gronden buiten het landschapstype veenweidegebied ook potenties kunnen hebben om de emissies van broeikasgassen door veenoxidatie te reduceren of in levend hoog- of laagveen CO₂ vast te leggen.

2.2 Deelkaart 2: Hydrologie en drainage

Aan de onderscheiden bodemtypen zijn 5 drainageklassen toegekend (Tabel 2.2). De origineel gebruikte benaming in de nationale emissie inventarisatie (eerste kolom) voor de drainage is gebaseerd op landbouwkundige functies: dus 'Ultimate bad' is heel nat. De grondwaterdynamiek die hierbij hoort, is veelal onwenselijk vanuit de reguliere landbouw. 'Good' is droog en daarom geschikt voor de meeste gangbare landbouwteelten, maar (op veengrond) niet geschikt voor de meeste natuurdoeltypen. In de tweede kolom is een aangepaste benaming gegeven per drainageklasse die alleen de hydrologische condities kwalificeert in termen van nat en droog, waarbij de grenzen van de drainageklassen gebaseerd zijn op de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG). De natste condities hebben de hoogste score gekregen (5) en de droogste condities de laagste score (1) in Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Gebruikte drainage klassen.

| Drainage klasse | GHG-vastlegging Natuur (score) | GLG ⁶ (Hydrologie) | Toelichting |
|-----------------|--------------------------------|-------------------------------|---|
| Ultimate bad | 5 - vernat tot maaiveld | 0 | Toegevoegd |
| Very bad | 4 - redelijk nat | <40cm | Toegevoegd |
| Bad | 3 - droog | <80cm | Conform Arets na optelling Ultimate en Very bad |
| Moderate | 2- droger | 80-120cm | Conform Arets |
| Good | 1- zeer droog | >120cm | Conform Arets |

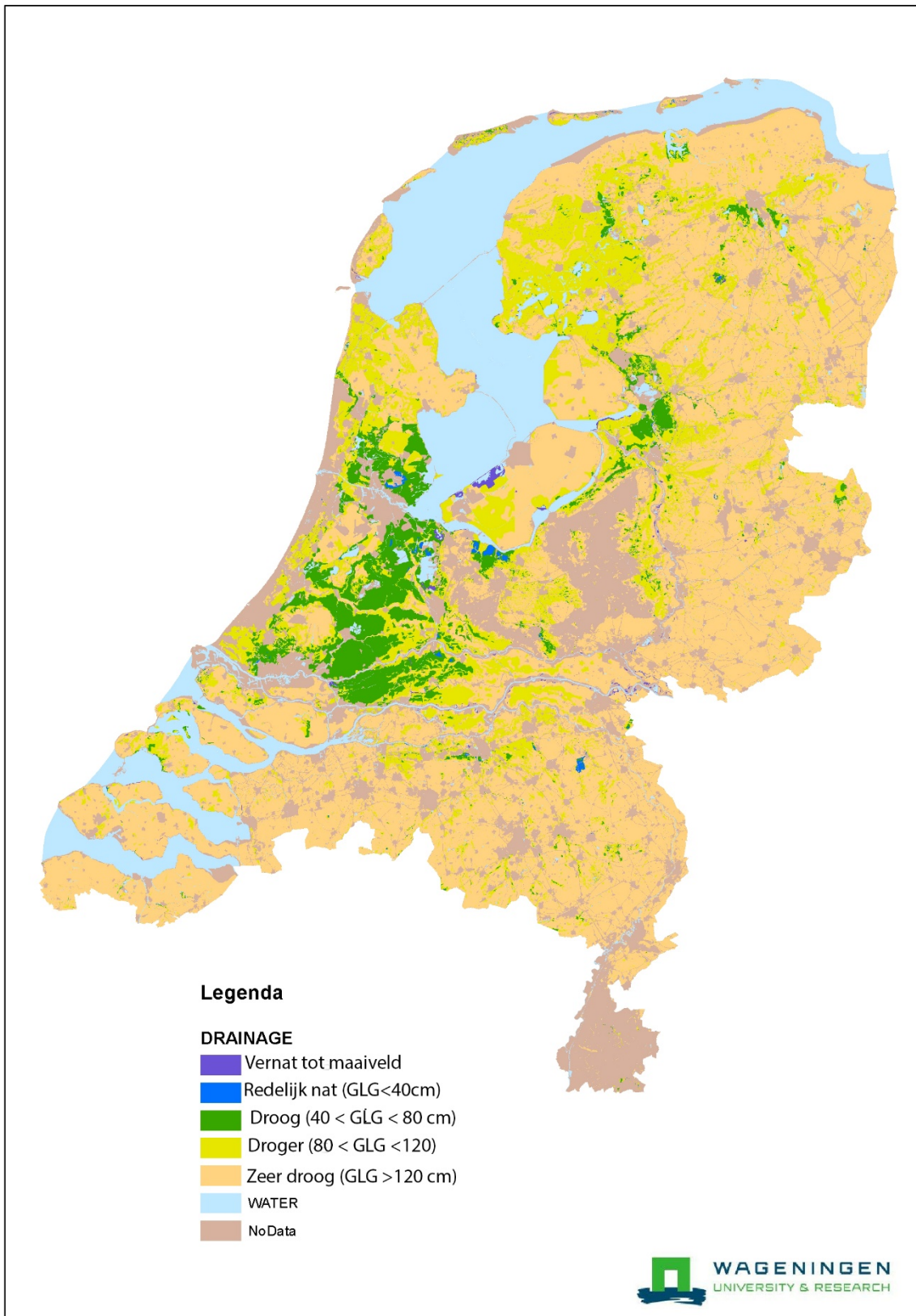
Ten opzichte van de gehanteerde drainageklassen binnen de nationale emissie inventarisatie (Arets et al., 2019) zijn er twee extra klassen toegevoegd door de oorspronkelijke categorie 'bad' op te splitsen in drie deel categorieën (bad, very bad, ultimate bad). Deze zijn in Tabel 2.2 in het rood weergegeven. Deze uitsplitsing is gedaan omdat dit om twee redenen relevant is voor de terreinbeheerder:

- het in kaart brengen van koolstofvastleggingspotenties in natte gebieden die nog natter te maken zijn;
- het verkrijgen van koolstofcertificaten op de vrijwillige koolstofmarkt (Veraart et al., 2019) is gekoppeld aan een systematiek waarbij de broeikasgasemissiereductie wordt vastgesteld aan de hand van veranderingen in grondwaterstand (GDNK, 2018).

Wij willen met deze kaart zowel kansen inventariseren binnen het nationale klimaatbeleid als voor de vrijwillige koolstofcertificatenmarkt. Dit is de reden waarom er niet is gewerkt met een graduele schaal van verschillende (gemiddelde) grondwaterstanden.

⁵ De oorspronkelijke bronnen van de schattingen voor het areaal veenweidegebied in de literatuur die tussen 1990 en 2004 genoemd worden zijn moeilijk te herleiden, maar het gaat vaak om interpretaties van verschillende versies van de nationale bodemkaart (1:50:000) (De Vries et al., 2003).

⁶ GLG staat voor Gemiddeld Laagste Grondwaterstand.



Figuur 2.2 Aangepaste drainagekaart die gebaseerd is op de hydrologische onderlegger die gebruikt wordt bij de nationale emissie-inventarisatie, geactualiseerd met de herziene kaart voor de grondwatertrappen (Knotters et al., 2018).

2.3 Deelkaart 3: Vegetatie en beheertype

De beheertypenkaart is samengesteld voor provinciaal natuurbeleid gericht op SNL-subsidieverlening en het bepalen van de natuurkwaliteit. Er wordt onderscheid gemaakt tussen Natuurtypen (N), Landschapselementtypen (L) en Agrarische natuurtypen (A) (Bijlage1).

De beheertypen op de kaart zijn beheereenheden die meerdere vegetatietypen en structurelementen kunnen omvatten. Binnen een beheertype is sprake van een vergelijkbaar beheer en vergelijkbare kosten. In de beheertypen zijn natuurlijke landschappen, structurelementen en groene cultuurhistorische elementen geïntegreerd. De provincies kunnen zelf invulling geven aan de kaart. Zo heeft Friesland delen van de Waddenzee en het IJsselmeer op de kaart gezet, maar Noord-Holland niet (Sanders en Meeuwsen, 2019).

De 85 SNL-beheertypen die door Meeuwsen (2019) worden onderscheiden, zijn samengevoegd tot 5 geclusterde beheertypen (Tabel 2.3) die onderling duidelijk verschillen. Uiteraard is dit een grote vereenvoudiging en zijn ook andere indelingen mogelijk. Vereenvoudiging was noodzakelijk om tot een overzichtelijke kanskaart te komen. Aan de beheertypen is een score toegekend van 5 (hoog voor moeras/hogveen) tot 1 (laag voor agrarisch beheer).

