

Koolstofvastlegging als organiserend principe voor economie en ecologie



Grondvesten van de koolstofeconomie:
handvatten voor de provincie Noord-Holland
en gebruikerssystemen



project:
opdrachtgever: **Marktverkenning Koolstofvastlegging
Provincie Noord-Holland**
*in samenwerking met Provincie Gelderland,
Provincie Utrecht en Provincie Zuid Holland*

opgesteld door: Huub Visser
Sven Jense
Roderick van Ravenhorst
Pepijn Duijvestein

ontwerp
koolstofkaart en -huis: Jarr Geerligts

datum: 08-05-2025
versie: Mei 2025 - Noord-Holland

Voorwoord

Geachte lezer,

Kan de Noord-Hollandse economie profiteren van koolstofvastlegging, en kunnen klimaat en natuur profiteren van een economie waarin koolstof een centrale rol speelt? Deze marktverkenning toont aan: ja, dat kan. Koolstofvastlegging kan zelfs uitgroeien tot een organiserend principe voor de economie van nu. Noord-Holland loopt achter op haar klimaatdoelen voor 2030¹. Koolstof verwijderen en vastleggen in bodem, water, bomen, gewassen, grondstoffen en bouwmaterialen vermindert niet alleen CO₂-uitstoot, maar draagt ook bij aan biodiversiteit, waterkwaliteit en een gezondere leefomgeving. Tegelijkertijd ontstaan er nieuwe verdienmodellen voor landbouw en industrie, en kansen om ruimtelijke opgaven slim te verbinden.

Om deze potentie te benutten is het essentieel om natuurlijke koolstofvastlegging effectief te integreren in bestaand beleid. Waar momenteel veel middelen gaan naar kostbare en deels nog onontwikkelde technologieën, biedt natuurlijke (groene) vastlegging bewezen, betaalbare resultaten waarmee direct aan de slag kan worden gegaan. In Noord-Holland gebeurt dit al op meerdere fronten. Via de Korte Termijn Agenda Landelijk Gebied wordt ingezet op koolstofvastlegging in landbouwbodems via duurzaam bodembeheer. Tegelijkertijd ondersteunt de provincie natuurherstel en duurzaam landgebruik op veenweidegronden. Ook stimuleert zij biobased bouwen via de Actieagenda Wonen en Versnellen Woningbouw 2024–2028, waarmee koolstofopslag in de gebouwde omgeving wordt gerealiseerd. Dit levert voordelen op voor landbouw, bedrijven, maatschappelijke organisaties én inwoners.

De samenhang tussen de opgaven zoals water en bodem, landbouw en voedsel, gezonde leefomgeving en circulaire economie biedt kansen. Denk aan veenherstel en natte teelten in het waterbeleid, agroforestry in de landbouw en biobased materialen binnen circulaire processen. Ook via provinciale inkoop en aanbesteding is het mogelijk koolstofvastlegging toe te passen en op te schalen. Voor Noord-Holland als decentrale overheid ligt er nu een kans om bestaande initiatieven en verdienmodellen verder te verbinden tot een samenhangende strategie. Dit stimuleert samenwerking tussen overheid, bedrijfsleven en kennisinstellingen en draagt bij aan doelen op het gebied van stikstof, waterkwaliteit en klimaat.

Met de praktische handvatten uit deze marktverkenning, waaronder richtlijnen voor kwantificatie, certificering en verwaarding, en met aanvullende strategie-instrumenten zoals de Policy Brief, het overzicht van inzichten bij de Nationale Routekaart en het Koolstofvastlegging Huis, kunnen beleidsmakers gerichte stappen zetten richting een koolstofeconomie die Noord-Holland structureel voordeel biedt voor zowel ecologie als economie. Vanwege de voortdurende ontwikkelingen op dit thema is het raadzaam www.neweconomy.eco/koolstof-nh en www.neweconomy.eco/koolstof te raadplegen voor de meest actuele informatie en beschikbare documenten.

Wij wensen u veel inspiratie toe.

Huub, Roderick, Sven en Pepijn

Mei 2025

¹ [Noord-Holland. 'Klimaatdoelen Noord-Holland voor 2030 nog buiten bereik' \[online\] \(2025\).](#)

Samenvatting

Zuurstofproductie, grondstoffenvoorziening, voedselproductie, waterzuivering en klimaatregulatie zijn voorbeelden van essentiële ecosysteemdiensten die de natuur aan onze samenleving 'levert'. Ecosysteemdiensten vormen de basis voor zowel ons welzijn als onze economische en culturele activiteiten. Het vermogen van de natuur om deze ecosysteemdiensten te leveren hangt in hoge mate samen met de koolstofbalans op aarde, ofwel de verhouding tussen koolstofdioxide in onze atmosfeer en koolstof in geologische, land- of oceaanreservoirs en in producten.

Klimaatverandering als gevolg van de ernstig verstoorde koolstofbalans, biodiversiteitsverlies en habitatvernietiging brengen deze ecosysteemdiensten nu al in gevaar. De aantasting van natuurlijke systemen leidt tot verstoringen in voedselzekerheid, waterbeschikbaarheid en klimaatsystemen, met ingrijpende gevolgen voor mens en natuur.

De Nederlandsche Bank heeft vastgesteld dat dit reeds een financieel risico inhoudt voor bedrijven, overheden en investeerders. Niet investeren in ecosystemen en deze verder laten verslechteren vergroot de kans op economische instabiliteit.² Daarom is het behoud en herstel van ecosysteemdiensten niet alleen een ecologische noodzaak, maar ook een economische en maatschappelijke prioriteit. De sleutel tot dit herstel en behoud ligt in de transitie naar een groene koolstofeconomie met natuurlijke (groene) koolstofvastlegging als organiserend principe voor economie en ecologie.

Doel marktverkenning

Het doel van deze marktverkenning is decentrale overheden en beleidsmakers binnen andere organisaties te ondersteunen bij het formuleren van een effectieve strategie voor koolstofvastlegging. Naast emissiereductie is koolstofvastlegging immers noodzakelijk om zowel klimaatdoelstellingen te halen als economische en maatschappelijke waarde te creëren in het kader van brede welvaart en Sustainable Development Goals. Ter ondersteuning van deze strategie-ontwikkeling verkent dit onderzoek hoe decentrale overheden zoals een provincie of een regionaal economisch cluster (een metropool) marktkansen kunnen benutten met beleidsinstrumenten, financiële prikkels en samenwerking met marktpartijen. Ook is er aandacht voor de verschillende gebruikerssystemen zoals Landgebruikers en natuurbeheerders (A), Financiële instellingen en inkoop bij organisaties (B) en de Bedrijven en industrie (D). (zie overzicht Gebruikerssystemen).

Strategische overwegingen

Deze marktverkenning wijst uit dat natuurlijke (groene) koolstofvastlegging kansrijk, rendabel en op korte termijn implementeerbaar is. Groene vastlegging is vrijwel altijd herhaalbaar, ondersteunt duurzame verdienmodellen en levert een bewezen rendement op van 7 tot 30 keer de investering. Zoals te zien in het 'Koolstofvastlegging Huis' (p. 44) heeft groene vastlegging bovendien positieve

²[DNB, 'Biodiversiteit en de financiële sector: een kruisbestuiving? Verkenning van risico's van biodiversiteitsverlies voor de Nederlandse financiële sector' \[online\] \(2020\)](#)

effecten op meerdere urgente beleidsopgaven, waaronder stikstof, biodiversiteit, waterkwaliteit en andere opgaven in het kader van de Omgevingswet.

Technologische of grijze koolstofvastlegging heeft de potentie om in de toekomst bij te dragen aan koolstofbeheer, mits deze innovaties betrouwbaar, schaalbaar en betaalbaar blijken. Hierbij zijn netcongestie en de afhankelijkheid van kritieke grondstoffen belangrijke overwegingen, evenals de kostprijs van het te behalen resultaat (kosten per te reduceren of vast te leggen CO₂-equivalent) in verhouding tot de kosten van andere optie voor emissiereductie- en vastlegging. Bijvoorbeeld bij de overweging van koolstofvastlegging in geologische formaties zoals voormalige aardgasvelden, daar zullen naast de vereiste investeringen in technologie ook de eindige opslagcapaciteit en de uitgestelde implementatie (>2050) meewegen.

Een zorgvuldig afwegingskader van beide methodieken (groen en grijs), waar nog verdere maatschappelijke kosten-batenanalyses voor nodig zijn, zal strategievorming ondersteunen en richting kunnen geven aan de inzet van beschikbare middelen en programmafondsen.

Belangrijkste constatering t.b.v. strategieontwikkeling

1. Naast CO₂-reductie zijn actieve koolstofverwijdering uit de atmosfeer en koolstofvastlegging in geologische, land- of oceaansreservoirs of in producten noodzakelijk om verdere klimaatontregeling te voorkomen. Hierbij is vermindering van uitstoot voorwaardenscheppend voor de positieve effecten van vastlegging (zonder reductie zal vastlegging weinig effect hebben).
2. Er wordt onderscheid gemaakt tussen tijdelijke, langdurige en permanente vastlegging. Vastlegging in landbouwgrond kan van korte duur zijn als de grond snel weer wordt geploegd, maar ook langdurig bij consistent en zorgvuldig bodembeheer. Biobased bouwen is een voorbeeld van langdurige vastlegging, mits materialen ontworpen zijn voor langdurig (her)gebruik en sloop of verbranding uitblijft. Vastlegging in mineralen is vrijwel permanent en kan tienduizenden jaren standhouden. Hoe langduriger de vastlegging, hoe groter het positieve effect op klimaat, natuur en samenleving.
3. Koolstofvastlegging in geologische formaties is eindig (de voormalige aardgasvelden raken 'vol') waar koolstofvastlegging in veel natuurlijke systemen en grondstoffen in theorie herhaalbare processen zijn.
4. Natuurlijke (groene) koolstofvastlegging heeft positieve effecten op meerdere beleidsopgaven en biedt aanzienlijk economisch en maatschappelijk rendement (stikstof, woningbouw, schone lucht en water, groene omgeving, gezondheid, klimaat en circulaire economie)
5. Natuurlijke (groene) koolstofvastlegging in bodem, gewassen en water is reeds op tal van manieren verankerd in onze economie (o.a. landbouw, bosbouw), is nu beschikbaar en vereist relatief weinig investering. Technologische (grijze) koolstofvastlegging is nog in ontwikkeling, vereist relatief veel investering en is nu nog afhankelijk van fossiele brandstoffen en kritieke aardmetalen.
6. Vastleggingsmethoden zoals herbebossing, regeneratieve landbouw, biobased bouwen en biochar kunnen gezamenlijk in Nederland bijdragen aan een jaarlijkse vastlegging van 36 Mton

CO₂ per jaar³, met een geschatte jaarlijkse maatschappelijke waarde⁴ van €31 miljard, wat optelt tot €429 miljard tot 2050.

7. De vrijwillige koolstofmarkt is sterk in ontwikkeling en kent goed ontwikkelde monitoring- en verificatiesystemen. Wel zijn er risico's zoals overrapportering en onbetrouwbare certificaten. Het borgen van kwaliteit en toezicht via de EU en Carbon Removal & Carbon Farming Regulation (CRCF) en onafhankelijke verificatie is noodzakelijk om vertrouwen en schaalbaarheid te garanderen.
8. Decentrale overheden kunnen bijdragen aan effectieve en transparante nationale en internationale beleidskaders voor koolstofkredieten. Samenwerken met andere overheden draagt bij aan duidelijke richtlijnen en standaarden die aansluiten bij Europese en mondiale beleidsdoelen. Koolstofkredieten kunnen niet alleen voor compensatie van uitstoot maar ook – en zelfs bij voorkeur – voor directe resultaat-gebaseerde overheidsfinanciering worden ingezet.
9. Samenwerking tussen overheid, bedrijfsleven, marktpartijen en kennisinstellingen schept de juiste voorwaarden voor versnelling van bewezen en reeds lopende verdienmodellen voor koolstofvastlegging.

Fundamenten voor handelingsperspectief

Deze marktverkenning definieert meerdere concrete stappen die de provincie Noord-Holland en andere decentrale overheden maar ook andere organisaties kunnen overwegen om tot effectieve koolstofvastlegging te komen. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen beleidsoverwegingen en overwegingen m.b.t. de eigen bedrijfsvoering. Voorwaardelijk voor deze stappen is dat eerst de volgende twee 'fundamenten' op orde zijn.

Fundament 1: Stel aparte doelen voor emissiereductie en koolstofvastlegging

Hoewel emissiereductie reeds langere tijd onder de aandacht van beleidsmakers is, is koolstofvastlegging een relatief nieuw beleidsdomein. Gezien de sterke correlatie met urgente beleidsopgaven (stikstof, woningbouw, klimaat) en gezien het grote economische en maatschappelijke potentieel vraagt koolstofvastlegging om een eigen strategisch beleidskader.

Fundament 2: Creëer een coherent afwegingskader en maak daarbij onderscheid tussen groene en grijze vastlegging

Om tot dat strategisch beleidskader te komen is het nodig eerst heldere, gebiedsspecifieke afwegingskaders te formuleren. Natuurlijke en technologische vastlegging hebben elk andere impact en neveneffecten en een afwegingskader helpt bij strategische keuzes op regionaal en nationaal niveau. In dat kader is het raadzaam kennis te nemen van de aanbevelingen in het rapport 'Scaling up carbon dioxide removals' in februari 2025. Recommendations for navigating opportunities and risks in the EU' van de European Scientific Advisory Board on Climate Change (ESBCC)⁵ en deze, waar mogelijk, te vertalen naar het eigen afwegingskader.