Tabel 2.3 Geclusterde beheertypen, gebaseerd op Meeuwsen (2019).

| Geclusterd beheertype | Oppervlakte Op SNL-kaart (ha) | GHG-vastlegging (Arets, 2018) | SNL-typen |
|--|--|----------------------------------|---|
| Hoogveen, trilveen, veenmosrietland en vennen (N06) ⁷ | 9900 | 5 - Hoog | N06.01 – Veenmosrietland en moerasheide N06.02 – Trilveen N06.03 – Hoogveen N06.05/06 – Vennen |
| Moerassig Bos | 59000 ⁸ | 4 – Meer dan gemiddeld | N14 Bos bij rivier en veen N16.04 Vochtig bos met productie |
| Moeras beheertypen bij o.a. beek en rivier | 49575 | 3 – Gemiddeld | N02 Rivier beheertypen N03 Beek N05 Moeras, Rietland etc. |
| Korte vegetatie | 135266 | 2 – laag | N10-N13 |
| Agrarisch beheer ⁹ | 763716 | 1 – Zeer Laag | A01-A14 |
| Natte natuur buiten beschouwing gelaten (niet op kaart) | | | |
| Zee/Kust/Kwelders | Er zijn kansen in kaart gebracht voor kwelders (Hoefsloot et al., 2020). | | N01 Zee/kust (o.a. kwelders) N04 Brak, Plassen meren |
| Open water (zoet) | Open water is netto vaak een bron van broeikasgasemissies, zeker wanneer deze nutriëntrijk is. Met inrichtingsmaatregelen, peilbeheer of maatregelen gericht op de waterkwaliteit of waterhuishoudkundige maatregelen kunnen ook broeikasgasemissies voor open water verminderd worden (Van Bergen et al., 2019; Velthuis et al., 2018). | | |

Toelichting op de rangschikking

De hoogste score is gegeven aan de vegetatiecategorie "*Hoogveen, trilveen, veenmosrietland en vennen*", omdat deze vegetatietypen te realiseren zijn in ontgonnen hoogveengebieden met nog steeds een hoge, maar afnemende koolstofvoorraad (Arets, 2018). Mits de juiste condities gerealiseerd worden (Limpens et al., 2016), is het bij deze beheertypen tevens mogelijk om ook

⁷ Het beheertype N06.04 (Vochtige Heide) is dus niet meegenomen.

⁸ Het type vochtig bos met productie had een oppervlakte van 24520 ha (er kan discussie zijn of dit natte natuur is).

⁹ In het kaartbeeld met potenties in natuurgebieden zijn deze SNL-typen uiteindelijk niet meegenomen.

groeïend hoogveen te realiseren (groei van de koolstofvoorraad). Er zijn zowel studies die deze strategie kansrijk achten (Couwenberg, 2011; Joosten et al., 2015; van de Riet et al., 2017) als onderzoek (Arets, 2018) dat conservatievere perspectieven schetst over de mogelijkheden om groeïend hoogveen te realiseren met een stijgende koolstofvoorraad in Nederland. In beide perspectieven is het in ieder geval mogelijk om de emissies van landgebonden broeikasgassen af te remmen met natte natuurontwikkeling in deze gebieden.

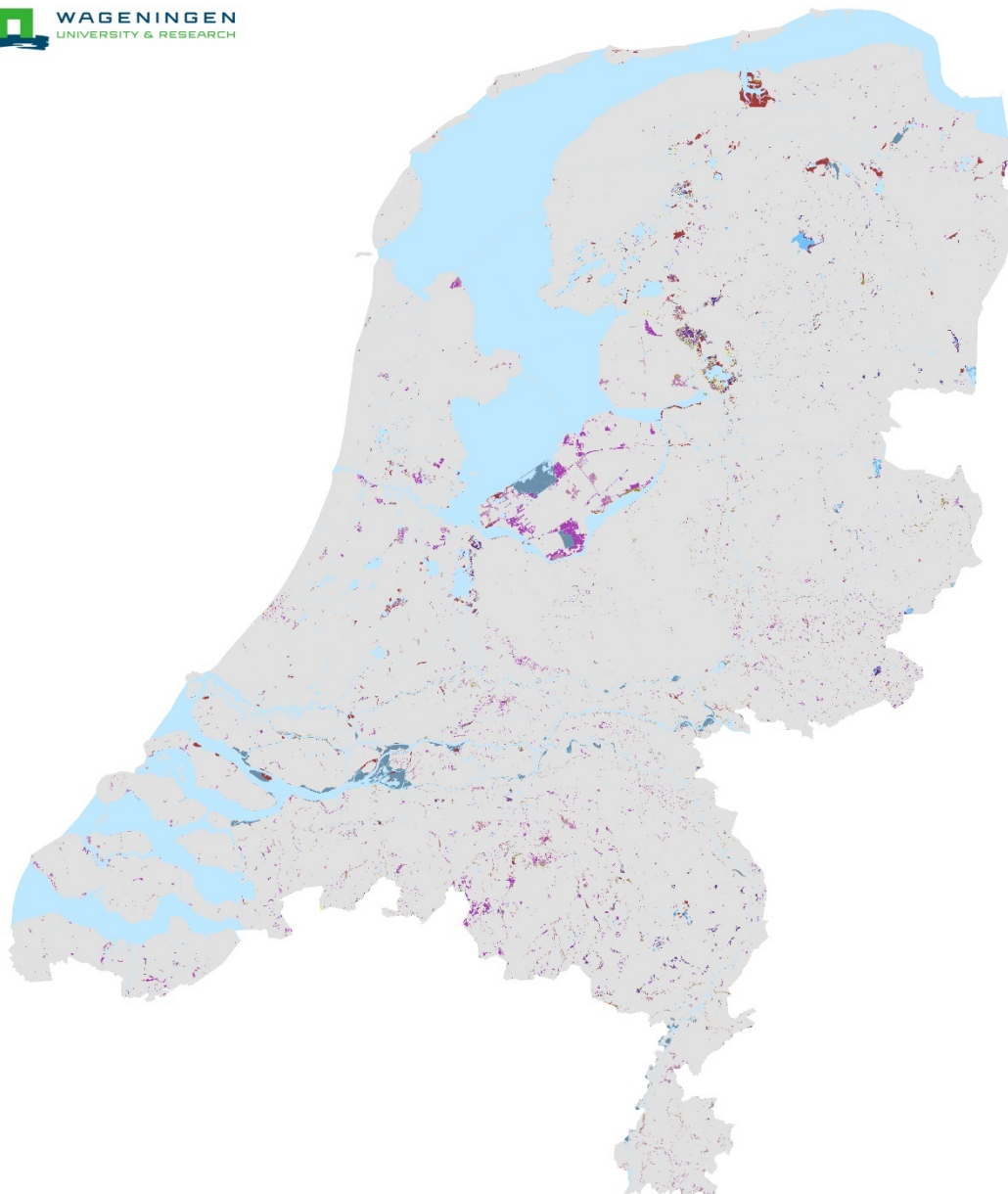
Het type "moerassig bos" heeft een lagere score gekregen dan "*Hoogveen, trilveen, veenmosrietland en vennen*" en een hogere score dan "*moerasbeheertypen bij o.a. beek en rivier*". De argumentatie hierachter is dat in houtige biomassa doorgaans meer koolstof wordt vastgelegd. Tegelijkertijd zal er in stromende watersystemen ook koolstof afgevoerd worden (Villa en Bernal, 2018), in tegenstelling tot actief hoogveen dat bij voorkeur alleen gevoed wordt door regenwater (Limpens et al., 2016).

De moerasbeheertypen met vegetatie zoals riet (N05), die voor kunnen komen op zowel veen als minerale gronden, zijn lager gerangschikt dan "moerassig bos" om consistent te blijven met de methodiek van de nationale broeikasgasinventarisatie (Ruysenaars et al., 2019). Bij de vegetatiekaart is alleen de bovengrondse vastlegging van koolstof meegewogen¹⁰ onder de aanname dat de ondergrondse koolstofvastleggingscapaciteit van moerassen al gewaardeerd wordt via de hydrologie en bodemkaart. Uit de assessmentstudie van Villa en Bernal (2018) valt op te maken dat de netto CO₂-vastlegging voor dit type moeras¹¹ mondiaal gemiddeld ligt rond de 4.5 ton CO₂ ha⁻¹ jr⁻¹ en rond de 3.3 ton CO₂ ha⁻¹ jr⁻¹ voor dit moerastype in de gematigde klimaatzones.

Uit Villa en Bernal valt een kengetal af te leiden van 0.95 ton CO₂ ha⁻¹ jr⁻¹ voor laagveengebieden met een korte vegetatie (Non-forested peatland). Dat is de reden om SNL-beheertypen met korte vegetatie de laagste score te geven.














¹⁰ Veel van de bovengrondse biomassa van riet wordt kortcyclisch vastgelegd en mineraliseert voor een groot deel. Een belangrijke onderzoeksvraag is welk deel van de bovengrondse biomassa van riet ten goede komt aan de lokale koolstofvoorraad na correctie voor mineralisatie, export/import (via instromende en uitstromende wateren) en oogst van biomassa (als onderdeel van het natuurbeheer) in de Nederlandse laagveengebieden.

¹¹ Villa en Bernal spreken over "Permanent Freshwater marsh". De getallen op p. 121 (table 1) uit dit artikel zijn omgezet van koolstof naar koolstofdioxide (factor 3.67)



Legenda

BeheerType

| | |
|---|---|
|  N00.01 Nog om te vormen landbouwgrond naar natuur (inrichting) |  N06.05 Zwakgebufferd ven |
|  N00.02 Nog om te vormen natuur naar natuur (functieverandering) |  N06.06 Zuur ven en hoogveenven |
|  N01.03 Rivier- en moeraslandschap |  N14.01 Rivier- en beekbegeleidend bos |
|  N03.01 Beek en Bron |  N14.02 Hoog- en laagveenbos |
|  N05.01 Moeras |  N14.03 Haagbeuken- en essenbos |
|  N05.02 Gemaaid rietland |  N16.04 Vochtig bos met productie |
|  N06.01 Veenmosrietland en moerasheide |  Overig land |
|  N06.02 Trilveen |  Water |
|  N06.03 Hoogveen | |

Figuur 2.3 Bewerkte versie van de SNL-beheertypenkaart (Meeuwsen, 2019); de onbewerkte versie van de kaart is te vinden in Bijlage 1.

2.4 Koolstofvoorraad en verbeterpotentie binnen natte natuur

Aan de hand van de drie deelkaarten (bodem, hydrologie en vegetatie) en de bijbehorende deelscores (Tabel 2.1, 2.2 en 2.3) is een totaalscore berekend voor iedere rastercel op de basiskaart (Tabel 2.4). Alleen de natuurgebieden hebben een score gekregen op de basiskaart. Natuurgebieden zijn in deze analyse gedefinieerd als SNL-typen (Figuur 2.3) met een N-code. Het resultaat van de toekenning van scores aan de drie afzonderlijke gegevensbronnen is samengevat in Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Gebruikte gegevensbronnen voor de kanskaart en toekenning van een score aan de eenheden binnen de bron.

| Bodemtype (in zoekgebied SNL-typen met N-code) | | Drainageklasse | | Vegetatie | | Voorraad (bescherming) | Verbeterpotentie (emissiereductie) | Range totaalscore | Basiskaart |
|---|---|--------------------------------|---|---------------------------------------|---|---|---------------------------------------|----------------------|------------|
| Dikke veengronden | 5 | Vernat tot maaiveld (GLG=0) | 5 | Hoogveen, veenmos, trilveen en ven | 5 | Hoog | Laag | 10-14 ¹² | |
| Dunne veengronden | 4 | Redelijk nat (GLG<40cm) | 4 | Moerassig Bos | 4 | Gemiddeld | Matig | 8-9 | |
| Moerige gronden | 3 | Droog (40<GLG<80cm) | 3 | Rietmoeras bij o.a. stromende wateren | 3 | Matig | Gemiddeld | 6-7 | |
| Moerasbodem | 2 | Droger (80<GLG<120cm) | 2 | Korte vegetatie | 2 | Laag | Hoog | 4-5 | |
| Mineraal | 1 | Zeer droog (GLG >120cm) | 1 | Agrarisch beheer | 0 | Deze klasse komt niet meer voor omdat agrarisch beheer uiteindelijk is uitgesloten (A typen SNL.) | | | |

In een overlayprocedure worden de drie ruimtelijke gegevensbronnen gecombineerd tot een kaart met een legenda volgens de gesommeerde scores zoals vermeld in Tabel 2.4. Figuur 2.4 toont de huidige toestand van de koolstofvoorraad op natte natuurterreinen (basiskaart).

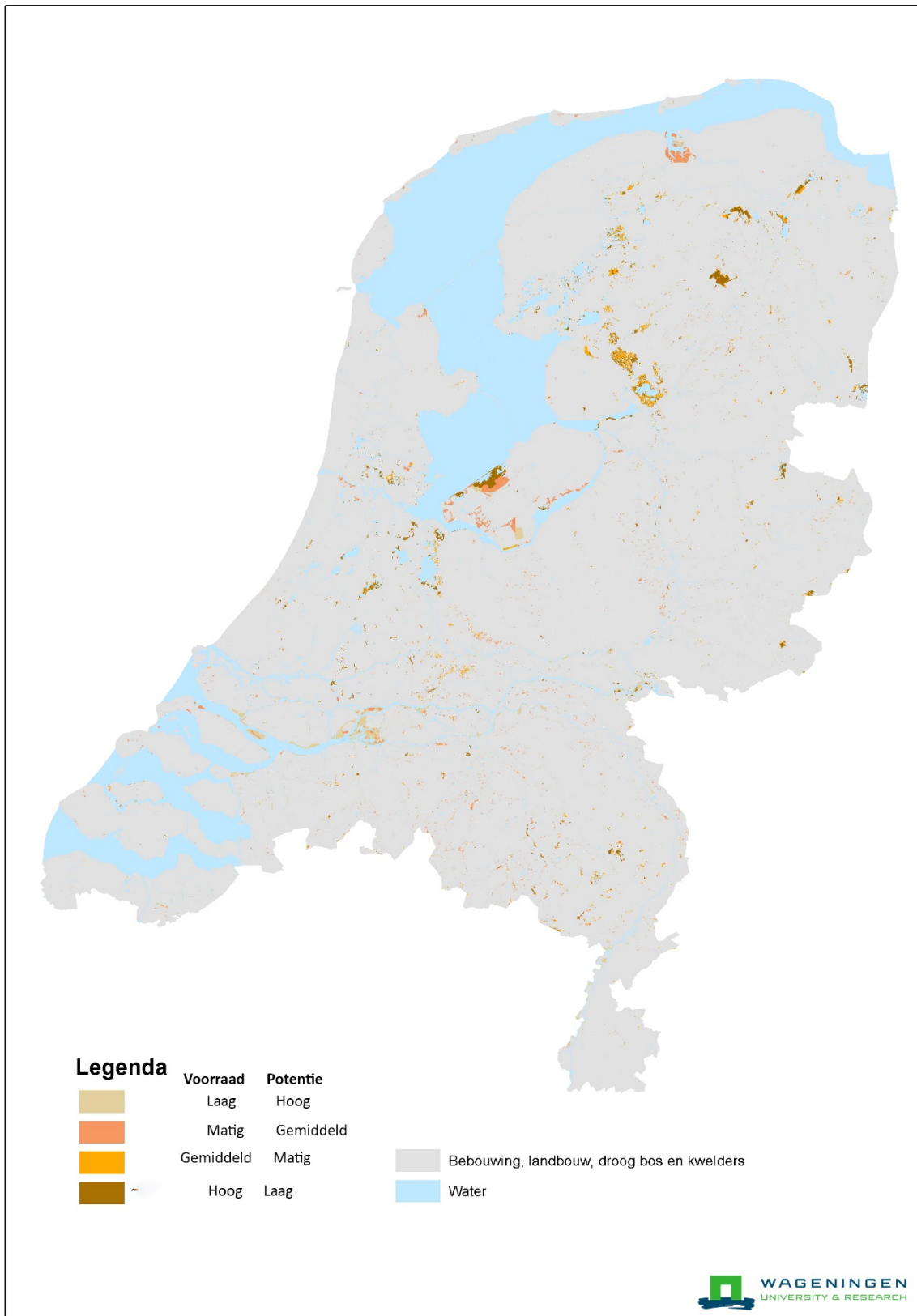
De mogelijkheden om de bestaande koolstofvoorraad binnen natte natuur extra te beschermen of toe te laten nemen, kan gezien worden als een nog niet gerealiseerde potentie om land gebonden broeikasemissie te reduceren. Binnen de natte natuurterreinen kun je de basiskaart vertalen naar een potentiekaart door de legenda om te keren (Figuur 2.4). De gebieden met een lichtere kleur op de kaart hebben een potentie om verder vernat te worden en daarmee meer land gebonden CO₂-emissie te reduceren of zelfs vast te leggen. De kaart geeft een indicatie voor zoekgebieden. De kaart is het duidelijkst over de gebieden met lage en hoge koolstofvoorraad en -potentie:

- Dikke veengronden met hoge grondwaterstanden en vegetatie representatief voor trilvenen, hoogveen en vennen hebben een maximaal gerealiseerd beschermingsniveau van de koolstofvoorraad en een lage potentie om extra koolstofvastlegging met vernatting (want ze zijn al maximaal vernat).
- Bij moerasbodems met een relatief lage grondwaterstand liggen er veel potenties om koolstof vast te leggen met hydrologische maatregelen en de koolstofvoorraad te vergroten.
- Op minerale gronden is er weinig koolstofvoorraad te beschermen en zijn er weinig mogelijkheden om deze te vergroten met vernatting of vegetatiebeheer.