³ Optelling van de het technisch potentieel onderbouwd in [1.8 De potentie en waarde van koolstofvastlegging per methode](#)

⁴ Maatschappelijke CO₂ prijs €875 per ton zie [0.1.7 Koolstofprijs: kostprijs, marktprijs, ETS-prijs, maatschappelijke prijs](#)

⁵ [European Scientific Advisory Board on Climate Change, 'Scaling up carbon dioxide removals - Recommendations for navigating opportunities and risks in the EU' \[PDF\] \(2025\)](#)

Concrete handelingsperspectieven voor koolstofvastlegging

Op basis van de waarde en potentie van koolstofvastlegging, bieden de volgende overwegingen een concreet handelingsperspectief:

- I. **Kennisontwikkeling koolstofvastlegging**
Data maakt impact zichtbaar. Een betrouwbare informatievoorziening bevordert bewustwording, onderlinge samenwerking en het lerend vermogen van stakeholders, ook binnen de eigen bedrijfsvoering en beleidsvorming door decentrale overheden.
- II. **Bevorder koolstofvastlegging om bij te dragen aan bredere maatschappelijke opgaven**
Natuurlijke koolstofvastlegging kan worden ingezet voor herstel van ecosystemen, landbouwverduurzaming en waterbeheer. De Omgevingswet en de Nota Ruimte 2026 bieden kansen om deze integratie structureel in te bedden in ruimtelijke en economische beleidsplannen.
- III. **Borg monitoring en registratie in vastleggingsprojecten**
Een logisch, transparant en handhaafbaar systeem voor monitoring en registratie is noodzakelijk, vergelijkbaar met de emissieregistratie. Overheden spelen hierin een sleutelrol door standaarden te stellen en onafhankelijke validatie te waarborgen. Dit voorkomt greenwashing en verhoogt de geloofwaardigheid van koolstofvastlegging. (Natuurlijke atlas)
- IV. **Neem een maatschappelijke koolstofprijs mee in kosten-batenanalyses (MKBA)**
De maatschappelijke waarde van CO₂-uitstoot en -vastlegging moet worden meegenomen in economische afwegingen. De maatschappelijke CO₂-prijs wordt momenteel geschat op €875 per ton CO₂ en biedt een belangrijk instrument voor beleid en investeringsbeslissingen.
- V. **Implementeer EU CRCF regulering en certificering**
Internationale normen zoals ISO en Science Based Targets initiative⁶ (SBTi) verhogen de transparantie en betrouwbaarheid van koolstofvastleggingsprojecten. Deze standaarden zijn essentieel voor decentrale overheden en marktpartijen om geloofwaardige koolstofkredieten te genereren en om aan te sluiten bij EU-richtlijnen. Maak gebruik van de nieuwe Europese CRCF wetgeving (Carbon Removal & Carbon Farming Regulation) en werk met certificeerders die voldoen aan deze standaarden om betrouwbaarheid en schaalbaarheid te waarborgen.
- VI. **Zet koolstofmarkten in als transitie-instrument**
Certificaten kunnen dienen als transitiegeld om innovatie te stimuleren en risico's te delen met omschakelende partijen. Dit moet echter goed gereguleerd worden, zodat bedrijven niet simpelweg credits kopen als excuus om fossiele emissies voort te zetten. Certificaten moeten voldoen aan de EU CRFF-wetgeving en Oxford Principles, en erkend worden binnen betrouwbare raamwerken zoals ISO-normen en CRD-rapportages.
- VII. **Stimuleer innovatieprogramma's voor kennisontwikkeling, financiering en implementatie**
Regio's kunnen de transitie versnellen door samen met ondernemers, kennisinstellingen en maatschappelijke organisaties innovatief beleid te ontwikkelen. Regionale Ontwikkelingsmaatschappijen (ROM's) kunnen hierin een sleutelrol spelen, bijvoorbeeld door koolstofopslag in biobased bouw te koppelen aan nieuwe verdienmodellen voor de landbouw.

⁶ SBTi, "Corporate Net-Zero Standard" [online] (2024)

VIII. **Integreer koolstofvastlegging in eigen bedrijfsvoering en inkoop**

Decentrale overheden hebben een voorbeeldfunctie in het kader van CO₂-doelstellingen behalen. Denk hierbij aan gericht aanbesteden en inkopen op koolstofvastlegging i.h.k.v. Maatschappelijk Verantwoord Opdrachtgeven en Inkopen (MVOI). Door actief op te treden als investeerder en afnemer stimuleren decentrale overheden vroege businesscases, ketenontwikkeling en innovatie.

Aanvullende strategie-instrumenten:

Om strategievorming te vergemakkelijken zijn in aanvulling op deze marktverkenning ook de volgende strategie-instrumenten ontwikkeld:

[- Koolstof Vastleggingshuis Noord-Holland \(Methodieken, beleid en kansen\) \(PDF\)](#)

[- De samenhang en inzichten uit de Nationale Routekaart en de Marktverkenning \(PDF\)](#)

[- Policy Brief \(PDF\)](#)

[- Koolstofkaart en Koolstofvastlegging Huis algemeen \(PDF\)](#)

Koolstof Vastleggings Huis Noord-Holland (Methodieken, beleid en kansen)

Het Koolstofvastlegging Huis Noord-Holland is opgesteld tussen februari en mei 2025 (eindredactie: mei 2025). Het document bestaat uit drie overzichten:

Matrix 1: Een koppeling tussen koolstofvastleggingsmethodieken en beleidsopgaven.

Matrix 2: Overzicht van beleid en initiatieven binnen provincie die koolstofvastlegging ondersteunen.

Matrix 3: Kansen voor beleid of activiteiten voor koolstofvastleggings ontwikkelingen.

Dit document helpt beleidsmakers, initiatiefnemers en uitvoerders om gericht afwegingen te maken binnen de regionale klimaat- en gebiedsopgaven. Vanwege snelle ontwikkelingen in beleid en markt is het aan te raden om voor de meest actuele versie te kijken op: www.neweconomy.eco/koolstof-nh

De samenhang en inzichten uit de Nationale Routekaart en de Marktverkenning (PDF)

De Nationale Routekaart Koolstofverwijdering van het Rijk ([gepubliceerd 14 maart 2025](#)) en de Marktverkenning Koolstofvastlegging van New Economy ([gepubliceerd 12 maart 2025, en een aangevulde versie mei 2025](#)) zijn onafhankelijk van elkaar ontwikkeld, maar bieden beide waardevolle inzichten voor de beleidskeuzes die de komende jaren nodig zijn.

Dit document brengt de inzichten uit de Nationale Routekaart Koolstofverwijdering en de Marktverkenning Koolstofvastlegging in samenhang bijeen. Het laat zien waar beide publicaties elkaar aanvullen, versterken of vanuit een ander perspectief naar dezelfde opgave kijken. Daarmee biedt het beleidsmakers en andere belanghebbenden waardevolle handvatten om een effectieve koolstofvastleggingsstrategie te ontwikkelen, verrijkt met aanvullende inzichten, concrete handelingsopties, praktijkvoorbeelden en koppelingen met bredere maatschappelijke opgaven.

[Directe download link document](#)

Policy Brief Koolstofvastlegging

In aanvulling op deze marktverkenning en om strategievorming te vergemakkelijken is een Policy Brief opgesteld. Deze Policy Brief vat de belangrijkste opgaven, overwegingen, methodieken en bronnen samen in een beknopt en inzichtelijk document voor decentrale overheden en beleidsmakers in andere organisaties. De Policy Brief is te downloaden via: www.neweconomy.eco/koolstof

Koolstofkaart M25 (maart 2025)

De kaart 'Kansen voor koolstofvastlegging in Nederland' ondersteunt strategievorming met een fictieve weergave van de mogelijkheden van koolstofvastlegging. Deze kaart is opgesteld tussen november 2024 en maart 2025 (eindredactie: april 2025). Vanwege snelle ontwikkelingen in de koolstofmarkt kan informatie inmiddels gewijzigd zijn. De kaart is te downloaden via:

www.neweconomy.eco/koolstof

Koolstofvastlegging Huis M25 (maart 2025)

Bij de keuze voor vastleggingsmethoden is een integrale afweging wenselijk. Het Koolstofvastlegging Huis geeft beleidsmakers inzicht in de effecten van verschillende koolstofvastleggingsmethoden op belangrijke maatschappelijke opgaven uit de Nationale Omgevingsvisie (NOVI, 2020). Elke methode kan kwantitatief en kwalitatief aan deze beleidsdoelen worden getoetst.

Afbakening koolstofvastleggingsmethoden

Deze analyse richt zich op tien methoden van koolstofvastlegging, zoals gedefinieerd door het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Deze categorieën bieden een breed kader voor het beoordelen van de ecologische, technologische en economische haalbaarheid van koolstofvastlegging in de Nederlandse en internationale context. zie volgende pagina voor de tien methoden

10 IPCC methoden koolstofvastleggingsmethoden

- Aanplant en herbebossing (Afforestation and Reforestation) *Natuurlijk (groen)*
- Aanplant voor Biobased (bouw)materialen *Natuurlijk (groen)*
- Koolstofvastlegging in de bodem (Soil Carbon Sequestration) *Natuurlijk (groen)*
- Biokool (Biochar) *Natuurlijk (groen)*
- Bio-energie met koolstofafvang en -vastlegging (Bioenergy with Carbon Capture and Storage BECCS) *Deels technologisch (Grijs-groen)*
- CCS is de combinatie van directe afvang van koolstofuitstoot, uit de lucht en oceanen, en vastlegging (Direct Air Carbon Capture and Storage DACCS en DOCCS) *Technologisch (Grijs)*
- Versnelde verwerking van mineralen (Enhanced Weathering) *Natuurlijk*
- Herstel van wetlands (Wetland Restoration) *Natuurlijk (groen)*
- Blauwe koolstofbeheer (Blue Carbon Management) *Natuurlijk (groen)*
- Verhoging van oceanische alkaliniteit (Ocean Alkalinity Enhancement) *Natuurlijk en mogelijk met technologische versnellers*
- Oceanische bemesting (Ocean Fertilization) *Natuurlijk*

Aandachtspunten voor de provincie Noord-Holland

Voor Noord-Holland is het van belang om naast de reductiestrategie (Noord-Hollandse Klimaataanpak) ook een vastleggingsstrategie te ontwikkelen om de gestelde klimaatdoelen te halen. Dit betekent prioriteit geven aan bewezen, betaalbare en direct toepasbare vormen van natuurlijke koolstofvastlegging en zorgvuldig onderzoeken welke technologische (grijze) koolstofvastlegging echt relevant is. Daarnaast is een integrale benadering essentieel, waarbij koolstofvastlegging gekoppeld wordt aan andere urgente provinciale opgaven zoals stikstofproblematiek, circulaire economie, waterkwaliteit en biodiversiteit. Tot slot is het cruciaal om samenwerking tussen publieke en private

partijen actief te stimuleren, zodat gezamenlijk de economische en ecologische potentie van koolstofvastlegging optimaal wordt benut.

In Noord-Holland zijn diverse koolstofvastleggingmethodieken reeds actief, zoals aanplant en herbebossing, koolstofvastlegging in de bodem, bio-energie met koolstofafvang, biokool, blauwe koolstofbeheer, herstel van wetlands en biobased bouwmaterialen. Methodieken zoals versnelde verwerking van mineralen, oceanische bemesting, verhoging van oceanische alkaliniteit en directe afvang uit lucht en oceanen vragen nog verdere beleidsaandacht en ontwikkeling. Specifiek beleid voor oceanische alkaliniteit en oceanische bemesting ontbreekt momenteel volledig. Meer informatie over deze methodieken en hun huidige status in Noord-Holland is te vinden in hoofdstuk 2 van deze verkenning.

Aanpak algemene marktverkenning vastlegging mogelijkheden

Voor het onderzoek dat ten grondslag ligt aan deze marktverkenning is de IPCC-indeling als leidraad gekozen vanwege de brede scope en robuuste wetenschappelijke basis. Ze biedt een gestructureerd kader om de verschillende mogelijkheden voor koolstofverwijdering te analyseren, met aandacht voor zowel natuurlijke als technologische processen. De belangrijkste redenen voor deze keuze zijn:

1. Wetenschappelijke onderbouwing: De IPCC-indeling is ontwikkeld op basis van het nieuwste wetenschappelijke inzicht en wordt wereldwijd erkend.
2. Relevantie voor beleid: Hij sluit nauw aan bij beleidsinitiatieven zoals de Europese Green Deal, het Nederlandse klimaatbeleid en internationale duurzaamheidsdoelen (SDG's).
3. Brede toepasbaarheid: De methoden dekken een scala aan technieken, van herbebossing en bodemkoolstofvastlegging tot innovatieve oplossingen zoals oceanische alkaliniteit en biokool.

Gebruikerssystemen

Tot slot is voor de toepassing van natuurlijke koolstofvastlegging gekeken naar de zes primaire gebruikerssystemen: landgebruikers en natuurbeheerders, financiële actoren en inkoop bij organisaties, overheden en beleidsmakers, bedrijven en industrie, gemeenschappen en maatschappelijke organisaties, onderzoekers, technologie- en kennisontwikkelaars.

Belangrijkste bronnen voor deze analyse

Deze analyse staat niet op zichzelf, maar bouwt voort op meerdere jaren van beleidsontwikkeling en onderzoek binnen de Nederlandse, Europese en wereldwijde context. Het IPCC biedt een kader op basis van de wereldwijde wetenschappelijke consensus en er is gebruikgemaakt van een breed scala aan recente internationale bronnen.

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
Introductie en context	
0.0 Stand van het onderzoek ten tijde van publicatie, suggesties en vragen	13
0.1. Begrippenkader: koolstof, koolstofeconomie, emissiereductie en koolstofvastlegging	13
0.1.1 Koolstof	13
0.1.2 Koolstofeconomie, groene en grijze varianten	14
0.1.3 Aparte doelstellingen emissiereductie en koolstofvastlegging	15
0.1.4 Natuurlijke (groene) en technologische (grijze) koolstofvastlegging	16
0.1.5 Vastleggingsduur: tijdelijk, langdurig, permanent	17
0.1.6 Koolstofvastlegging in het kader van brede welvaart en SDGs	18
0.1.7 Koolstofprijs: kostprijs, marktprijs, ETS-prijs, maatschappelijke prijs	18
0.2 Beleidscontext huidige economische en ecologische opgaven	20
0.2.1 Provincie Noord-Holland, bestaand beleid en activiteiten	20
0.2.2 Circulaire Economie NH	21
0.2.3 Energie-infrastructuur NH	23
0.2.4 Duurzame Energie NH	23
0.2.5 Mobiliteit NH	24
0.2.6 Gebouwde leefomgeving NH	24
0.2.7 Industrie NH	25
0.2.8 Landbouw en landgebruik NH	26
0.3.1 Nederland	27
0.3.2 Europa & 0.3.3 Internationaal (COP29 - November 2024)	30
0.4 Waarom de IPCC-indeling als leidraad?	32
0.5 Belangrijkste bronnen voor deze analyse & 0.6 Gebruikerssystemen	33
0.7 Aanpak van de marktverkenning	34
0.9 Kader & 0.10 Begrippenlijst	36
Huidige vastlegging activiteiten en praktijkvoorbeelden (NL, PNH, PU, PGLD)	36
1.1 Afbakening koolstofvastleggingsmethoden en voorbeelden	37
Ia. Aanplant en herbebossing (Afforestation and Reforestation) Natuurlijk (groen)	38
Ib. Aanplant voor Biobased (bouw)materialen Natuurlijk (groen)	44
II. Koolstofvastlegging in de bodem (Soil Carbon Sequestration) Natuurlijk (groen)	50
III. Biokool (Biochar) Natuurlijk (groen)	53
IV. Bioenergy with Carbon Capture and Storage BECCS) deels technologisch (grijs-groen)	55
V. Direct Air Carbon Capture and Storage DACCS en DOCCS) technologisch (grijs)	58
VI. Versnelde verwerking van mineralen (Enhanced Weathering) Natuurlijk (groen)	62
VII. Herstel van wetlands (Wetland Restoration) Natuurlijk (groen)	64
VIII. Blauwe koolstofbeheer (Blue Carbon Management) Natuurlijk (groen)	68
IX. Ocean Alkalinity Enhancement natuurlijk (als basis groen en kan deels grijs)	71
X. Oceanische bemesting (Ocean Fertilization) natuurlijk	74

Koolstofvastlegging in relatie tot beleidsopgave

1.2 Beleidsintegratie koolstofvastlegging met andere beleidsopgaven	75
1.2.1 Circulaire economie en biobased bouwen	76
1.2.3 Leefomgeving en ruimtelijke druk	77
1.2.4 Energie en netcongestie	77
1.2.5 'Water- en bodemsturend' beleid	78
1.2.6 Transitie in landbouw	79
1.2.7 Koolstofvastlegging Huis als overzicht instrument methodieken tot opgaven	80
1.2.8 Vergelijkingstabel natuurlijke (groen) en technologische (grijs) CO2-vastlegging	82
1.3 CO2-beprijzing en ETS	84
1.4 Koolstof, biodiversiteit en ecosysteemdiensten economie	84
1.5 Afhankelijkheid en kosten van koolstof	86
1.6 Biodiversiteit voor bedrijven, rapportage en trends	86
1.7 Beleid, wetgeving en financiering	89
1.8 De potentie en waarde van koolstofvastlegging per methode	89
1.9 Kansrijke reststromen om in te zetten voor natuurlijke vastlegging circulaire economie	94

Handelingsperspectief beleid (decentrale overheden en organisaties)

2.1 Kansen vanuit beleid	100
2.1.1 Kennisontwikkeling	100
2.1.2 (Financiële) instrumenten	101
2.1.3 Vastleggingskredieten en toepasbaarheid	101
2.1.4 Lokale markten opzetten	103
2.1.5 Boeren, bouwers en andere 'vastleggers' belonen	104
2.1.6 Stel standaarden	104
2.1.7 Interne CO2-prijs t.b.v. besluitvorming	104
2.1.8 Beleidsintegratie middels gekoppelde beleidsinstrumenten	105
2.1.9 Ontwikkel regionale innovatieprogramma's (ROM's) kennis en financiering	106
2.1.10 Creëer coalities en ontwikkel gezamenlijk beleidskaders koolstofkredieten	107

Handelingsperspectief bedrijfsvoering

2.2 Kansen vanuit de eigen bedrijfsvoering	108
2.2.1 Zichtbare impact d.m.v. transparante koolstofboekhouding	108
2.2.2 Interne vastlegging binnen eigen Scopes GHG-Protocol scopes 1,2,3 (evt 0 en 4)	109
2.2.3 Koper van vastleggings producenten en duurzaam opdrachtgeverschap in projecten	111
2.2.4 Afnemen in lokale koolstofvastleggingsprojecten	111
2.2.5 Als koper - eigen uitstoot compenseren (Net-Zero)	112
2.2.6 Relatie tot inkoopindicatoren decentrale overheden (MVI)	112
2.2.7 Relevantie van CO2-vastlegging binnen MVI en indicatoren voor duurzame inkoop	113

Koolstofmarkt en raamwerken	
3.1 De complexiteit van de koolstofmarkt in kaart (2024)	115
3.1.1 Definities koolstofmarkt & stakeholders	116
3.1.2 Omschrijving type koolstofkredieten: Removal, Reduction en Avoidance Credits	117
3.1.3 Hoe natuurlijke vastlegging bijdraagt aan meerdere SDGs	118
3.2 Verkenning koolstofmarkt	118
3.2.1 Projectontwikkelaars	120
3.2.2 Onafhankelijke Validatie en Verificatie Bodies (VVBs)	121
3.2.3 Certificeringsprogramma's, standaarden & methoden koolstofmarkt	122
3.2.4 Fundamentele kritiek vanuit de wetenschap en markt	132
3.2.5 Relevante Raamwerken Nederland	133
3.3 Onderliggende principes 'vastleggingsketen'	137
3.3.1 Richtlijnen kopers koolstofkredieten	137
3.3.2 Onderliggende principes 'Validation & Verification Bodies' (VVBs)	139
3.3.3 Onderliggende principes certificeringsprogramma's & projectmethodologieën	141
3.3.4 Overkoepelende principes voor betrouwbaarheid vrijwillige marktwerking	143
Koolstof Vastleggings Huis Noord-Holland	146
Samenhang en inzichten: Nationale Routekaart & Marktverkenning Koolstofvastlegging	147
Policy Brief Koolstofvastlegging	148
Koolstofkaart M25 (maart 2025)	148
Koolstofvastlegging Huis M25 (maart 2025)	148
Bijlage 1: Toelichtingsdocument 'Koolstofketen'	149
Bijlage 2: Analyse technisch potentieel Biokool voor Nederland	149
Bijlage 3. Inschatting potentieel voor CO2 vastlegging olivijn steenmeel en zandsuppletie NL	152
Begrippenlijst	154

Introductie en context

De provincie Gelderland heeft, in samenwerking met de provincies Utrecht, Noord-Holland en Zuid-Holland, aan New Economy gevraagd een marktverkenning uit te voeren naar de potentie van koolstofvastlegging. Vervolgens heeft de provincie Noord-Holland verzocht om een aangepaste versie met specifieke contextualisering voor Noord-Holland, Utrecht en Gelderland. Dit document is het resultaat van dat verzoek: het is aangepast aan de situatie in Noord-Holland. Daarnaast zijn er afzonderlijke versies beschikbaar voor de provincies Utrecht en Gelderland.

Deze analyse richt zich op

- **Inzicht in huidige koolstofvastleggingsactiviteiten:** In kaart brengen van (het potentieel van) huidige vastleggingsmethoden in relatie tot beleidsopgaves
- **Identificatie van marktkansen:** In kaart brengen van marktkansen voor koolstofvastlegging, inclusief de toepassing van koolstofkredieten en andere marktmechanismen.
- **Stimuleringsmogelijkheden:** Beleids- en financieringsinstrumenten die decentrale overheden in staat stellen koolstofvastlegging te integreren in regionale strategieën.
- **Samenwerking:** Verkennen van concrete modellen en samenwerkingsvormen om boeren en ondernemers te betrekken bij regionale projecten voor koolstofvastlegging.

0.0 Stand van het onderzoek ten tijde van publicatie, suggesties en vragen

Deze verkenning is gestart in november 2024 en de eindredactie heeft plaatsgevonden begin maart 2025. In deze periode zijn nieuwe relevante publicaties verschenen die waar mogelijk zijn meegenomen in deze analyse. De meest recente en waardevolle publicaties zijn: [European Scientific Advisory Board on Climate Change, 'Scaling up carbon dioxide removals - Recommendations for navigating opportunities and risks in the EU' \[PDF\] \(2025\)](#) en [Wetenschappelijke Klimaatraad, Verantwoord inzetten van tijdelijke CO₂-verwijdering, Wetenschappelijke Klimaatraad \[PDF\] \(2024-2025\)](#).

Het is mogelijk dat er ten tijde van publicatie nieuwe relevante informatie beschikbaar is gekomen. Voor suggesties en/of vragen kunt u contact opnemen via contact@neweconomy.eco.

0.1. Begrippenkader: koolstof, koolstofeconomie, emissiereductie en koolstofvastlegging

Deze marktverkenning maakt gebruik van een aantal kernbegrippen die als kader dienen voor een heldere analyse van de potentie van koolstofvastlegging. Een uitgebreide [begrippenlijst](#) is te vinden op blz. 155 Hieronder volgt een uitleg van elk kernbegrip.

0.1.1 Koolstof

Koolstof is een essentieel element in onze biosfeer. Het komt voor in nagenoeg alle organische stoffen waaronder het menselijk lichaam, water, steen en gewassen. In onze atmosfeer kan koolstof een verbinding aangaan met zuurstof waardoor koolstofdioxide (CO₂) ontstaat. CO₂ op zichzelf is niet schadelijk, maar een te hoge concentratie van koolstofdioxide kan wél problematisch zijn. In onze

atmosfeer draagt een overmaat aan CO₂ bij aan het broeikaseffect⁷. Dit komt doordat CO₂ warmte vasthoudt, waardoor de aarde minder afkoelt. Dit leidt tot klimaatverandering, veranderende weerpatronen met gevolgen zoals temperatuur- en zeespiegelstijgingen, vergrote kans op overstromingen en (bos)branden en verstoring van ecosystemen. Onbeheersbare klimaatverandering waarbij verschillende 'tipping points' in het klimaatsysteem elkaar versterken⁸ bedreigt de overlevingskansen van veel soorten inclusief de mens. De maatschappelijke gevolgen hiervan zijn reeds zichtbaar, zoals recent nog een verhoging van de waterschapsbelasting.⁹

Planten en bomen nemen CO₂ op via fotosynthese en zetten dit om in zuurstof en organische verbindingen. In de bodem bevordert organische stof, dat voor een groot deel uit koolstof bestaat, de bodemstructuur en vruchtbaarheid¹⁰. Dit leidt o.a. tot een betere waterhuishouding en verhoogde weerbaarheid van gewassen tegen ziekten en plagen, wat gunstig is voor ecosystemen als geheel en voor landbouw als menselijke activiteit binnen die ecosystemen¹¹. Daarmee speelt koolstof ook een sleutelrol in het herstellen van gedegradeerd land voor economisch gebruik. Volgens het World Economic Forum kan elke geïnvesteerde euro in landherstel een rendement opleveren van 7 tot 30 keer de investering¹².

Om verdere verstoring van de koolstofbalans (de verhouding tussen koolstofdioxide in onze atmosfeer en koolstof in geologische, land- of oceaansreservoirs of in producten) te voorkomen is het noodzakelijk te komen tot effectieve strategieën voor koolstofbeheer (emissiereductie en koolstofvastlegging). De effectiviteit van deze strategieën kan worden vergroot door koolstofbeheer verder te integreren met de economie. In dat kader wordt gesproken van een koolstofeconomie.

0.1.2 Koolstofeconomie, groene en grijze varianten

Er kan onderscheid worden gemaakt tussen een groene koolstofeconomie en een grijze koolstofeconomie.

Grijze koolstofeconomie: Dit model is gebaseerd op het gebruik van fossiele brandstoffen zoals olie, gas en steenkool. Deze bronnen zijn rijk aan koolstof en worden verbrand voor energieproductie, wat leidt tot de uitstoot van CO₂ en andere broeikasgassen. Deze aanpak draagt bij aan klimaatverandering en milieuvervuiling. Voorbeelden zijn traditionele energiecentrales en industrieën die afhankelijk zijn van fossiele brandstoffen.

Er wordt gesproken over een groene koolstofeconomie als het geheel van economische activiteiten bijdraagt aan een gebalanceerde koolstofhuishouding in de biosfeer, die op haar beurt de basis vormt voor alle economische activiteiten. Dit creëert een circulaire relatie tussen ecosysteem, samenleving en economie, waardoor de koolstofeconomie theoretisch eindeloos kan blijven functioneren en zorgt dat koolstof op de juiste plek blijft. De groene koolstofeconomie omvat ook de overgang van fossiele brandstoffen naar hernieuwbare energiebronnen en het gebruik van biomassa als grondstof voor de productie van materialen, brandstoffen en chemicaliën. Zowel natuurlijke vastlegging als

⁷ [NASA, 'The Greenhouse Effect & Global Warming' \[online\] \(2025\)](#)

⁸ [Steffen et al, PNAS, 'The potential for land-based carbon dioxide removal in the United States' \[online\] \(2018\)](#)

⁹ [NOS, 'Waterschapsbelasting stijgt dit jaar fors, grote regionale verschillen' \[online\] \(2025\)](#)

¹⁰ [BioAcademy, 'Themadaag Koolstof en Bodemvruchtbaarheid' \[online\] \(2022\)](#)

¹¹ [ILVO, 'Bodem koolstofopslag' \[online\] \(2021\)](#)

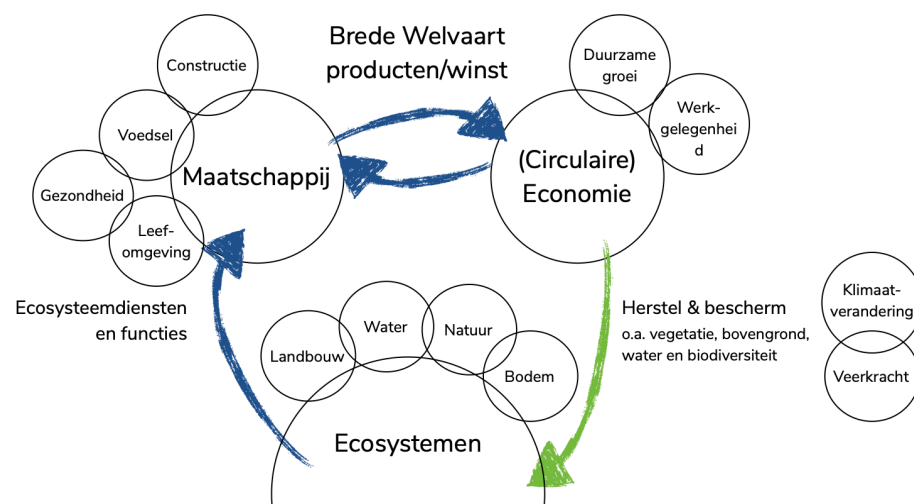
¹² [World Economic Forum, 'Tackling land degradation: A business priority' \[online\] \(2024\)](#)

technologische innovatie om biobased grondstoffen te verwerken spelen hierin een cruciale rol, zoals het omzetten van CO₂ in duurzame producten¹³.

Een belangrijk kenmerk van zowel de grijze als de groene koolstofeconomie is dat koolstof een fictieve en/of concrete waarde krijgt door middel van een koolstofprijs. Dit is een effectief instrument om de overgang naar een duurzamer systeem te versnellen. CO₂-beprijzing speelt hierin een cruciale rol: door een prijs te verbinden aan CO₂-uitstoot worden zowel bedrijven als consumenten gestimuleerd om hun uitstoot te verminderen en over te stappen op groenere alternatieven.

De koolstofeconomie met koolstof als centraal organiserend principe: een visuele weergave waarin verschillende beleidsopgaven uit de Omgevingswet zijn geïntegreerd.

Koolstof als organiserend principe voor economie en ecologie



Figuur 1. Gebaseerd op 'Rethinking sustainability: shifting from a linear to a holistic, systemic and cyclical approach'¹⁴, aangevuld met Nederlandse beleidsopgaven uit de Omgevingswet en principes van de koolstofeconomie.

0.1.3 Aparte doelstellingen emissiereductie en koolstofvastlegging

Er bestaat een belangrijk verschil tussen CO₂-reductie en CO₂-vastlegging. CO₂-reductie heeft betrekking op het voorkomen en verlagen van de huidige uitstoot, zoals middels het vervangen van fossiele stroomproductie door opweg met zon, wind of waterkracht, elektrificatie van transport en industrie, het afvangen van (industriële) emissies via CCS (Carbon Capture and Storage) en CCU (Carbon Capture and Utilization), en het voorkomen van CO₂-emissies uit natuurlijke koolstofputten. CO₂-vastlegging daarentegen bewerkstelligt actief de verwijdering van reeds uitgestoten CO₂ uit de atmosfeer.