Bij het nader verkennen van de potenties in de gebieden die op de kaart 'gemiddeld' of 'matig' scoren qua koolstofvoorraad en -verbeterpotentie is het belangrijk om goed naar de hydrologische onderlegger te kijken. Deze gebieden liggen op dunne of moerige veengronden waarbij er allerlei combinaties met de hydrologische condities mogelijk zijn en de potentie hoger kan liggen dan de indicatie op kaart 2.2.

¹² Er zijn geen gebieden gevonden die op alle criteria maximaal scoorden, score 15 is dus niet van toepassing.

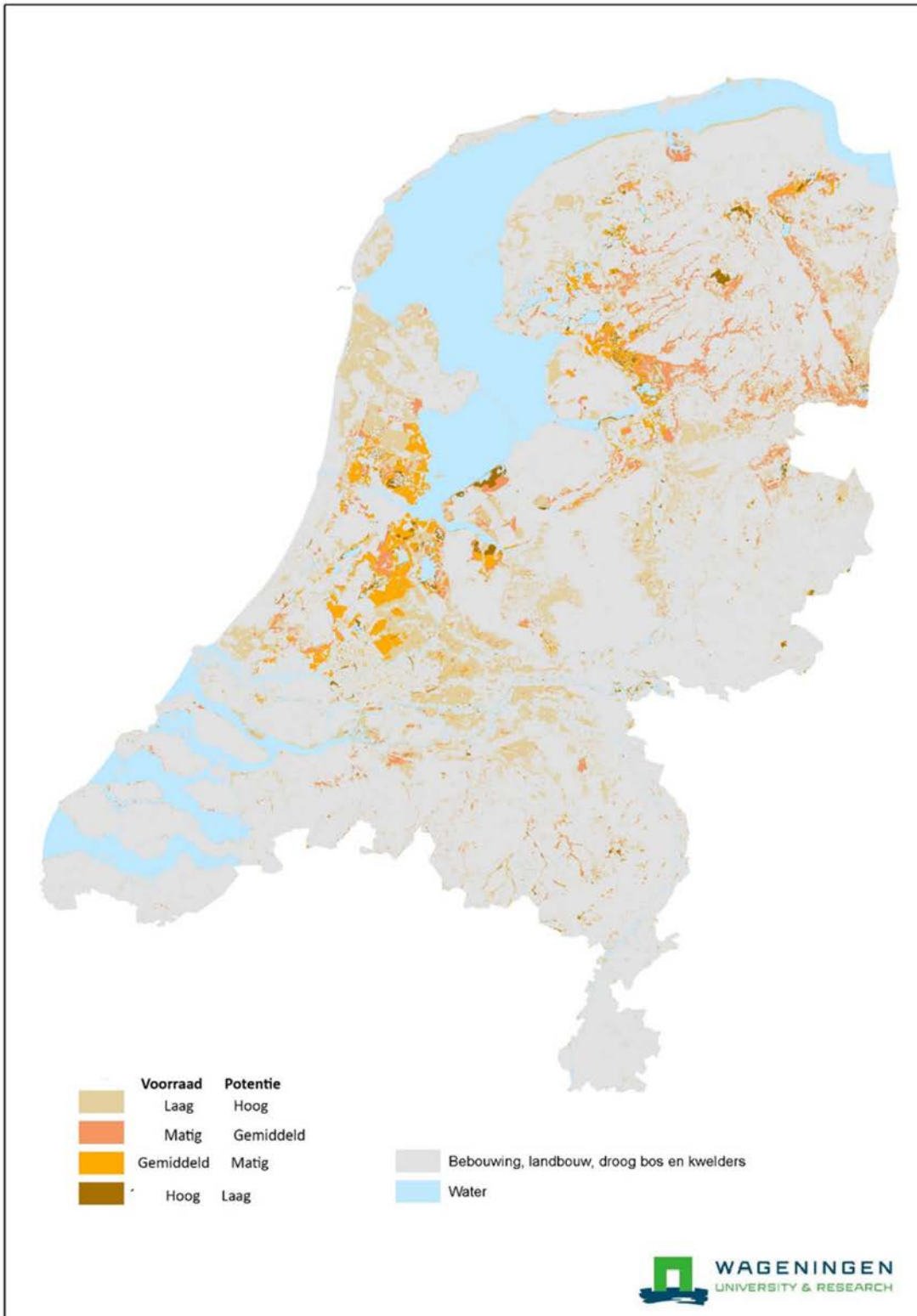
De gekozen uitgangspunten betekenen dat de hydrologie het zwaarst weegt bij het identificeren van kansen om landgebonden broeikasgasemissies te reduceren, daarna de bodem en tot slot het beheertype. Dit is ook een logische keuze, omdat in de hydrologie ook de meeste sturing mogelijk is.



Figuur 2.4 Basiskaart: Huidige toestand van de koolstofvoorraad en emissiereductiepotentie gebaseerd op bodemtype, hydrologie en beheertype **op natte natuurterreinen** met de genoemde SNL-beheertypen in Tabel 2.3.

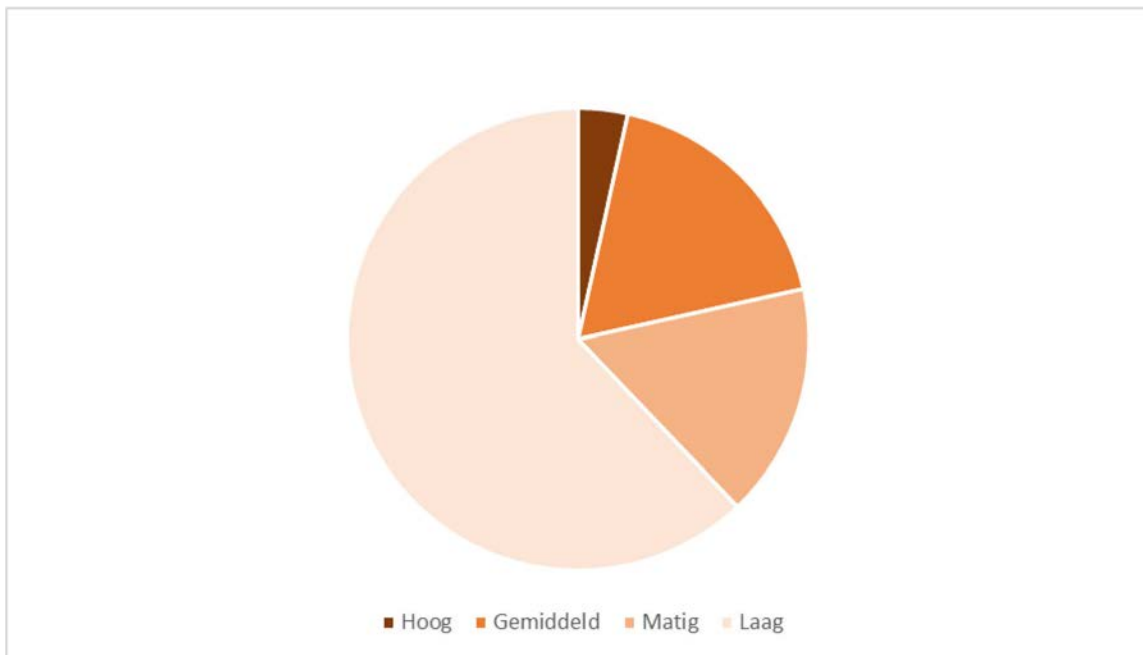
2.5 Koolstofvoorraad en verbeterpotentie bij overige SNL-typen

Er zijn ook verbeterpotenties voor het vastleggen van broeikasgassen in de overige Natuurtypen, landschapselementen (L) en beheertypen gericht op agrarisch natuurbeheer (A). Figuur 2.5 geeft hier een overzicht van, met uitzondering van de SNL-typen die vallen onder de kustwateren en de droge bosgebieden.



Figuur 2.5 Huidige toestand van de koolstofvoorraad en emissiereductiepotentie gebaseerd op bodemtype, hydrologie en beheertype in gebieden met SNL-beheertypen (A N).

Het ingekleurde deel van de kaart betreft circa 12.000 km². Hiervan is circa 2500 km² gelabeld aan de geselecteerde natuurtypen (N-nummers) die ook getoond zijn op kaart 2.4. Buiten de bestaande natte natuur ligt dus nog veel meer potentie om koolstofvastlegging te realiseren met natte natuur in gebieden die in aanmerking komen voor SNL-subsidie. Figuur 2.6 geeft een indicatie over de relatieve verdeling van de verschillende eenheden op de legenda van Figuur 2.5.



Figuur 2.6 Relatieve verdeling van de SNL-beheertypen (A, N, L) verdeeld naar de grootte van de beschermde koolstofvoorraad in natte natuur, gebaseerd op hydrologie, bodemtype en vegetatie.

3 Handelingsperspectieven

Om potentiële kansen op reductie van CO₂-emissie uit natuurgebieden en integraal ingerichte bufferzones hieromheen te benutten, kunnen er maatregelen worden genomen:

- Verandering hydrologie (vernatting);
- Verandering landgebruik of beheer uitgedrukt in de verandering areaal SNL-beheertypen.