¹³ [TNO, 'CO2-reductie in de groene koolstofindustrie' \[webinar\] \(2024\)](#)

¹⁴ [Ferwerda, W., 'A Holistic Framework for Ecological Restoration by People and Business for Next Generations \[PDF\] \(2015\)](#)

Koolstofvastlegging bestaat technisch gezien uit twee stappen: verwijdering en opslag. Verwijderen uit de atmosfeer of oceaan kan middels planten en bomen (fotosynthese) of met industriële processen (direct air / ocean capture, DAC of DOC). Opslag is de stap daarna, waarmee gezorgd wordt dat de verwijderde CO₂ niet meer in de lucht terugkomt. Dit kan door opslag in onder meer bodems¹⁵, (bouw)materialen of geologische reservoirs (mineralen, gasvelden). Voor de helderheid is in deze studie gekozen om voor het hele proces van verwijderen uit de lucht of oceaan én opslag de term 'vastlegging' te hanteren.

Zoals beschreven in het Ontwerp-Klimaatplan 2025-2035 door het Ministerie van Klimaat en Groene Groei is verregaande emissiereductie alleen niet voldoende voor het bereiken van onze klimaatdoelen: er zal ook CO₂ aan de atmosfeer moeten worden onttrokken en vastgelegd. Dit geldt zowel mondiaal, Europees als nationaal.¹⁶ Voor een effectief klimaatbeleid zijn aparte doelstellingen voor beide opgaven, zowel emissiereductie als koolstofvastlegging, noodzakelijk.¹⁷

0.1.4 Natuurlijke (groene) en technologische (grijze) koolstofvastlegging

Ook binnen koolstofvastleggingsmethoden kan onderscheid worden gemaakt tussen groene en grijze varianten. Beide varianten vullen elkaar aan en worden verder toegelicht in het hoofdstuk 'Beleidsintegratie':

Technologische (grijze) koolstofvastlegging: dit omvat technologieën zoals Carbon Capture and Storage (CCS), waarbij CO₂ wordt verwijderd uit de atmosfeer en oceaan en wordt afgevangen bij industriële bronnen om te worden opgeslagen in geologische formaties zoals voormalige aardgasvelden. Hoewel dit CO₂-vastlegging mogelijk maakt, is de ontwikkeling en het gebruik van deze technologieën vooralsnog afhankelijk van een overwegend fossiele energiemix. Daarnaast maken deze technologieën gebruik van energie-intensieve en niet-hernieuwbare kritieke¹⁸ grondstoffen. In het geval dat bepaalde doelstellingen van het Grondstoffenakkoord worden gehaald (i.e. een 100% circulaire economie in combinatie met het gebruik van 100% hernieuwbare energie in 2050) dan zou technologische koolstofvastlegging eventueel als groene oplossing kunnen worden beschouwd. Gezien de huidige voortgang in deze beleidsopgaven lijkt dit scenario echter niet realistisch. Tot slot, de realisatie van grootschalige installaties voor technologische koolstofvastlegging brengt uitdagingen met zich mee in het kader van ruimtelijke ordening (landschapsbehoud) en brede welvaart.

Natuurlijke (grijze) koolstofvastlegging: Deze benadering maakt gebruik van natuurlijke en herhaalbare processen om CO₂ te verwijderen en op te slaan. Voorbeelden zijn herbebossing, bodemkoolstofopslag en het herstel van veen en kwelders. Deze methoden verbeteren ook de

¹⁵ mits het nieuwe landbouwsysteem in stand wordt gehouden

¹⁶ Ontwerp-Klimaatplan 2025-2035, Op weg naar een klimaatneutraal Nederland. Ministerie van Klimaat en Groene Groei, Oktober 2024 | Publicatie-nr. 87485692, paragraaf 3.4

¹⁷ [European Scientific Advisory Board on Climate Change](#), Scaling up carbon dioxide removals - Recommendations for navigating opportunities and risks in the EU [PDF] (2025) noemt dit als de eerste van negen aanbevelingen.

¹⁸ [ScienceDirect](#), 'A comprehensive review on the applications of industrial symbiosis in the construction industry' [online] (2025)

biodiversiteit en de gezondheid van ecosystemen. Groene koolstofvastlegging kent een aanzienlijk lagere en in gevallen zelfs nihil afhankelijkheid van fossiele brandstoffen.

NB: Koolstofvastlegging in geologische formaties is eindig (de voormalige aardgasvelden raken 'vol') waar natuurlijke koolstofvastlegging in natuurlijke systemen en grondstoffen in theorie oneindig doorgang kan vinden.

0.1.5 Vastleggingsduur: tijdelijk, langdurig, permanent

Hoe langduriger de vastlegging, hoe groter het positieve effect op klimaat. Vastlegging in landbouwgrond kan van korte duur zijn als er direct weer geploegd wordt. Biobased bouwmaterialen die decennialang geïntegreerd blijven in de gebouwde omgeving zijn een voorbeeld van meer langdurige vastlegging. Vastlegging in mineralen is vrijwel permanent (tienduizenden jaren).

De Wetenschappelijke Klimaatraad (WKR) deed recent aanbevelingen¹⁹ over gebruik van tijdelijke vastlegging voor compensatie van emissies. De positieve synergetische effecten van tijdelijke vastlegging met andere beleidsterreinen, en de relatie met het Europese beleid (CRCF) laat de WKR in haar advies echter onbesproken. In dit rapport worden deze aspecten daarom verder uitgediept, met de aantekening dat deze marktverkenning aansluit bij de aanbeveling van de WKR dat fossiele emissies niet door tijdelijke vastlegging moeten worden gecompenseerd.

Deze marktverkenning hanteert de richtlijnen van de EU Carbon Removal and Carbon Farming Regulation (CRCF). De CRCF is een nieuw EU-breed raamwerk voor certificering van vastlegging en biedt houvast voor hoe om te gaan met wat in vaktermen 'permanentie' heet. Voorgeschreven is dat de verwachte duur van de vastlegging moet worden bepaald en aangegeven in het certificeringsproces. Hieruit volgt dat landbouwbodems blijvend worden gemonitord en dat, mocht de monitoring worden beëindigd, de certificering vervalt.

Het CRCF bepaalt verder dat bouwmaterialen ten minste 35 jaar in gebruik moeten blijven om mee te tellen als vastlegging. Ook voor permanente vastlegging kunnen nog monitoringseisen gelden. Met dergelijke bepalingen schept het CRCF helderheid in de afwegingen voor elk type vastlegging.

Permanentie is niet alleen afhankelijk van de gebruikte vastleggingsmethode, maar ook van andere factoren zoals beleidsontwikkelingen (landbouw, circulaire economie) en klimaatverandering. Zo kan droogte vastlegging in bodems weer ongedaan maken. Vastleggingsbeleid kan daarbij een zichzelf versterkend en bestendigend effect hebben: hoe succesvoller de transitie van fossiele naar regeneratieve landbouw- en bouwsystemen, hoe langer de vastleggingsduur en hoe groter het positieve klimaateffect. Een succesvolle transitie van het landbouwsysteem kan ervoor zorgen dat opslag in de bodem in ieder geval langdurig en zelfs semi-permanent is. Een succesvolle transitie naar een bio-based bouwsysteem in combinatie met een goed geïmplementeerde circulaire economie kan op vergelijkbare wijze tot leiden tot langdurige en zelfs semi-permanent koolstofvaststelling in de gebouwde omgeving. Voorlopers in de groene koolstofeconomie, zoals Underground Forest²⁰ en Veenmakers,²¹ laten zien dat biogeen materiaal (zoals sloophout uit de bio-based bouw) gebruikt kan worden om voor duizenden jaren koolstof vast te leggen.

¹⁹ [Wetenschappelijke Klimaatraad, 'Achtergrondrapport: Verantwoord inzetten van tijdelijke CO₂-verwijdering' \[PDF\] \(2025\)](#)

²⁰ [Underground Forest, 'Home' \[online\] \(2024\).](#)

²¹ [Restore Carbon, 'Home' \[online\] \(2024\).](#)

0.1.6 Koolstofvastlegging in het kader van brede welvaart en SDGs

Resultaten van bestaande projecten rondom natuurlijke koolstofvastlegging wijzen uit dat het natuurlijk vastleggen van koolstof meer voordelen met zich meebrengt in het kader van brede welvaart en de Sustainable Development Goals. In die context wordt gesproken van de 'beyond carbon' voordelen van natuurlijke koolstofvastlegging. Naast de klimaatopgave draagt natuurlijke vastlegging bij aan voortgang op kritieke beleidsopgaven zoals stikstof, waterkwaliteit, biodiversiteit en gezondheid. Het biedt daarnaast economische kansen in de vorm van groene banen en nieuwe verdienmodellen voor boeren en bouwers, en nog breder via certificering en handel in koolstofkredieten. Een gebalanceerde inzet van natuurlijke en technologische opties kan zowel overheden als bedrijven ondersteunen bij het bereiken van meerdere duurzame ontwikkelingsdoelen (Sustainable Development Goals of SDGs).

De uitdaging is om deze geïntegreerde beleidsvoordelen te kwantificeren. De kwalitatieve correlaties zijn echter zeer overtuigend. Daar waar technologische vastlegging zoals Direct Air Capture wordt vergeleken met natuurlijke vastlegging, zijn de brede voordelen van de laatste evident.

Evenals de Wetenschappelijke Klimaatraad in haar eerste verkenning²² over CO₂, legt het Nationale Klimaatplan 2024 nadruk op technologische oplossingen voor CO₂-vastlegging. Deze marktverkenning stelt echter vast dat, gezien de grote maatschappelijke baten van natuurlijke vastlegging tegen de relatief lage kosten en de mogelijkheid tot snelle implementatie, het voor de hand ligt meer nadruk te plaatsen op natuurlijke vastlegging.

0.1.7 Koolstofprijs: kostprijs, marktprijs, ETS-prijs, maatschappelijke prijs

Kostprijs, marktprijs, ETS-prijs en maatschappelijke prijs spelen elk een rol in de koolstofeconomie en markt en beleidsvorming rondom CO₂-vastlegging. Hieronder volgt een verduidelijking van deze termen en hun betekenis voor de koolstofmarkt.

Kostprijs: Dit is de totale kost om één ton CO₂ te vangen en op te slaan, rekening houdend met alle directe en indirecte kosten zoals materiaal, arbeid, en technologie. Deze prijs is cruciaal voor het bepalen van de economische levensvatbaarheid van CO₂-opvangprojecten. De kostprijs is sterk variabel en moet voor een eerlijke vergelijking ook 'externaliteiten' als niet-CO₂ milieu-impact reflecteren.

Marktprijs: De prijs die op de markt gevraagd en betaald wordt voor CO₂-opvang en -vastlegging. Deze prijs is dynamisch en wordt beïnvloed door vraag en aanbod, technologische vooruitgang en beleidsontwikkelingen. Het reflecteert de huidige waarde die de markt hecht aan CO₂-reductie. Hoewel deze prijs sterk varieert, wordt op bijvoorbeeld cdr.fyi huidige betaalde prijzen wel weergegeven (orde van grootte: €150 - €1300²³).

²² [WKR, Advies CO₂-verwijdering \[online\] \(2024\)](#)

²³ www.cdr.fyi

ETS-prijs: De prijs die binnen het Emissiehandelssysteem (ETS) gehanteerd wordt voor de uitstootrechten (dus niet vastlegging) van CO₂. Deze prijs wordt bepaald door handel binnen het Europese quota systeem waarbij bedrijven uitstootrechten kunnen kopen of verkopen, afhankelijk van hun prestaties ten opzichte van hun toegewezen emissiequota. (Prijs 2022-2024: €76,25²⁴)

Maatschappelijke prijs: De werkelijke maatschappelijke kosten die een ton CO₂ in de lucht met zich meebrengen. Dit zijn kosten voor bijvoorbeeld ophoging van dijken, schade van extreem weer, afschrijving van vastgoed aan kustlijnen enzovoort. Het Duitse Milieuministerie heeft deze kostprijs berekend, en de Provincie Utrecht heeft deze overgenomen als rekenprijs voor de Maatschappelijke Kosten Baten Analyse (MKBA). De maatschappelijke kosten per ton CO₂ bedragen €875.²⁵

Een belangrijke overweging in de economie van CO₂-vastlegging betreft de transparantie omtrent de werkelijke kostprijs van het behalen van de beoogde resultaten. Dit draagt bij aan een helder inzicht in hoe de 'winst'—het verschil tussen de kostprijs en de marktprijs—gebruikt wordt. Als deze winst wordt geïnvesteerd in het stimuleren van andere duurzame projecten of internationalisering van de gebruikte methodieken, heeft dit een positief effect op de samenleving. In tegenstelling, wordt de winst enkel voor kapitaalgroei gebruikt, dan kan dit leiden tot kunstmatig hoge marktprijzen en negatieve maatschappelijke gevolgen. Het streven naar een zo laag mogelijke kostprijs via beleidsinstrumenten die dit ondersteunen, kan daarom zeer gunstig zijn voor zowel milieu als maatschappij.

De stijging van de ETS-prijs kan ervoor zorgen dat het reduceren van emissies financieel aantrekkelijker wordt dan het opslaan van CO₂. Volgens de Oxford Principles dient emissiereductie prioriteit te hebben, maar soms blijkt het kopen van CO₂-certificaten voor niet-vermeden emissies goedkoper. Organisaties zoals DFDS nemen dit mee in hun afwegingen en nemen hierin verantwoordelijkheid door transparant te zijn over hun keuzes. Dit illustreert een groeiende trend waarin bedrijven zich aanpassen aan de stijgende kosten voor emissierechten, wat kan leiden tot meer innovatieve en effectieve methoden voor emissiereductie.

DFDS heeft zich actief ingezet voor het verminderen van CO₂-emissies, in lijn met de stijgende ETS-prijzen, door te investeren in koolstofarme oplossingen en het decarboniseren van hun operaties. Ze implementeren maatregelen zoals het gebruik van biobrandstoffen, elektrificatie van schepen, en andere energie-efficiënte technologieën. Deze strategieën zijn bedoeld om zowel aan de huidige als toekomstige regelgeving te voldoen, terwijl ze ook hun milieu-impact minimaliseren. DFDS licht deze stappen en overwegingen toe in hun communicatie over ETS-toeslagen en duurzame praktijken.

Informatie m.b.t. ETS-toeslagen:

<https://www.dfds.com/nl-nl/vrachtvervoer-en-logistiek/ets-toeslagen>

Transparante CO₂-verlagingen binnen DFDS netwerk:

<https://www.dfds.com/nl-nl/vrachtvervoer-en-logistiek/decarbonised-certificate>

²⁴Statista, 'Average annual EU ETS allowance prices', Statista [online] (z.d.)

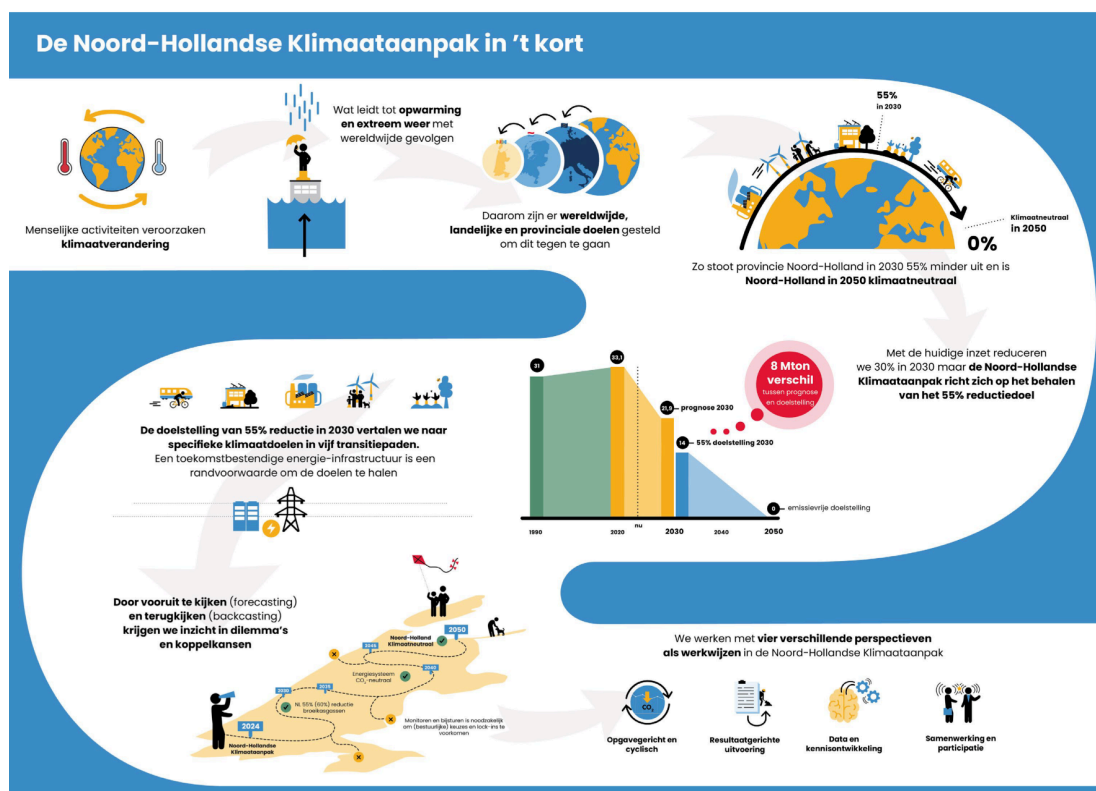
²⁵Provincie Utrecht, 'Provincie Utrecht gebruikt als eerste overheid in Nederland een eerlijke CO₂-prijs', Provincie Utrecht [online] (18 januari 2023)

0.2 Beleidscontext huidige economische en ecologische opgaven

0.2.1 Provincie Noord-Holland, bestaand beleid en activiteiten

In de provincie Noord-Holland staan een aantal urgente maatschappelijke opgaven centraal, die ook op nationaal niveau spelen. Grote, complexe uitdagingen zoals de energietransitie, woningbouw, toekomstbestendige landbouw en de bescherming van natuur en biodiversiteit vragen om samenhangende oplossingen. Deze opgaven zijn verankerd in de Omgevingsvisie Noord-Holland 2050²⁶, waarin wordt gestreefd naar een duurzame, gezonde en aantrekkelijke leefomgeving. Binnen de beleidscontext speelt de provincie Noord-Holland een actieve rol in het vormgeven en uitvoeren van de Omgevingsvisie en het klimaatbeleid.

De Noord-Hollandse Klimaataanpak²⁷ bouwt op de maatschappelijke opgaven van de Omgevingsvisie, gericht op meerdere 'transitiepaden', waaronder energie-infrastructuur, duurzame energie, mobiliteit, gebouwde leefomgeving, industrie en bedrijven, en landbouw en landgebruik. Deze domeinen vormen samen een integrale benadering om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen en de provincie klimaatbestendig te maken. Naast de vaststaande reductiedoelen kan koolstofvastlegging binnen deze context een verbindende rol vervullen, het draagt bij aan het realiseren van klimaatdoelen, maar biedt ook kansen voor andere maatschappelijke opgaven zoals natuurbeheer, bodemverbetering en de transitie naar een circulaire en klimaatbestendige economie. In Noord-Holland worden verschillende methodieken van koolstofvastlegging al toegepast, ingebed binnen bestaande beleidskaders en in samenhang met bredere maatschappelijke opgaven. Daarnaast zijn er verschillende methodieken die relevant kunnen zijn voor de provincie Noord-Holland.



Figuur 2. De Noord-Hollandse Klimaataanpak in 't kort

²⁶ Provincie Noord-Holland, 'Omgevingsvisie NH2050' [PDF] (2018)

²⁷ Provincie Noord-Holland, 'De Noord-Hollandse Klimaataanpak' [PDF] (2024)

0.2.2. Circulaire Economie NH

Het domein Circulaire economie in Noord-Holland is, naast het klimaatbeleid, overkoepelend aangezien het vele domeinen raakt. De provincie heeft tot en met 2024 gewerkt met de Actieagenda Circulaire Economie 2021-2025²⁸, waarin concrete acties stonden gericht op het versnellen van de transitie naar een circulaire economie, hergebruik van kritieke grondstoffen en het realiseren van bio(based) grondstoffen (zie H1.9 voor voorbeelden). Deze agenda is geëvalueerd en afgerond in 2024, waarna de inzet op circulaire economie is opgenomen in de Uitvoeringsagenda Duurzame en Circulaire Economie 2025-2028. Tevens is in 2024, door een integrale herindeling binnen de directie Beleid, het team Circulaire Economie ondergebracht bij de sector Duurzame Economie.

Een mooi resultaat vanuit de inzet op circulaire ketensamenwerking is de Circulaire Deal Secundaire Bouwmaterialen NHN²⁹, waarmee Noord-Holland inzet op het hergebruik van bouwmaterialen en het sluiten van grondstofketens, waarbij materialen met minimale milieueffecten opnieuw worden ingezet. Ketensamenwerking is hierbij essentieel, zowel binnen als tussen regio's en sectoren. Door biobased materialen in circulaire processen op te nemen, wordt de koolstofopslagduur van deze materialen verlengd. Dit draagt zowel bij aan het verminderen van CO₂-uitstoot als aan het bevorderen van koolstofvastlegging in de gebouwde omgeving.

Maatschappelijke opgaven: Het circulaire economie beleid van de provincie Noord-Holland draagt integraal bij aan maatschappelijke opgaven zoals circulaire economie, grondstoffenbeheer en energiebesparing. Noord-Holland zet concreet in op het stimuleren van circulair ondernemerschap, waarbij bedrijven worden geholpen met kennis, financiering en het navigeren van regelgeving. Hiervoor werkt de provincie nauw samen met circulaire ondernemersnetwerken zoals Circulair West en Circulair West-Friesland en ondersteunt zij initiatieven zoals het Circulair Impact Event, waarbij honderden bedrijven betrokken zijn geweest. Daarnaast heeft de provincie een sterke focus op verduurzaming van de industrie, met speciale aandacht voor het Noordzeekanaalgebied, één van Nederlands grootste industrieclusters. Door deel te nemen aan het Nationaal Programma Verduurzaming Industrie werkt Noord-Holland aan het verminderen van negatieve effecten op het klimaat en biodiversiteit, terwijl ze de economische vitaliteit behoudt. Dit gebeurt onder andere door ondersteuning bij de transitie naar duurzamere productieprocessen en het ontwikkelen van circulaire grondstoffenstrategieën. Verder stimuleert de provincie het innovatieklimaat door actief deel te nemen aan en ondersteuning te bieden aan innovatienetwerken, zoals Smart Industry Fieldlabs en European Digital Innovation Hub (EDIH) Digital Hub Noordwest. Deze fysieke locaties verspreid over Noord-Holland dienen als testcentra waar bedrijven en kennisinstellingen samen innovatieve technologieën kunnen ontwikkelen en testen, essentieel voor het realiseren van de circulaire en duurzame economische transitie.

²⁸ [Provincie Noord-Holland, 'Actieagenda Circulaire Economie \[PDF\] \(2021\)](#)

²⁹ [Provincie Noord-Holland, 'Circulaire Deal Secundaire Bouwmaterialen NHN' \[PDF\] \(2023\)](#)



Figuur 3. De Noord-Hollandse samenhang provinciale opgaven

De provinciale opgaven 'water en bodem', 'landbouw, voedsel en visserij', 'gezonde leefomgeving' en 'eigen organisatie' bieden uitstekende kansen voor verdere verkenning van koolstofvastlegging binnen Noord-Holland. Door een integrale benadering kunnen synergieën worden benut die bijdragen aan meerdere doelen tegelijk.

Binnen de opgave 'water en bodem' zet Noord-Holland sterk in op duurzaam waterbeheer en herstel van veenweidegebieden. Dit biedt directe koppelkansen voor koolstofvastlegging, bijvoorbeeld door natte teelten en veenherstelprojecten, waarbij CO₂ langdurig in de bodem wordt opgeslagen en tegelijkertijd bodemdaling en waterkwaliteit verbeteren.

Ook binnen 'landbouw, voedsel en visserij' liggen duidelijke kansen. De provincie stimuleert al actief de overgang naar natuurinclusieve landbouw, wat naadloos aansluit bij koolstofvastlegging via agroforestry en bodembeheer. Door koolstofvastlegging expliciet te integreren in agrarische bedrijfsmodellen, ontstaat niet alleen een gezondere bodem, maar ook een robuuster verdienmodel voor agrariërs.

De opgave 'gezonde leefomgeving' biedt kansen voor vergroening van stedelijke en landelijke gebieden. Door te investeren in bijvoorbeeld groenblauwe infrastructuur, stadsbossen en natuurherstelprojecten kan de provincie koolstof vastleggen en tegelijkertijd bijdragen aan biodiversiteit, klimaatadaptatie en een betere luchtkwaliteit.

Tot slot geeft de provincie via 'eigen organisatie' het goede voorbeeld door haar eigen inkoop- en aanbestedingsbeleid te verduurzamen. Dit biedt mogelijkheden om koolstofvastlegging te integreren in bouwprojecten, groenbeheer en materiaalgebruik binnen provinciale projecten, waarmee direct praktische ervaring kan worden opgedaan en innovatie wordt gestimuleerd.

0.2.3 Energie-infrastructuur NH

Het energie-infrastructuurbeleid van de provincie Noord-Holland is gericht op het versnellen van de energietransitie door de ontwikkeling van een toekomstbestendig, geïntegreerd en hybride energiesysteem. De provincie zet in op uitbreiding en verzwaring van het elektriciteitsnet, de aanleg van warmtenetten en waterstofnetwerken, en het faciliteren van energieopslag en conversie. Energiehubs zoals het Noordzeekanaalgebied en Den Helder fungeren hierbij als knooppunten. De provincie investeert in slimme netoplossingen en stimuleert het gebruik van alternatieve energiebronnen zoals aardwarmte, aquathermie en waterstof. Als regisseur coördineert Noord-Holland infrastructuurprojecten, versnelt vergunningstrajecten en werkt samen met gemeenten, netbeheerders en het Rijk.

Om belangrijke keuzes te kunnen maken over het toekomstige energiesysteem en energienetwerk, heeft de provincie samen met netbeheerders en gemeenten een Energievisie 2.0 opgesteld³⁰ (Keuzes voor het energiesysteem van de toekomst Bouwsteen voor de Omgevingsvisie).

Het belangrijkste uitgangspunt blijft energiebesparing, gevolgd door verduurzaming en een slimme inzet van infrastructuur. Daarnaast wordt aangegeven dat koolstof een rol speelt binnen de economie en het energiesysteem. Hierdoor ontstaat er een kans om koolstofverwijdering en -vastlegging als aanvullende strategie in combinatie met de energietransitie verder te onderzoeken.

Maatschappelijke opgaven: Het energie-infrastructuurbeleid van de provincie Noord-Holland draagt bij aan meerdere maatschappelijke opgaven uit de Omgevingsvisie, waaronder klimaatverandering, energietransitie, circulaire economie, mobiliteit en de leefbaarheid van stedelijke en landelijke gebieden. Door te investeren in een toekomstbestendig, flexibel en duurzaam energiesysteem – met aandacht voor netuitbreiding, waterstof, warmtenetten en slimme oplossingen zoals energiehubs en opslagmogelijkheden – faciliteert de provincie de overstap naar hernieuwbare energie. Concreet zet Noord-Holland bijvoorbeeld in op strategische energieknooppunten zoals het Noordzeekanaalgebied, Den Helder en Alkmaar, waar productie, opslag en distributie van duurzame energie efficiënt gecombineerd kunnen worden. Hiermee ondersteunt de provincie tevens andere domeinen, zoals waterbeheer, duurzame mobiliteit en een gezonde leefomgeving. Denkbaar is dat naast energieknooppunten ook vanuit de het koolstof perspectief er koolstofknooppunten ontwikkeld kunnen worden waar er combinatie kansen liggen.

0.2.4 Duurzame Energie NH

Het beleid van de provincie Noord-Holland op het gebied van de opwek van duurzame energie richt zich op het realiseren van 6,3 TWh aan duurzame energieopwekking in 2030 (3,6 TWh in Noord-Holland Noord en 2,7 TWh in Zuid), met als doel in 2050 volledig CO₂-vrij te zijn. De provincie werkt hiervoor vanuit de Regionale Energiestrategieën (RES), wijst zoekgebieden voor zonne- en windenergie aan, verleent vergunningen en stimuleert meervoudig ruimtegebruik. Ze faciliteert samenwerking tussen overheden, netbeheerders, bedrijven en inwoners, ondersteunt lokale energie-initiatieven en investeert in onderzoek naar nieuwe technologieën. Door deze aanpak draagt Noord-Holland actief bij aan de energietransitie naar een duurzame, eerlijke en betrouwbare energievoorziening.

Maatschappelijke opgaven: Het Noord-Hollandse beleid voor duurzame energie draagt bij aan meerdere maatschappelijke opgaven, waaronder de energietransitie, het terugdringen van klimaatverandering en het efficiënt gebruik van ruimte en grondstoffen. Door in te zetten op zon- en

³⁰ [Noord-Holland. 'Energievisie 2.0: Keuzes voor het energiesysteem van de toekomst' \[PDF\] \(2025\)](#)

windenergie, het combineren van energieopwekking met natuur en landbouw, en het versterken van de regionale samenwerking, ondersteunt de provincie een gezonde leefomgeving, een toekomstbestendig platteland en een robuust energiesysteem. Deze aanpak sluit aan bij bredere doelen zoals circulaire economie, waterbeheer en duurzame gebiedsontwikkeling.