Voor deze twee type maatregelen is verkend hoe de gemaakte kaarten (Figuur 2.4 en 2.5) te gebruiken zijn om een indicatieve schatting te maken van de mogelijke reductie van landgebonden broeikasgasemissies wanneer de hydrologie of vegetatie verandert in een gebied. Het bodemtype is hierbij een gegeven dat op korte termijn niet kan worden veranderd.¹³

3.1 Vernatten van natuur: verandering in drainageklasse

Voor veen zijn de drainageklassen gekoppeld aan een gemiddelde bodemdaling (Tabel 3.1) die gebruikt wordt in de landelijke broeikasgasemissie-inventarisaties (Arets et al., 2019).¹⁴ Deze gemiddelde bodemdaling is gebaseerd op veldmetingen in veenweidegebieden (Querner et al., 2012; Van den Akker et al., 2018). Hierbij zijn aan de twee toegevoegde drainageklassen (rood aangegeven in Tabel 2.2) zelf een gemiddelde bodemdaling toegekend van 0 mm jaar⁻¹ voor 'vernat tot maaiveld' en 3 mm jaar⁻¹ voor 'droog'. Voor veengronden hanteert Arets et al. (2019) een CO₂-emissie van 2.26 ton CO₂ ha⁻¹ jr⁻¹ voor elke mm jaarlijkse bodemdaling (Van den Akker en Hendriks, 2014). Er is een lineair verband verondersteld om bodemdaling te vertalen naar CO₂-emissies.

De laatste kolom van Tabel 3.1 is een correctie op methaanemissies. Bij vernatting tot op of boven maaiveld zal er ook CH₄-emissie plaatsvinden en deze wordt ingeschat op 3 ton CO₂ ha⁻¹ jr⁻¹ en 1 ton CO₂ ha⁻¹ jr⁻¹ voor de drainageklasse 'Redelijk nat' (Evans et al., 2017). Deze waarden vallen ook binnen de gevonden kengetallen uit de literatuurstudie die in het kader van dit project ook is uitgevoerd (Jacobs et al., 2020).

Tabel 3.1 Effect van vernatting van veen op reductie in CO₂-emissie.

| Drainageklasse | Score | Jaarlijkse bodemdaling in veen (mm) | CO ₂ -emissie (ton CO ₂ ha ⁻¹ jr ⁻¹) | CH ₄ -correctie (ton CO ₂ / ha /jr) |
|-----------------------------|-------|-------------------------------------|---|---|
| Vernat tot maaiveld (GLG=0) | 5 | 0 | 0 | 3 |
| Redelijk nat (GLG<40cm) | 4 | 3 | 7 | 8 |
| Droog (GLG = 40-80cm) | 3 | 6 | 14 | 14 |
| Droger (GLG 80-120cm) | 2 | 12 | 27 | 27 |
| Zeer droog (GLG>120cm) | 1 | 18 | 41 | 41 |

Met deze gegevens kan een inschatting worden gemaakt van de CO₂-emissiereductie indien natuurgebied op veengrond een of meerdere drainageklassen wordt vernat. De gehanteerde methode is in lijn met de aannamen binnen de nationale emissierapportage.

¹³ Op langere termijn kan er wel veenbodem ontstaan op minerale grond.

¹⁴ Deze staat vermeld in Tabel 11.3 op pagina 65 van Arets et al. (2019).

Voorbeeld ter toelichting gebruik Tabel 3.1

Wanneer een gebied met een waterhuishouding die gekwalificeerd kan worden als "zeer droog" vernat wordt tot de drainageklasse "redelijk nat", dan betekent dit een emissiereductie van $41-7 = 34$ ton ha^{-1} jaar $^{-1}$. Het gebied is nog steeds een netto bron en stoot nog 7 ton CO_2 ha^{-1} jaar $^{-1}$ uit.

Er zijn alternatieve methoden waarbij de verandering in de (gemiddelde) grondwaterstand of verandering in drooglegging gebruikt wordt als indicator voor de verandering in land gebonden CO_2 -fluxen (Couwenberg, 2011; Couwenberg et al., 2011; Fritz et al., 2017). Dit wordt onder andere ingezet in de Greendeal Nationale Koolstofmarkt. Hierbij wordt een kengetal gebruikt van 0,45 ton CO_2 ha^{-1} jr^{-1} per 10 mm extra drooglegging. Deze methodieken zijn echter op dit moment alleen toepasbaar in lokale situaties waar meerjarige meetreeksen beschikbaar zijn. Op landelijk niveau zijn er wel kaarten beschikbaar die inzicht geven in GLG en GHG (Knotters et al., 2018), maar daaruit is geen gemiddelde drooglegging af te leiden.

Bij toepassing van de Greendeal methodiek (GDNK, 2018) is de geschatte emissiereductie in CO_2 ongeveer 30% hoger wanneer voor een gebied dezelfde mate van vernatting wordt aangenomen. Door in lijn te blijven met de nationale emissierapportage maken we mogelijk een conservatieve inschatting van de emissiereductie die hoort bij dit type maatregel (vernatting van veen). Er is gekozen voor deze conservatieve schatting omdat emissiefactoren naar boven bijstellen altijd later nog kan op basis van voortschrijdende inzichten. Een te hoog ingeschatte emissiefactor naar beneden bijstellen, leidt tot een extra klimaatopgave voor het Rijk en een financieel risico voor de terreinbeheerder. Het is de bedoeling om op basis van meerjarig veldonderzoek in natuurgebied de Onlanden beide kengetallen (2.26 CO_2 per mm bodemdaling en 0,45 ton CO_2 ha^{-1} jr^{-1} per 10 mm extra drooglegging) nader te verifiëren binnen de klimaatveloppe (Kruijt en Jacobs, 2020; NOBV, 2020).

3.2 Verandering in vegetatie(beheer)

In Tabel 3.2, gebaseerd op Arets et al. (2018), wordt een overzicht gegeven van de koolstofvoorraad en -vastlegging voor verschillende natuurtypen die gebruikt worden in de nationale emissierapportage. De waarden die Arets et al. (2018) voor verschillende bostypen en kwelders noemt, zijn in Tabel 3.2 weggelaten omdat deze niet in deze analyse gebruikt zijn. Voorts zijn alle koolstofwaarden die Arets et al. (2018) hanteren omgezet naar CO_2 -waarden waarbij 1 ton C = 3.67 ton CO_2 . Tot slot zijn er nieuwe gegevens over de netto koolstofvastlegging (uitgedrukt in CO_2) voor natte natuur toegevoegd in de laatste kolom uit een assessment studie (Villa en Bernal, 2018). In deze studie is de gemiddelde netto CO_2 -vastlegging in verschillende natte ecosystemen bepaald op basis van 110 veldonderzoeken waarover is gerapporteerd in de internationale wetenschappelijke literatuur. In Tabel 3.2 zijn alleen de kengetallen uit deze studie opgenomen die representatief zijn voor natte ecosystemen in de gematigde klimaatzone.

Tabel 3.2 Koolstofvoorraad en -vastlegging voor natte natuurtypen volgens Arets (2018) uitgedrukt in CO_2 , niet gecorrigeerd voor methaanuitstoot.

| Natuurtype | Koolstofvoorraad (ton CO_2 ha^{-1}) | | | | NPP | Vastlegging | |
|------------------------|--|-------------------|-------|--------|-----|-------------|--------------------|
| | BIOMASSA | DOM ¹⁵ | BODEM | Totaal | | NIR | Villa & Bernal |
| BOS | | | | | | | |
| Vochtige bossen | 333 | 51 | 470 | 855 | 12 | 9.5 (5.1) | 6.5 |
| MOERAS | | | | | | | |
| Rietmoeras | 48 | | 734 | 782 | 17 | 0/? | 3.3 |
| Venen | 6 | | 459 | 455 | ? | 0/? | 0.95 ¹⁶ |
| KORTE VEGETATIE | | | | | | | |
| Vochtig schraalgras | 28 | | 686 | 716 | 9.5 | 0 | 0.95 |
| Droog Schraalgras | 18 | | 418 | 437 | 9.5 | 0 | 0 |
| Rijk grasland | 33 | | 510 | 543 | 9.5 | 0 | 0 |
| Vogelgrasland | 33 | | 510 | 543 | 9.5 | 0 | 0 |

¹⁵ DOM = Dissolved organic material; NPP = Netto Primaire Productie; NIR = Nationale Emissie Rapportage.

¹⁶ Villa en Bernal maken geen onderscheid tussen actief (groeïend) hoogveen (bogs) en overige typen veen (fens).