0.2.5 Mobiliteit NH

Op het domein mobiliteit is er divers beleid gericht op het reduceren van de uitstoot van voertuigen en mobiliteitsgedrag. Er zijn echter ook kansen die verder benut kunnen worden op het gebied van koolstofvastlegging. Om het exact te formuleren, de provincie Noord-Holland is al actief geweest in dit gebied in 2018/2019 met het inrichten van de Bosrandweg (N231)³¹ in Aalsmeer als biobased proeftuin. Hier worden biobased materialen getest voor de infrastructuur. Dit project is een goed voorbeeld van hoe de provincie een belangrijke rol speelt in het bijdragen aan de verduurzaming van de infrastructuur, terwijl tegelijkertijd de markt wordt gestimuleerd om te experimenteren en innoveren op dit gebied. Dit project staat in overeenstemming met koolstofvastleggingsmethodiek 1b: Aanplant voor Biobased (bouw)materialen (zie 1.1.). De biobased materialen in de proeftuin, zoals miscanthus en bamboe, zijn uitstekende gewassen voor het opslaan van koolstof, zowel in de bodem als in de toepassing van materialen. De CO₂ die in de bodem wordt opgeslagen, maakt deel uit van de bredere vastleggingsstrategie en de toepassing in materialen draagt bij aan het verminderen van de totale uitstoot van broeikasgassen. Daarnaast biedt het gebruik van deze materialen in de gebouwde omgeving een duurzame manier om koolstof vast te leggen, waardoor de ecologische voetafdruk verder wordt verkleind.

Maatschappelijke opgaven (Omgevingsvisie): Daarnaast draagt dit project bij aan maatschappelijke opgaven, zoals schaarste van grondstoffen en circulaire economie. Het creëren van biobased materialen voor de infrastructuur, zoals in asfalt, kan een goede strategie zijn voor het actief vastleggen van CO₂.

0.2.6 Gebouwde leefomgeving NH

In het domein gebouwde leefomgeving heeft de provincie duidelijke doelen gesteld in de provinciale Klimaataanpak, met name op het gebied van energiebesparing, duurzame bouwmaterialen, isolatie en warmtenetten. Een belangrijk speerpunt is het ondersteunen van gemeenten bij de warmtetransitie. Dit gebeurt onder andere via subsidies en het Servicepunt Duurzame Energie, dat gemeenten helpt bij het opstellen en uitvoeren van Transitievisies Warmte en wijkgerichte plannen. Op het gebied van woningbouw werkt de provincie aan het realiseren van 191.000 nieuwe woningen tussen 2022 en 2030. De focus ligt op het bouwen van toekomstbestendige woningen. Hierbij bevordert Noord-Holland circulair bouwen door het verstrekken van subsidies aan woningcorporaties voor het gebruik van biobased bouwen en secundaire materialen. Deze aanpak draagt bij aan het verminderen van primair grondstoffengebruik en stimuleert de toepassing van duurzame materialen.

Maatschappelijke opgaven: Deze beleidsstrategieën dragen bij aan de maatschappelijke opgaven Circulaire economie, grondstoffen en energiebesparing.

³¹ [Provincie Noord-Holland. 'N231 Biobased proeftuin \[online\] \(2019\)](#)

De aandachtspunten voor koolstofvastlegging gebouwde omgeving.

Bij het integreren van koolstofvastlegging binnen de gebouwde omgeving is het essentieel om biobased en circulaire bouwmaterialen grootschalig toe te passen en concurrerend te maken ten opzichte van conventionele, CO₂-intensieve materialen. Hiervoor dienen duidelijke normen en richtlijnen ontwikkeld te worden voor biobased bouwmethodieken en materialen, zoals houtbouw, hennepbeton en strobouw. Succesvolle initiatieven zoals de biobased proeftuin Bosrandweg (N231) in Aalsmeer en de Circulaire Deal Secundaire Bouwmaterialen NHN kunnen hierbij als voorbeeld dienen. Daarnaast is het belangrijk om financiële stimuleringsinstrumenten en transitiefondsen te creëren, waarbij inkomsten uit de verkoop van CO₂-certificaten als transitiegeld kunnen fungeren om de kosten van momenteel duurder biobased materialen te compenseren en opschaling te versnellen. Duidelijke certificeringstrajecten voor koolstofvastlegging in biobased materialen kunnen vertrouwen, marktacceptatie en transparantie vergroten. Tot slot verdient het monitoren en kwantificeren van koolstofopslag in materialen aandacht, zodat aantoonbare impact kan worden gerealiseerd en beleidsdoelen effectief geëvalueerd kunnen worden.

0.2.7 Industrie NH

Het beleid van Noord-Holland richt zich op het verduurzamen van de industrie met als doel de CO₂-uitstoot in 2030 met 3,2 Mton te reduceren. De provincie speelt een centrale rol door samenwerking te bevorderen, randvoorwaarden zoals energie-infrastructuur en vergunningen beschikbaar te stellen, en duurzame initiatieven te ondersteunen, zoals de verduurzaming van Tata Steel, waterstofproductie, en warmtenetten. Ook stimuleert de provincie circulaire productie, het creëren van biograndstoffen en de verduurzaming van bedrijventerreinen. Het doel is een klimaatneutrale industrie in 2050 met een robuuste en circulaire economie.

In dit pad liggen verschillende kansen voor koolstofvastlegging, met name gefocust op CCU, CCS en 5. CCS in combinatie met directe afvang van koolstof uit de lucht en oceanen en vastlegging (Direct Air/Ocean Capture and Storage DACCS en DOCCS). Onderzoekdocumenten zoals de CCU Quickscan Noordzeekanaalgebied (2022)³² en Quickscan CDR potentie AMR (2022)³³, laten de potentie zien van het hergebruik en het actief vastleggen van CO₂.

Maatschappelijke opgaven: Het beleid van Noord-Holland draagt bij aan de maatschappelijke opgaven in de Omgevingsvisie door de CO₂-uitstoot te verlagen, de circulaire economie te bevorderen, en de verduurzaming van de industrie te ondersteunen. Initiatieven zoals waterstofproductie, warmtenetten, en CO₂-afvangtechnieken helpen bij klimaatmitigatie, duurzame bedrijvigheid, en het verbeteren van de leefomgeving, wat bijdraagt aan de energietransitie en ecologische balans.

De aandachtspunten voor koolstofvastlegging industrie (CCU, CCS, DACCS, DOCCS) zijn de technologische haalbaarheid en schaalbaarheid van de technieken, de benodigde infrastructuur en opslaglocaties, de hoge kosten en de noodzaak voor financiële steun. Door de hoge vraag aan elektriciteit hangt inzet ook sterk af van de beschikbare energievoorziening en netcapaciteit, wat in regio's met netcongestie zoals Noord-Holland een serieuze belemmering vormt, tenzij dit gepaard gaat met lokale opwek, opslag, slimme fasering en koppeling aan andere opgaven. Verder zijn duidelijke

³²[Nflux, CCU Quickscan Noordzeekanaalgebied \[PDF\] \(2022\)](#)

³³[South Pole, 'Quick scan on the carbon removal potential in the Amsterdam Metropolitan Area and the North Sea Canal Area \[PDF\] \(2022\)](#)

wet- en regelgeving essentieel voor vergunningen en veiligheid, evenals maatschappelijke acceptatie en betrokkenheid van lokale gemeenschappen. Tot slot moet er aandacht zijn voor het voorkomen van "carbon leakage" en ervoor gezorgd worden dat deze technologieën aanvullende maatregelen voor emissiereductie ondersteunen.

0.2.8 Landbouw en landgebruik NH

In het domein landbouw en landgebruik zijn er duidelijke doelen gesteld voor emissiereductie in de Klimaataanpak en zijn er diverse beleidsstrategieën aanwezig voor het realiseren van deze doelen. Het Noord-Hollands Programma Landelijk Gebied (PLG) neemt verschillende koolstofvastleggingsmethodieken actief mee in het beleid. Met name de methodieken 1a. Aanplant en Herbebossing, 2. Koolstofvastlegging in de bodem, 7. Herstel van wetlands, en 8. Blauw koolstofbeheer (zie 1.1.) wordt actief meegenomen in het PLG.

De provincie streeft naar een schone en veilige productie van gezond, betaalbaar en smaakvol voedsel. Dit betekent financieel gezonde verdienmodellen voor ondernemers, maar ook doen wat goed is voor de mens en dier, het klimaat, bodem, water en biodiversiteit. Met de provinciale Voedselvisie 2020-2030³⁴ beschrijft de provincie de kansen en uitdagingen voor de weg naar een duurzaam voedselsysteem. In een duurzaam voedselsysteem liggen kansen voor koolstofvastlegging. Daarnaast richt de Bossenstrategie van Noord-Holland zich specifiek op het vergroten van de bosgebieden en het verbeteren van de vitaliteit. Dit wordt gerealiseerd door het bosareaal met 10% uit te breiden tegen 2030, 25% van de bestaande bossen te revitaliseren tegen 2035 en 300 hectare agroforestry en 50 hectare voedselbossen te ontwikkelen. Dit beleid komt overeen met de methodiek 1a. Aanplant en Herbebossing (zie 1.1.), waar actief koolstof mee vastgelegd kan worden.

Ook is er beleid en ambitie aanwezig dat zich richt op het verminderen van de uitstoot en het herstellen van veenweidegebieden. De Noord-Hollandse Regionale Veenweide Strategie 1.0³⁵ dient als een eerste verkenning voor het reduceren van broeikasgassen uit veenbodems en daaraan gekoppelde bodemdaling. Het herstellen van veenweidegebieden kan uitstoot reduceren en langdurig koolstof vastleggen.

Het herstellen en verbeteren van kustgebieden is een belangrijk aspect in de Noord-Hollandse Omgevingsvisie NH2050. Dit wordt ook meegenomen in het PPLG, waarbij het revitaliseren van Noord-Hollandse kustgebieden essentieel is voor een klimaatbestendig Noord-Holland.

Maatschappelijke opgaven: Het Noord-Hollands beleid draagt bij aan verschillende maatschappelijke opgaven, zoals klimaatverandering, bodemdaling, circulaire economie en landbouw en voedsel. Door methodieken zoals aanplant en herbebossing, koolstofvastlegging in de bodem, herstel van wetlands en blauw koolstofbeheer te integreren, ondersteunt het beleid de verduurzaming van het landelijk gebied, verbetert het de bodemkwaliteit en versterkt het de waterkwaliteit. Dit draagt bij aan het efficiënt inzetten van grondstoffen en het bevorderen van een gezonde en circulaire regio.

De aandachtspunten voor koolstofvastlegging Landbouw en landgebruik : Bij aanplant en herbebossing is het belangrijk om het hele ecosysteem in overweging te nemen, zodat een vitaal en levendig stuk natuur ontstaat. Voor inspiratie kan men kijken naar de werkwijze van de organisatie

³⁴ [Provincie Noord-Holland, "Voedselvisie 2020-2030 \[PDF\] \(2020\)](#)

³⁵ [Provincie Noord-Holland, Regionale Veenweide Strategie 1.0 \[PDF\] \(2022\)](#)

ARK Rewilding³⁶, die zich richt op het herstel en de versterking van natuurgebieden door middel van natuurlijke processen en ecologische vernieuwing.

0.3.1 Nederland

In Nederland staat mondiaal voor een aantal urgente maatschappelijke opgaven, die zowel lokaal als regionaal en nationaal spelen. Grote en complexe opgaven zoals het opvangen van de gevolgen van klimaatverandering, de verduurzaming van de landbouw en een aanzienlijke uitbreiding van het natuurareaal zijn van groot belang.³⁷ Klimaatverandering en een veranderend economisch landschap zorgen ervoor dat boeren, landeigenaren en ondernemers zoeken naar nieuwe verdienmodellen om financieel te overleven. Op ecologisch gebied zijn de waterkwaliteit en de biodiversiteit de afgelopen decennia sterk achteruitgegaan. Natuur, water en klimaat vormen de basis van de Nederlandse leefomgeving. Maar deze basis staat onder druk. Het Nationaal Klimaatplan (2023-2030) onderstreept daarom het belang van oplossingen zoals bosherstel, veengebieden en regeneratieve landbouw, maar deze worden pas echt relevant wanneer ze worden gekoppeld aan directe economische voordelen voor ondernemers.³⁸

De transitie naar een duurzame economie brengt zowel economische als ecologische uitdagingen maar ook aanzienlijke kansen met zich mee. Een van de urgente knelpunten is netcongestie. Dit belemmert de groei van industrieën die afhankelijk zijn van elektriciteit en vertraagt de energietransitie. Daarnaast speelt de afhankelijkheid van kritieke materialen een grote rol in de economie van de toekomst. Essentiële grondstoffen zoals lithium, kobalt en zeldzame aardmetalen zijn nodig voor batterijen, windmolens en andere groene technologieën, maar worden grotendeels geïmporteerd³⁹. Dit maakt Nederland kwetsbaar voor geopolitieke spanningen en prijsfluctuaties. Een circulaire groene koolstofeconomie biedt concrete mogelijkheden voor efficiënter gebruik van grondstoffen, hergebruik en recycling.

Daarnaast benadrukt een recent advies dat Nederland meer moet inzetten op actieve CO₂-verwijdering⁴⁰, zoals bodem koolstofvastlegging, biobased (bouw)materialen⁴¹ en mineralisatie, in plaats van zich uitsluitend te richten op bosaanplant.⁴² Voor boeren, projectontwikkelaars en landeigenaren ligt de sleutel in het benutten van hun grond en natuurlijke hulpbronnen op manieren die zowel inkomsten genereren als bijdragen aan een veerkrachtige bedrijfsvoering.