De Netto Primaire Productie (NPP, Tabel 3.2) betreft de koolstof die jaarlijks in biomassa wordt vastgelegd als gevolg van fotosynthese. De netto jaarlijkse vastlegging is de hoeveelheid koolstof die over langere termijn wordt vastgelegd in het systeem: dit is de NPP minus mineralisatie na afsterving van de vegetatie. In de nationale emissierapportage wordt aangenomen dat bij eenjarige vegetatie het organisch materiaal vrijwel volledig mineraliseert (Arets et al., 2018). Uit de studie van Villa en Bernal (2018) valt te concluderen dat jaarlijks 80% mineraliseert en 20% van de vastgelegde koolstof uit deze biomassa langdurig wordt vastgelegd.

De netto vastleggingscijfers uit Tabel 3.2 zijn gekoppeld aan de SNL-beheertypen, zoals vermeld in Tabel 2.3, en deze koppeling resulteert in Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Effectverandering van vegetatietype bij gelijkblijvende bodem en hydrologische condities.

| Beheertype | Oppervlakte (ha) | NIR | CO ₂ -vastlegging (ton CO ₂ /ha/jr) |
|-------------------------------------|------------------|--------------------|---|
| | | | Villa en Bernal (2018) |
| Hoogveen, trilvenen en vennen (N06) | 2757 | 0 | 0.95 |
| Moerassig bos (N14) | 5655 | 8.4 | 6.5 |
| Rietmoeras N02+N03+N05 | 6882 | 0 | 3.3 |
| Korte vegetatie (N10-N13) | 21097 | 0 | 0.95 |
| Agrarisch beheer (A01-A14) | ? | -9.5 ¹⁷ | Geen data |

Voorbeeld hoe Tabel 3.3 te gebruiken is om een verandering in broeikasgasemissie te bepalen op basis van een verandering in vegetatie(beheer)

Stel: er is een gebied op de kaart met agrarisch beheer op veenbodem. De veronderstelling is dan dat onder agrarisch gebruik, ongeacht bodem of hydrologie, de netto primaire productie volledig wordt geoogst. Deze komt op korte termijn via de consumentenmarkt in de atmosfeer als CO₂ ('kortcyclisch koolstof'). De geoogste biomassa heeft een waarde van 9.5 ton CO₂ per jaar op de broeikasgasbalans¹⁸ (zie Tabel 3.2).

Wanneer dit gebied wordt omgevormd tot het natuurgebied met korte vegetatie of riet, levert dit een emissiereductie op van 9.5 ton CO₂ per jaar wanneer de hydrologie en bodem ongewijzigd blijven. In de NIR-systematiek maakt het type vegetatie dat ontstaat niet uit. Wanneer gerekend wordt met de kengetallen uit Villa en Bernal (2018) maakt het type vegetatie wel uit: bij Rietmoeras neemt de nettovastlegging in dit voorbeeld toe van 3.3+9.5 = 12.8 ton CO₂ per jaar en ook de vastlegging van koolstof neemt iets toe bij grasland: 0.95+9.5= 10.5 ton CO₂ per jaar.

3.3 Tegelijkertijd hydrologie en vegetatie veranderen

Indien beide maatregelen worden gecombineerd, is de inschatting dat de CO₂-huishouding zal zijn zoals aangegeven per legenda klasse uit Figuur 2.5 zoals vermeld in Tabel 3.4. Hierbij staat + voor netto CO₂-vastlegging en - voor netto CO₂-emissie geredeneerd vanuit de bodem.

Uiteraard is Tabel 3.4 een versimpeling van de complexe werkelijkheid. Er zijn bijvoorbeeld ook andere combinaties van vegetatieverandering en waterhuishoudkundige maatregelen mogelijk. Dit is

¹⁷ De aanname is dat onder agrarisch beheer de volledige nettoproductie van het grasland (9.5 ton/ha, zie Tabel 3.2) wordt geoogst door beweiding of voor andere doeleinden (bv. maaien voor kuilgras).

¹⁸ Bij deze aanname is buiten beschouwing gelaten dat het oogsten deels gebeurt door begrazing van vee dat tevens methaan uitstoot.

in Tabel 3.4 als voorbeeld uitgewerkt voor de drainage klasse 'redelijk nat', waar twee combinaties zijn uitgewerkt voor riet en moerassig bos.

Tabel 3.4 Effect van verandering van drainageklasse en van beheertype op de CO₂-huishouding per onderscheiden klasse.

| Drainage-klasse | CO ₂ -emissie afgeleid uit Tabel 3.1 (ton CO ₂ /ha/j) | Beheertype | CO ₂ -vastlegging bij vernatting afgeleid uit Tabel 3.3 (ton CO ₂ /ha/j) | CH ₄ -emissie (ton CO ₂ -eq/ha/j) | CO ₂ -eq vastlegging (ton CO ₂ -eq/ha/j) | Klasse met score |
|----------------------------------|--|---|---|--|---|------------------|
| Vernat tot maaiveld (GLG = 0 cm) | 0 | Hoogveen, trilveen, vennen, veenmos (N06) | 0 | -3 | -3 (=0+0-3) | 10 -15 |
| Redelijk nat (GLG < 40 cm) | -7 | Moerassig bos (N14) | +9 | -1 | +1 (=-7+9-1) | 8 - 9 |
| | | Rietmoeras (N02, N03, N05) | 0 | 0 | -8 (=-7+0-1) | |
| Droog (GLG 40-80 cm) | -14 | Korte vegetatie (N10-N13) | 0 | 0 | -14 (=-14+0+0) | 6 - 7 |
| Droger (GLG 80-120 cm) | -27 | Korte vegetatie (N10-N13) | 0 | 0 | -27 (=-27+0+0) | 4 - 5 |
| Zeer droog (GLG > 120 cm) | -41 | A01-A14 agrarisch beheer | -9.5 | 0 | -50.5 (=-41-9.5-0) | 3 |

3.4 Kaart en handelingsperspectief: Een fictief voorbeeld

Wanneer Tabel 3.2, 3.3 en 3.4 gecombineerd worden met de kansenkaart wordt het mogelijk om een hypothese op te stellen voor een gebied wat vernatting of verandering van vegetatie kan betekenen voor de koolstofvoorraad. In Tabel 3.5 is dit uitgewerkt voor een fictief voorbeeld. Het fictieve voorbeeld betreft een droog natuurgebied (-80 <GLG <120 cm) op veengrond (klasse 4-5) dat voor de helft vernat wordt tot (GLG<40cm) en ingezaaid met riet. Op de andere helft van het fictieve terrein is vernatting tot aan het maaiveld mogelijk waarbij er veenmosrietland kan ontstaan.

Tabel 3.5 Fictief gebied voor en na inrichtingsmaatregelen gericht op realisatie natte natuur.

| Range score | Voor (ha) | na (ha) | CO ₂ vastlegging (ton CO ₂ per jaar) |
|---|-----------------------|------------------------|--|
| 4-5 | 200 (korte vegetatie) | 0 | -5400 (200x-27) |
| 6-7 | 0 | 0 | |
| 8-9 | 0 | 100 (Rietmoeras) | -800 (100x-8) |
| 10-15 | 0 | 100 (Veenmos Rietland) | -300 (100x-3) |
| Emissie na herinrichting | | | -1100 |
| Emissiereductie (CO ₂ winst) | | | 4300 ¹⁹ |

¹⁹ Wanneer gerekend wordt met de kengetallen voor Rietmoeras van Villa en Bernal (2018) is in dit fictieve voorbeeld de CO₂ winst 470 ton hoger per jaar.

4 Conclusies en aanbevelingen

Een voorwaarde om tot een landelijke kansenkaart te kunnen komen, is de beschikbaarheid van recente landelijke kaarten van bodem, grondwatertrap (gekoppeld aan drainageklasse) en beheertype. Alleen op deze manier is het mogelijk een landelijk beeld te schetsen van de beschermingsmogelijkheden van koolstofvoorraden met natte natuur. De gevolgde werkwijze is in ieder geval transparant en er is gebruikgemaakt van de recentste landelijke data wat betreft bodem, drainageklasse en beheertype. Bovendien zijn deze data gedocumenteerd en vrij toegankelijk.

De vervaardigde kaart geeft een zeer globaal, landelijk beeld van de zoekgebieden waar met vernatting en natte natuur koolstofvoorraden beschermd kunnen worden (emissiereductie) of zelfs koolstof vastgelegd kan worden. Er is daarom bewust voor gekozen om deze potentie weer te geven in slechts vier afzonderlijke klassen om zodoende een schijnnaauwkeurigheid te vermijden. In deze zin is de kaart een waardevol hulpmiddel om interessante gebieden te traceren waar emissiereductie en/of toename van de vastlegging potentie heeft. Uit de onderliggende tabellen en een fictief voorbeeld blijkt dat vernatting hieraan fors meer bijdraagt dan verandering van het natuurbeheertype.

Nadat deze gebieden zijn geïdentificeerd, dienen nauwkeuriger data voor deze gebieden te worden verzameld om gekwantificeerde schattingen te kunnen maken van deze potentie in tonnen CO₂-emissiereductie per jaar of per hectare.

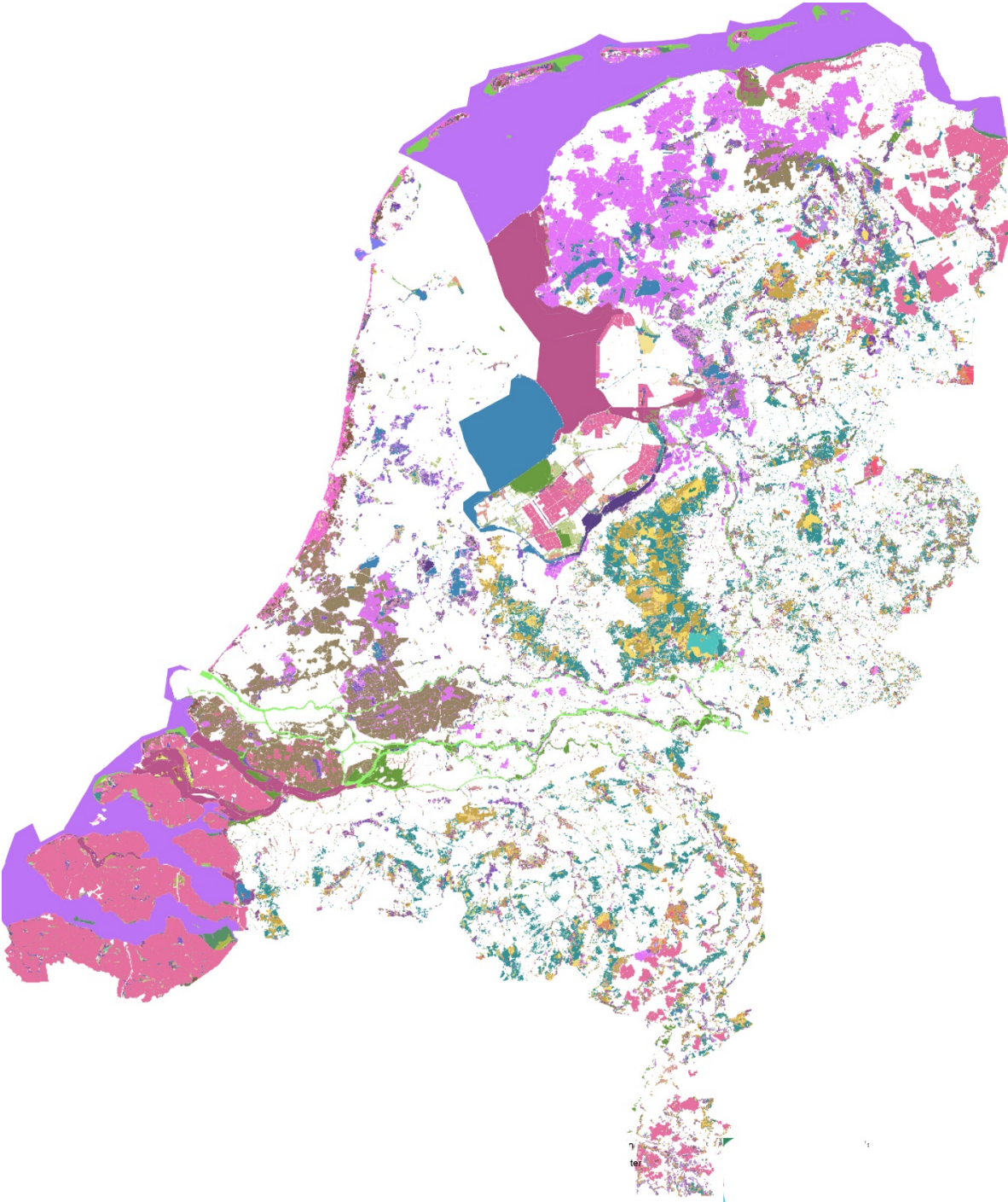
Uit de vergelijking van de gebruikte emissiefactoren voor natte natuur bij de landelijke rapportages (Arets, 2018) en de studie van Villa en Bernal (2018) valt op te maken dat de netto koolstofvastlegging voor Rietmoeras wordt onderschat. Villa en Bernal schatten in dat in rietmoeras netto 3.3 ton CO₂ ha⁻¹ yr⁻¹ wordt vastgelegd (boven en ondergronds samen). Voorts valt uit de studie op te maken dat 80% van de NPP in zoetwatermoerassen mineraliseert en dus 20% jaarlijks ten goede komt aan de koolstofvoorraad voor dit vegetatietype in gematigde klimaatzones. Tegelijkertijd moet ook gezegd worden dat Villa en Bernal (2018) geen rekening houden met methaanemissies. Niettemin geven deze bevindingen aanleiding om de gebruikte emissiefactoren voor rietmoeras in de nationale emissierapportage te heroverwegen en nader te onderzoeken met veldmetingen (CO₂ en CH₄). Dit gaat ook gebeuren in 2020 binnen de klimaatveloppe in natuurgebied de Onlanden.

Literatuur

- Arets, E. 2018. Klimaatcijfers voor natuur - Cijfers voor koolstofopslag en -vastlegging in Nederlandse natuur. Wageningen Environmental Research, Wageningen, p. 19.
- Arets, E. J. M. M., J. W. H. van der Kolk, G. M. Hengeveld, J. P. Lesschen, H. Kramer, P. J. Kuikman, and M. J. Schelhaas. 2019. Greenhouse gas reporting of the LULUCF sector in the Netherlands - Methodological background, update 2019. *In*: Statutory Research Tasks Unit for Nature & the Environment (WOT Natuur & Milieu). Wageningen, p. 113.
- Brouwer, F., and D. Walvoort. 2019. Basisregistratie Ondergrond (BRO) Actualisatie bodemkaart. Herkartering van de veengebieden in Eemland. *In*: Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu. Wageningen.
- CNK. 2019. Natuurlijke Klimaatbuffers. Available from <https://www.klimaatbuffers.nl/>. Accessed 04/05/2019.
- Coenen, P. W. H. G., M. C. van Zanten, P. J. Zijlema, E. J. M. M. Arets, Baas K., A. C. W. M. van den Berghe, E. P. van Huis, G. Geilenkirchen, M. 't Hoen, M. Hoogsteen, R. te Molder, R. Dröge, t. J. A. Montfoor, C. J. Peek, J. Vonk, S. Dellaert, and W. W. R. Koch. 2018. Greenhouse gas emissions in the Netherlands 1990–2016. National Inventory Report 2018. RIVM, Bilthoven.
- Couwenberg, J. 2011. Greenhouse gas emissions from managed peat soils: is the IPCC reporting guidance realistic? *In*: Mires and Peat. pp. 1-10.
- Couwenberg, J., A. Thiele, F. Tanneberger, J. r. Augustin, S. Bärtsch, D. Dubovik, N. Liashchynskaya, D. Michaelis, M. Minke, A. Skuratovich, and H. Joosten. 2011. Assessing greenhouse gas emissions from peatlands using vegetation as a proxy. *Hydrobiologia: The International Journal of Aquatic Sciences* 674: 67-89.
- De Vries, F., W. J. M. de Groot, T. Hoogland, and J. Denneboom. 2003. De Bodemkaart van Nederland digitaal. Alterra, Wageningen, p. 45.
- Evans, C., R. Morrison, A. Burden, J. Williamson, A. Baird, E. Brown, N. Callaghan, P. Chapman, A. Cumming, H. Dean, S. Dixon, G. Dooling, J. Evans, V. Gauci, R. Grayson, N. Haddaway, Y. P. He, K. Heppell, J. Holden, S. Hughes, J. Kaduk, D. Jones, R. Matthews, N. Menichino, T. Misselbrook, S. Page, G. Pan, M. Peacock, M. Rayment, L. Ridley, I. Robinson, D. Rylett, M. Scowen, K. Stanley, and F. Worrall. 2017. Final report on project SP1210: Lowland peatland systems in England and Wales – evaluating greenhouse gas fluxes and carbon balances. Centre for Ecology and Hydrology., United Kingdom, p. 170.
- Fritz, C., J. Geurts, S. Weideveld, R. Temmink, F. Bosma, F. Wichern, F. Smolders, and L. Lamers. 2017. Meten is weten bij bodemdaling-mitigatie. *Bodem* 2.
- GDNK. 2018. Methode voor vaststelling van emissiereductie CO₂-eq - CO₂-emissiereductie via verhoging grondwaterpeil in veengebieden ('Valuta voor Veen'). Greendeal Nationale Koolstof Markt.
- Hoefsloot, G., H. A. van der Jagt, and W. E. van Duin. 2020. Blue Carbon in Nederlandse kwelders. Kansen voor extra CO₂ vastlegging in kwelders. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Jacobs, C. M. J., B. Kruijt, and J. A. Veraart. 2020. Mogelijke methaanuitstoot bij vernatting van natuurgebieden op organische bodems. Een beperkte literatuurstudie - Achtergrond memo. Wageningen Environmental Research, Wageningen, p. 20.
- Joosten, H., K. Brust, J. Couwenberg, A. Gerner, B. Holsten, T. Permien, A. Schäfer, F. Tanneberger, M. Trepel, and A. Wahren. 2015. MoorFutures® - Integration of additional ecosystem services (including biodiversity) into carbon credits – standard, methodology and transferability to other regions. *In*: Moor Futures. Bonn, Germany, p. 119.
- Knotters, M., D. Walvoort, F. Brouwer, L. Stuyt, and J. Okx. 2018. Landsdekkende, actuele informatie over grondwatertrappen digitaal beschikbaar H2O-Magazine On-line: 11.
- Kruijt, B., and C. M. J. Jacobs. 2020. Aanbevelingen voor directe kwantificering van broeikasgasbalansen van natte natuurgebieden. Wageningen University - leerstoelgroep Water Systems and Global Change, Wageningen, p. 20.