Waarbij sinds 2021 een nationale CO₂-heffing van kracht is, die bedrijven verplicht om te betalen voor hun CO₂-uitstoot, met als doel hen te stimuleren om te verduurzamen en emissies te reduceren⁴³. Ook werkt het ministerie van KGG aan een nationale strategie voor koolstofvastlegging als onderdeel van het nieuwe Klimaatplan 2025-2035. Deze wordt in het tweede kwartaal van 2025 verwacht. Natuurlijke koolstofvastlegging biedt een kans om economische waarde te genereren uit landbeheer,

³⁶ [ARK Rewilding. 'Process Oriented Nature Conservation' \[online\] \(2023\)](#)

³⁷ [Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties. Nationale Omgevingsvisie \[online\] \(2020\)](#)

³⁸ [M. Stańczuk-Gatwiaczek & K. Sobolewska-Mikulska. Integration of water management and land consolidation in rural areas to adapt to climate change: Experiences from Poland and the Netherlands \[online\] \(2018\)](#)

³⁹ [Rijksoverheid. Nederland gaat leveringsrisico's kritieke grondstoffen beter in de gaten houden \[online\] \(2025\)](#)

⁴⁰ [NOS. 'Uitstoters moeten nu al gaan betalen voor CO₂-verwijdering' \[online\] \(2024\)](#)

⁴¹ [Building Balance. 'Advies Interdepartementaal Opschalingsplan Biobased Bouwen \(IDOB\) '23-'30' \[pdf\] \(2023\)](#)

⁴² [NOS. 'Advies: Nederland moet CO₂ actief gaan verwijderen, niet alleen met bomen' \[online\] \(2023\)](#)

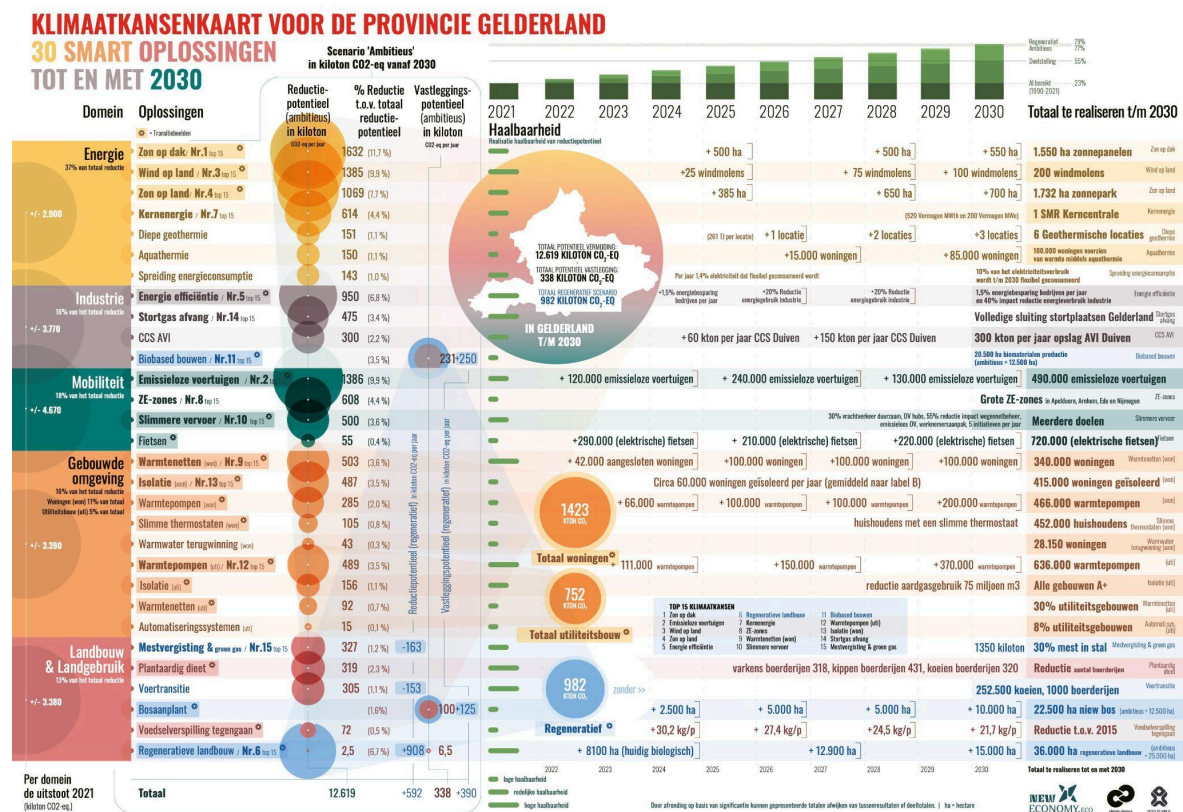
⁴³ [Rijksoverheid. 'CO₂-heffing voor industrie' \[online\] \(2021\)](#)

bouw en andere sectoren, bijvoorbeeld door het verhandelen van koolstofkredieten of het aantrekken van investeringen voor innovatieve landbouw- en natuurprojecten.

Verschillende provincies in Nederland zijn zich bewust van de mogelijkheden tot natuurlijke vastlegging en zijn aan het verkennen welke kansen relevant zijn. Voornamelijk de provincie Zuid-Holland heeft al een aantal overzichten laten maken zoals in 2023 'Technieken en kansen voor een koolstofpositieve economie 2040 Provincie Zuid-Holland'⁴⁴ en in 2024 'Carbon FikZH Inzichten en handelingsperspectieven voor een koolstof negatieve economie voor de Provincie Zuid-Holland'⁴⁵

In beide rapportages worden de urgentie, potentie en economische kansen duidelijk weergegeven. Zuid-Holland heeft een aanzienlijk potentieel voor natuurlijke koolstofvastlegging, met een geschatte capaciteit van circa 2,2 tot 12,5 Mt CO₂ per jaar, afhankelijk van de gebruikte technieken zoals agroforestry, veenvernatting en biokool. Dit potentieel impliceert een indicatieve economische waarde van €500 miljoen tot €1,25 miljard per jaar, gebaseerd op een gemiddelde koolstofmarktprijs van €100 per ton. De potentiële maatschappelijke waarde ligt echter aanzienlijk hoger, tot wel €11 miljard⁴⁶.

Zowel de provincie Gelderland als Utrecht hebben een op Project Drawdown geïnspireerde kansenkaart met duidelijke reductie- en vastleggingspotentieel.



Figuur 4. Klimaatkansenkaart voor de provincie Gelderland

⁴⁴ 'Technieken en kansen voor een koolstofpositieve economie 2040 Provincie Zuid-Holland' [online] (2023)

⁴⁵ 'Carbon Fik Zuid-Holland' [online] (2024)

⁴⁶ Zie hoofdstuk 0.1.5 Kostprijs, Marktprijs, ETS Prijs, Maatschappelijke prijs

0.3.2 Europa

Op Europees niveau biedt de Green Deal kansen voor ondernemers in de landbouwsector om te profiteren van financieringsmogelijkheden en beleidsmaatregelen die regeneratief landgebruik en circulaire landbouw stimuleren. Onderdeel van de Green Deal is de European Carbon Removal and Carbon Farming Regulation, gelanceerd in 2023 en in werking getreden op 26 december 2024. Deze richt zich op het creëren van betrouwbare koolstofkredieten die landbouwers, bouwers en andere CO₂-opruimers kunnen gebruiken om extra inkomsten te genereren⁴⁸ en waar in een latere fase ook Europese of nationale financieringsvormen aan gekoppeld kunnen worden (denk aan betaling van koolstofverwijdering vanuit ETS inkomsten of directe financiering van CO₂ vastlegging). Provincie Gelderland is lead partner in het voorwaardelijk goedgekeurde INTERREG project Agro Building Carbon (ABC), Waarin met 8 Europese regio's aan afstemming voor het regionale beleid voor CO₂ vastlegging wordt gewerkt, inclusief (de voorbereiding op) CRCF implementatie.

Daarnaast ondersteunt de EU via de Critical Raw Materials Act initiatieven die de afhankelijkheid van geïmporteerde hulpbronnen verminderen en de lokale economie versterken. Dit biedt kansen voor bedrijven en coöperaties om actief deel te nemen aan een groeiende markt voor regeneratieve en circulaire landbouw, met behoud van toegang tot belangrijke grondstoffen zoals in batterijen voor elektrische landbouwmachines.

De Land Use, Land-Use Change and Forestry (LULUCF) Regulation⁴⁹ is ontworpen om de emissies en koolstofvastlegging uit activiteiten op het gebied van landgebruik, veranderingen in landgebruik en bosbouw nauwkeurig mee te rekenen in de klimaatdoelstellingen van de EU. De LULUCF-sector omvat het gebruik van bodems, bomen, planten, biomassa en hout en is verantwoordelijk voor zowel het uitstoten als het absorberen van CO₂ uit de atmosfeer. Het doel van de wet is om de verwijderingen geleidelijk te verhogen en de emissies in de sector te verminderen.

Na de laatste wijziging is de wet afgestemd op de juridisch bindende doelstelling om de uitstoot van broeikasgassen (BKG) tegen 2030 met 55% te verminderen ten opzichte van het niveau van 1990 en de rol van de sector in klimaatmaatregelen te versterken.

De gewijzigde wet stelt een algemene EU-doelstelling vast van 310 Mt CO₂-equivalent aan netto verwijderingen in de LULUCF-sector tegen 2030. Lidstaten zijn verantwoordelijk voor het beheren en uitbreiden van hun koolstofputten om aan de nieuwe EU-doelstelling te voldoen.

0.3.3 Internationaal (COP29 - November 2024)

Tijdens COP29 in Baku, Azerbeidzjan, werd een wereldwijd marktmodel voor koolstofkredieten goedgekeurd, wat nieuwe economische kansen opent voor boeren, bouwers en landeigenaren. Het nieuwe systeem maakt het mogelijk om emissiereducties en koolstofvastlegging te verhandelen en genereert directe inkomstenstromen voor bedrijven en ondernemers die investeren in koolstofvastleggingsprojecten.⁵⁰

⁴⁸[Europese Commissie, '6 Commission Priorities for 2019-24' \[online\] \(2019\)](#)

⁴⁹[Carbon Policy Tracker, 'LULUCF Regulation' \[online\] \(2024\)](#)

⁵⁰[Reuters, 'COP29 agrees deal to kick-start global carbon credit trading' \[online\] \(2024\)](#)

Belangrijk is dat bedrijven en uitstoters nu al moeten betalen voor CO₂-emissies, wat een groeiende marktwaarde kan creëren voor innovatieve projecten, zoals regeneratieve landbouw en technologieën zoals mineralisatie. De wereldwijde koolstofmarkten bieden directe financiële prikkels voor deze initiatieven, waardoor ondernemers actief marktkansen kunnen benutten.

Volgens recente schattingen zal de totale wereldwijde koolstofmarkt tegen 2030 een waarde bereiken van \$200 tot \$250 miljard per jaar⁵¹, afhankelijk van de groei van emissiehandelssystemen (ETS), vrijwillige koolstofmarkten en Carbon Dioxide Removal (CDR)⁵². Binnen deze markt kunnen de segmenten als volgt worden verdeeld:

Compliance-markten (ETS & CO₂-beprijzing): De gereguleerde koolstofmarkten, zoals het EU Emissions Trading System (EU ETS) en soortgelijke systemen wereldwijd, worden geschat op \$100-150 miljard per jaar in 2030, afhankelijk van beleidsontwikkelingen en koolstofprijzen⁵³.

Vrijwillige koolstofmarkten (VCM): De handel in vrijwillige koolstofcredits, waarbij bedrijven compensaties kopen voor hun CO₂-uitstoot, zal naar verwachting groeien tot \$10-40 miljard per jaar⁵⁴.

Carbon Dioxide Removal (CDR): Technologieën die CO₂ actief uit de atmosfeer verwijderen, zoals Direct Air Capture en bosherstel, zullen naar schatting een marktwaarde van \$10-40 miljard per jaar bereiken⁵⁵.

Belangrijk is dat bedrijven en uitstoters nu al moeten betalen voor CO₂-emissies, wat een groeiende marktwaarde kan creëren voor innovatieve projecten, zoals regeneratieve landbouw en technologieën zoals mineralisatie. De koolstofmarkten, met een geschatte waarde van \$200- \$250 miljard per jaar in 2030⁵⁶, bieden directe financiële prikkels voor deze initiatieven, waardoor ondernemers actief marktkansen kunnen benutten.⁵⁷

De koolstofmarkten kennen een vrijwillig en een door de overheid gereguleerd (compliance) deel. Het Europese Emission Trading System (ETS) is een van de belangrijkste compliance markten ter wereld. Deze markt bestaat niet uit carbon credits voor offsetting, maar uit uitstootrechten. Grote uitstoters (in Nederland 400 bedrijven) moeten uitstootrechten kopen op de ETS markt voor elke ton CO₂ uitstoot. Het is de Europese Commissie gelukt de ETS als complex marktmechanisme beter te reguleren, met name door het aantal verhandelbare rechten te beperken waardoor de prijs voor uitstoot sinds 2018 meer dan vertienvoudigd⁵⁸ is.

⁵¹ [T. Heimann, L.S. Wähling, T. Honkomp, Expert projections on the development and application of bioenergy with carbon capture and storage technologies \[online\] \(2025\)](#)

⁵² [A. Michaelowa, M. Honegger, M. Poralla, M. Winkler, International carbon markets for carbon dioxide removal \[online\] \(2023\)](#)

⁵³ [P. Behr, S. Bleuel, C. Müller, E. Nowak, Rethinking voluntary carbon credit markets and the EU ETS: A critical review \[PDF\] \(2023\)](#)

⁵⁴ [J. Bencini, J. Delbeke, P.M. Dombrowicki, E. Marro, Policy developments in carbon markets rewarding high-quality carbon removals \[online\] \(2025\)](#)

⁵⁵ [K. Mistry, B. Carroll, T. Baker, The Time for Carbon Removal Has Come Boston Consulting Group \[PDF\] \(2023\)](#)

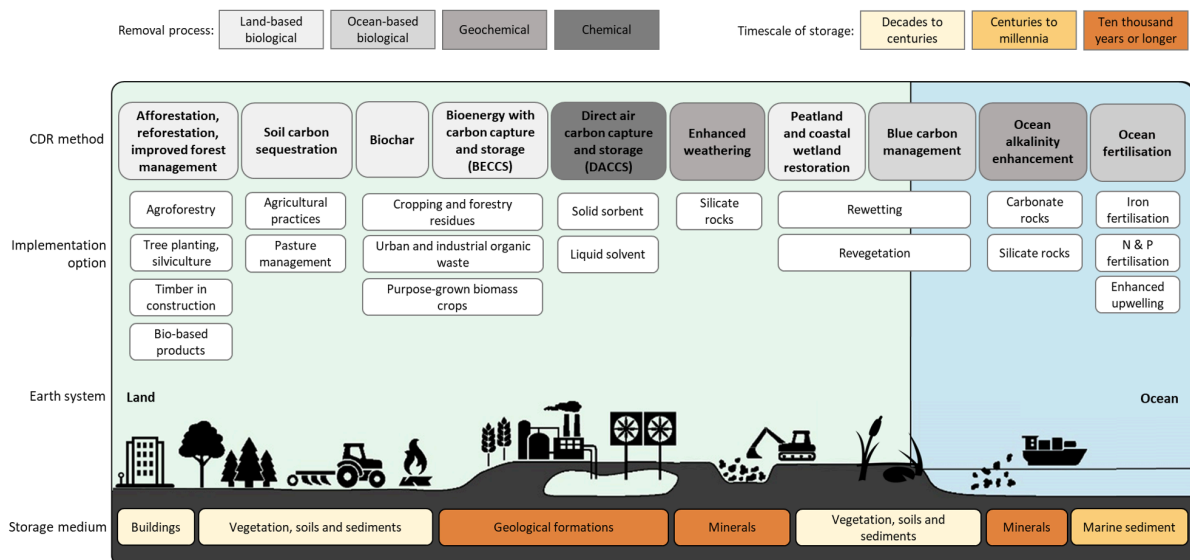
⁵⁶ [T. Heimann, L.S. Wähling, T. Honkomp, Expert projections on the development and application of bioenergy with carbon capture and storage technologies \[online\] \(2025\)](#)

⁵⁷ [Financial Times, 'Kick-start for carbon credit market after loose rules agreed at COP29' \[online\] \(2024\)](#)

⁵⁸ [Trading Economics, 'Carbon price data' \[online\] \(2024\)](#)

Het CRCF biedt als certificeringraamwerk voor vastlegging de mogelijkheid om betalingen voor vastlegging te koppelen aan de ETS inkomsten. Dit is politiek nog wel een vrij lange weg, omdat de lidstaten unaniem akkoord moeten gaan. Mocht echter zo'n koppeling of een dergelijk mechanisme tot stand komen, dan zal dat een enorme impuls zijn voor de ontwikkeling van de op vastlegging gebaseerde koolstofeconomie.