-
- Lesschen, J. P., H. I. M. Heesmans, J. P. Mol-Dijkstra, A. van Doorn, E. Verkaik, I. J. J. van den Wyngaert, and P. Kuikman. 2012. Mogelijkheden voor koolstofvastlegging in de Nederlandse landbouw en natuur. Alterra, Wageningen, p. 64.
- Limpens, J., G. A. van Duinen, J. M. A. Jansen, M. G. C. Schouten, and H. B. M. Tomassen. 2016. Sleutels tot herstel van hoogveen. *Landschap 3*: 83-91.
- Meeuwse, H. e. a. 2019. Subsidiestelsel Natuur en Landschap (SNL) beheertypen. Available from <https://www.bij12.nl/onderwerpen/natuur-en-landschap/productencatalogus/standaarden/imna/imna-natuurbeheer/>. Accessed 06-02-2020.
- NOBV. 2020. Nationaal Onderzoeksprogramma Broeikasgassen Veenweide. Available from <https://www.nobveenweiden.nl/>. Accessed 17/04/2020.
- Querner, E. P., P. C. Jansen, J. J. H. van den Akker, and C. Kwakernaak. 2012. Analysing water level strategies to reduce soil subsidence in Dutch peat meadows. *Journal of Hydrology* 446: 59-69.
- Ruysenaars, P. G., P. W. H. G. Coenen, P. J. Zijlema, E. J. M. M. Arets, K. Baas, R. Dröge, G. Geilenkirchen, M. 't Hoen, E. Honig, B. van Huet, E. P. van Huis, W. W. R. Koch, L. L. Lagerwerf, R. A. te Molder, J. A. Montfoort, C. J. Peek, J. Vonk, and M. C. van Zanten. 2019. Greenhouse gas emissions in the Netherlands 1990-2017. *In: National Inventory Report 2019*. RIVM -National Institute for Public Health and Environment, Bilthoven, the Netherlands.
- Sanders, M. E., and H. A. M. Meeuwssen. 2019. Basisbestand Natuur en Landschap. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Wageningen.
- van Bergen, T. J. H. M., N. Barros, R. Mendonça, R. C. H. Aben, I. H. J. Althuizen, V. Huszar, L. P. M. Lamers, M. Lüring, F. Roland, and S. Kosten. 2019. Seasonal and diel variation in greenhouse gas emissions from an urban pond and its major drivers. *Limnology and Oceanography* (in press).
- van de Riet, B., E. van den Elzen, N. Hogeweg, F. Smolders, and L. Lamers. 2017. Herstel van veenvormende natuur op landbouwgrond - Resultaten uit onderzoeksproject Omhoog met het Veen. *Bodem 2*: 32-34.
- Van den Akker, J., H. T. L. Massop, and R. P. J. J. Rietstra. 2018. Potentiële emissiereductie broeikasgassen Fries veenweidegebied - Waterhuishoudkundige en bodembeheermaatregelen om broeikasgasemissies te beperken. Wageningen Environmental Research, Wageningen, p. 98.
- van den Akker, J. J. H., and R. Hendriks. 2014. Hogere grondwaterstanden voor veenweiden. Veenweiden: Aangepast watermanagement noodzakelijk voor beperking veenafbraak. *Bodem 6*: 7-9.
- VBNE, and LNV. 2019. Klimaatslim Bos- en Natuurbeheer. Available from <https://vbne.nl/klimaatslimbosennatuurbeheer/maatregelen/overige-natuur>. Accessed 11/07/2019.
- Velthuis, M., S. Kosten, R. Aben, G. Kazanjian, S. Hilt, E. T. H. M. Peeters, E. van Donk, and E. S. Bakker. 2018. Warming enhances sedimentation and decomposition of organic carbon in shallow macrophyte-dominated systems with zero net effect on carbon burial. *Global Change Biology* 24: 5231-5242.
- Veraart, J. A., J. E. M. Klostermann, M. Sterk, R. Janmaat, E. Oosterwegel, M. van Buuren, and T. van Hattum. 2019. Nederland inrichten met het principe van natuurlijke klimaatbuffers – de leerervaringen. Wageningen Environmental Research, Wageningen, p. 102.
- Villa, J. A., and B. Bernal. 2018. Carbon sequestration in wetlands, from science to practice: An overview of the biogeochemical process, measurement methods, and policy framework. *Ecological Engineering* 114: 115-128.

Bijlage 1 SNL Beheertypenkaart
(onbewerkt)



Legenda

IMNA20190418_BeheerGebied_2019

Beheertype

| | | | |
|---|---|---------------------------------------|--|
| A01.01 Weidevogelgebied | L01.06 Struweelhaag | N03.01 Beek en Bion | N11.01 Droog schraalgrasland |
| A01.02 Akkerfaunagebied | L01.07 Laan | N04.01 Kranswiegwater | N12.01 Bloemdijk |
| A01.03 Ganzerfourageergebied | L01.08 Knotboom | N04.02 Zoete Plas | N12.02 Kruiden- en faunairijk grasland |
| A02.01 Botanisch waardevol grasland | L01.09 Hoogstamboomgaard | N04.03 Brak water | N12.03 Glanshaverhooiland |
| A02.02 Botanisch waardevol akkerland | L01.10 Struweelrand | N04.04 Afgesloten zeearm | N12.04 Zilt- en overstromingsgrasland |
| A11.01 Weidevogelgrasland in open landschap | L01.11 Hakhoutbosje | N05.01 Moeras | N12.05 Kruiden- of faunairijke akker |
| A11.02 Weidevogelland met niet of opgaande begroeiing | L01.12 Griendje | N05.02 Gemaaid rietland | N12.06 Ruijteveld |
| A11.03 Open grasland voor overwinterende vogels | L01.13 Bomenrij of solitaire boom | N06.01 Veenmosrietland en moerasheide | N13.01 Vochtig weidevogelgrasland |
| A12.01 Open akkerland voor broedende akkervogels | L01.14 Rietzoom en klein rietperceel | N06.02 Trilveen | N13.02 Wintergas ten weide |
| A12.02 Open akkerland voor overwinterende akkervogels | L01.15 Natuurvriendelijk oever | N06.03 Hoogveen | N14.01 Rivier- en beekbegeleidend bos |
| A12.03 Hamsterbeheer | L02.01 Fortterrein | N06.04 Vochtige heide | N14.02 Hoog- en laagveenbos |
| A13.01 Bomenrij en singel | L02.02 Historisch bouwwerk en erf | N06.05 Zwakgebufferd ven | N14.03 Haagbeuken- en essenbos |
| A13.02 Struweel en rugle | L02.03 Historische tuin | N06.06 Zuur ven en hoogveenven | N15.01 Duinbos |
| A14.01 Watergang | L03.01 Aardwerk en groeve | N07.01 Droge heide | N15.02 Dennen-, eiken- en beukenbos |
| A14.02 Poel | L04.01 Wandelpad over boerenland | N07.02 Zandverstuiving | N16.03 Droog bos met productie |
| L01.01 Poel en kleine historische wateren | N00.01 Nog om te vormen landbouwgrond naar natuur | N08.01 Strand en embryonaal duin | N16.04 Vochtig bos met productie |
| L01.02 Houtwal en houtsingel | N00.02 Nog om te vormen natuur naar natuur | N08.02 Open duin | N17.01 Vochtig hakhout en middenbos |
| L01.03 Elzensingel | N01.01 Zee en wad | N08.03 Vochtige duinvallei | N17.02 Droog hakhout |
| L01.04 Bossingel en bosje | N01.02 Duin- en kwelderlandschap | N08.04 Duinheide | N17.03 Park- of stinzenbos |
| L01.05 Knip- of scheermeg | N01.03 Rivier- en moeraslandschap | N09.01 Schor of kwelder | N17.04 Eendenkooi |
| | N01.04 Zand- en kalklandschap | N10.01 Nat schraalland | W01.01 Agrarisch waterbeheergebied |
| | N02.01 Rivier | N10.02 Vochtig hooiland | |

Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
www.wur.nl/environmental-research

Wageningen Environmental Research
Rapport 3003
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 12.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.



To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AB Wageningen
T 317 48 07 00
www.wur.nl/environmental-research

Rapport 3003
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 12.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