De groeiende druk om uitstoot te reduceren, eventueel compenseren⁵⁹, gecombineerd met genoemde internationale regelgeving, versterkt de positie van innovatieve technieken voor koolstofvastlegging en regeneratieve landbouw. Belangrijk is om op te merken dat bedrijven nu nog niet hoeven te betalen voor CO₂-verwijdering hoewel dit een urgent advies is.⁶⁰ Als zo'n verplichting tot stand komt dan biedt deze boeren en ondernemers niet alleen toegang tot nieuwe markten, maar ook mogelijkheden om bij te dragen aan een toekomstbestendige economie.



Figuur 6. Bron: [IPCC, AR6, WG3, Chapter 12: Cross-sectoral perspectives \[online\] \(2022\), aangepast van Minx et al. \(2018\)](#)

0.4 Waarom de IPCC-indeling als leidraad?

De IPCC-indeling is gekozen vanwege de brede scope en robuuste wetenschappelijke basis. Ze bieden een gestructureerde aanpak om de verschillende mogelijkheden voor koolstofverwijdering te analyseren, met aandacht voor zowel natuurlijke als technologische processen. De belangrijkste redenen voor deze keuze zijn:

1. Wetenschappelijke onderbouwing: De IPCC-methoden zijn ontwikkeld op basis van het nieuwste wetenschappelijke inzicht en worden wereldwijd erkend.
2. Relevantie voor beleid: Ze sluiten nauw aan bij beleidsinitiatieven zoals de Europese Green Deal, het Nederlandse klimaatbeleid en internationale duurzaamheidsdoelen (SDG's).

⁵⁹ zie 3.3.1 Richtlijnen kopers koolstofkredieten

⁶⁰NOS. 'Uitstoters moeten nu al gaan betalen voor CO₂-verwijdering' [online] (2024)

3. Brede toepasbaarheid: De methoden dekken een scala aan technieken, van herbebossing en bodemvastlegging tot innovatieve oplossingen zoals oceanische alkaliniteit en biokool.

0.5 Belangrijkste bronnen voor deze analyse

Deze analyse staat niet op zichzelf, maar bouwt voort op meerdere jaren van beleidsontwikkeling en onderzoek binnen de Nederlandse, Europese en wereldwijde context. Het IPCC biedt een kader op basis van de wereldwijde wetenschappelijke consensus. Onder andere deze bronnen zijn gebruikt om de methodes en het potentieel⁶¹ voor natuurlijke koolstofvastlegging in Nederland te bepalen. De belangrijkste Nederlandse en Europese bronnen voor dit document zijn:

- [PBL](#), 'Negatieve emissies - Technisch potentieel, realistisch potentieel en kosten voor Nederland' [[online](#)] (2018).
- [CE Delft](#), 'Koolstofverwijdering voor klimaatbeleid' [[PDF](#)] (2023).
- [Ecorys](#), 'Methodes voor CO₂-verwijdering' [[PDF](#)] (2023).
- [Meyer-Ohlendorf, M., et al.](#), 'EU 2040 Climate Target and Framework: The Role of Carbon Removals' [[PDF](#)] (2023).
- [Bundes Umweltamt](#), 'The EU Carbon Removal Certification Framework: Options for using certified removal units and funding mitigation activities' [[PDF](#)] (2024).
- [Provincie Zuid-Holland](#), 'Negatieve emissies - Technisch potentieel, realistisch potentieel en kosten voor Nederland' [[PDF](#)] (2024).
- [Natuur & Milieu](#), 'Visie op koolstofverwijdering. Een overzicht van de verschillende methodes en een scenario voor de ontwikkeling van koolstofverwijdering in Nederland' [[PDF](#)] (2024).
- [WKR](#), 'Clearing the Air. Advice on principles and policy for managing CDR from the atmosphere' [[PDF](#)] (2024).
- [Wetenschappelijke Klimaatraad](#), 'Verantwoord inzetten van tijdelijke CO₂-verwijdering' [[PDF](#)] (2024-2025).
- [European Scientific Advisory Board on Climate Change](#), 'Scaling up carbon dioxide removals - Recommendations for navigating opportunities and risks in the EU' [[PDF](#)] (2025).

0.6 Gebruikerssystemen

De toepassing van natuurlijke koolstofvastlegging kan worden verdeeld over zes primaire gebruikerssystemen:

A. Landgebruikers en natuurbeheerders spelen een cruciale rol in de directe uitvoering van koolstofvastlegging. Boeren passen regeneratieve landbouw en agroforestry toe, terwijl bosbeheerders zich richten op duurzaam beheer en herbebossing. Kustbeheerorganisaties werken aan het herstel van veengebieden, zeegrasvelden en mangroves, en voedselbossen combineren landbouw met bosbeheer voor langdurige CO₂-opslag. Ondersteunende systemen zijn onder meer de *Cool Farm Tool* (coolfarmtool.org) en certificeringsplatforms zoals *Plan Vivo* (planvivo.org).

⁶¹ Zie ook [1.10 De potentie en waarde van natuurlijke koolstofvastlegging](#)

B. Financiële actoren en inkoop bij organisaties stimuleren de markt voor koolstofvastlegging. Investeerders bieden kapitaal voor innovaties zoals Direct Air Capture, terwijl banken en pensioenfondsen duurzaamheid opnemen in hun investeringscriteria. Overheden verstrekken subsidies en kopen removal credits op, terwijl inkoopstrategieën bij bedrijven bijdragen aan emissiereductie. Certificeringssystemen zoals *Verra* (verra.org) en *Gold Standard* (goldstandard.org) waarborgen de betrouwbaarheid, terwijl fondsen zoals het *EU Innovation Fund* (climate.ec.europa.eu) financiering bieden.

C. Overheden en beleidsmakers ontwikkelen kaders en regelgeving. Op nationaal niveau werken ministeries zoals LNV en I&W aan de *Bossenstrategie* en circulaire bouwinitiatieven zoals *Building Balance*. Lokaal ondersteunen gemeenten natuurherstel en voedselbossen, terwijl de EU beleidskaders biedt zoals de *Green Deal*. Monitoring gebeurt onder andere via het *Copernicus-programma* (copernicus.eu).

D. Bedrijven en industrie implementeren biobased en circulaire oplossingen. Afvalverwerkers zetten biowaste om in biokool, bouwbedrijven gebruiken hennep en hout, en productiebedrijven ontwikkelen materialen met CO₂-vastlegging. Certificeringssystemen zoals *BREEAM* (breeam.com) en de *Green Deal Circulair Inkopen* (mvnederland.nl) ondersteunen deze transitie.

E. Gemeenschappen en maatschappelijke organisaties bevorderen lokale initiatieven voor natuurherstel. Bewonersverenigingen zetten voedselbossen op, lokale gemeenschappen nemen deel aan herbebossing, en NGO's zorgen voor bewustwording en technische ondersteuning. Netwerk en kennis organisaties zoals *Stichting Climate Cleanup* (climatecleanup.org) organiseren, verbinden en verbeteren de kennis omtrent (natuurlijk) koolstof verwijdering. Platforms zoals het *Open Forest Protocol* (openforestprotocol.org) en financieringsprogramma's zoals *Groene Buurten* (groenebuurt.nl) ondersteunen deze initiatieven.

F. Onderzoekers, technologie- en kennisontwikkelaars dragen bij aan innovatie, transitiekunde en monitoring. Universiteiten en onderzoeksinstituten onderzoeken mineralisatie en blauwe koolstof, terwijl technologiebedrijven DAC en oceaan-opslagmethoden ontwikkelen. Systemen zoals *Space4Good* (space4good.com) en remote sensing-tools zoals *Pachama* (pachama.com) verbeteren transparantie en effectiviteit., financiering via *Horizon Europe* (ec.europa.eu) innovaties stimuleert.

0.7 Aanpak van de marktverkenning

Voor het beantwoorden van de vraag naar de kansen en uitdagingen binnen de koolstofmarkt en certificeringsprogramma's is gewerkt met een Ist - Soll - Gap aanpak:

Ist: Ten eerste is de huidige stand van de koolstofmarkt en certificeringsprogramma's in Nederland in kaart gebracht. Dit omvat een analyse van bestaande initiatieven, regelgeving en marktmechanismen die koolstofvastlegging ondersteunen. Daarnaast is gekeken naar de rol van decentrale overheden, de toepassing van koolstofkredieten en de invloed van vrijwillige en gereguleerde koolstofmarkten. Hierbij is gebruikgemaakt van bestaande publicaties van organisaties zoals PBL, ECORYS en Metabolic, aangevuld met marktgegevens en inzichten uit lopende initiatieven en pilots.

Soll: Vervolgens is onderzocht welke modellen zorgen voor een effectieve koolstofmarkt en hoe deze eruit zou kunnen zien. Hierbij is gekeken naar de invloed van relevante EU-ontwikkelingen, innovatieve certificeringsprogramma's en de rol van beleidsmaatregelen en financiële instrumenten die de opschaling kunnen versnellen. Dit omvat bijvoorbeeld het gebruik van nieuwe verdienmodellen, garantiesystemen en financieringsmechanismen die de betrouwbaarheid en impact van koolstofverwijdering versterken.

Gap: Tot slot is geanalyseerd welke hiaten er bestaan tussen de huidige situatie en de gewenste toekomst. Dit omvat een inventarisatie van beleidsmaatregelen, samenwerkingsverbanden en investeringen die nodig zijn om een robuuste en eerlijke koolstofmarkt te ontwikkelen. De vergelijking tussen de IST- en SOLL-situatie biedt een handelingsperspectief voor decentrale overheden om klimaatdoelen te behalen. Daarnaast biedt een verzameling praktijkvoorbeelden uit Nederland, Europa en wereldwijd inspiratie voor regionale beleidsontwikkeling en programma's die bijdragen aan een effectieve inzet van koolstofkredieten en marktmechanisme

0.8 Andere vormen van CO₂-opvang en -gebruik (CCU) buiten scope van deze verkenning

Hoewel de focus van dit traject ligt op koolstofvastlegging, zijn er andere vormen van CO₂-opvang en -gebruik (CCU) die buiten de scope van deze marktverkenning vallen. Deze methoden worden vaak gekoppeld aan natuurlijke en industriële koolstofvastlegging in beleid en markten, maar richten zich op hergebruik van CO₂ in plaats van permanente verwijdering.

Koolstofafvang en -gebruik (CCU) verwijst naar processen waarbij CO₂ wordt opgevangen en vervolgens hergebruikt in industriële toepassingen, zoals de productie van synthetische brandstoffen, kunststoffen of andere chemische producten⁶². Naast de traditionele CCU-methoden zijn er ook innovatieve technieken die CO₂ als grondstof benutten:

- Microbiële CO₂-conversie: Bepaalde bacteriën en algen kunnen CO₂ omzetten in biobrandstoffen, eiwitten of biochemische grondstoffen. Dit proces wordt gebruikt in biotechnologische en circulaire productieprocessen⁶³.
- Elektrochemische CO₂-reductie: CO₂ kan via elektrochemische processen worden omgezet in methanol, ethanol of andere chemische bouwstenen, die kunnen worden ingezet in de chemische industrie of als energieopslagmedium⁶⁴.
- CO₂-gebruik in beton en cement: CO₂ kan worden geïnjecteerd in beton en cement, waarbij het reageert met calcium- en silicaatcomponenten om stabiele carbonaatverbindingen te vormen. Dit verlaagt de CO₂-voetafdruk van de bouwsector en draagt bij aan duurzame bouwmaterialen⁶⁵.

Hoewel deze methoden geen directe bijdrage leveren aan permanente koolstofvastlegging, spelen ze een rol in emissiereductie en het circulair benutten van koolstof. Hun impact hangt af van de mate waarin het hergebruik van CO₂ daadwerkelijk leidt tot minder fossiele uitstoot in de productieketen.

⁶² [K. Andersson, *Current status of carbon capture, utilization, and storage technologies in the global economy: A survey of technical assessment* \[online\] \(2023\)](#)

⁶³ [R. Mahmoudi Kouhi, *Carbon Utilization Technologies & Methods* \[PDF\] \(2024\)](#)

⁶⁴ [K. de Kleijne, S.V. Hanssen, L. van Dinteren, *Limits to Paris compatibility of CO₂ capture and utilization* \[PDF\] \(2022\)](#)

⁶⁵ [S.N. Ahmad, *Life Cycle GHG Emissions of Mineralization and Carbon Utilization Research Perspectives* \[PDF\] \(2024\)](#)

0.9 Kader

De resultaten van het onderzoek zijn afkomstig van diverse bronnen. In de reguliere tekst staan verwijzingen naar de onderliggende documenten opgenomen in voetnoten. Daarnaast zijn er diverse relevante zaken opgenomen in kaders met elk een eigen kleur, afhankelijk van het type.

De legenda hiervoor is:

Uitleg kader

Voorbeelden

Natuurlijke vastlegging voorbeelden (best-practices en voorbeelden, NL EU en Wereldwijd)

Technische vastlegging voorbeelden (best-practices en voorbeelden, NL EU en Wereldwijd)

Opvallende zaken (Belangrijke en opvallende zaken)

0.10 Begrippenlijst

De Begrippenlijst is opgenomen in hoofdstuk 5 vanaf pagina 121. Deze is bewust aan het einde van het document geplaatst om de vindbaarheid te vergemakkelijken, zowel digitaal als in een eventuele papieren versie. Hierdoor kunnen lezers de lijst eenvoudig raadplegen zonder de leesstructuur van het document te onderbreken.

1. Huidige vastleggingactiviteiten




1.1 Afbakening koolstofvastleggingmethoden en voorbeelden

De IPCC-indeling is gekozen vanwege de brede scope en robuuste wetenschappelijke basis. Ze biedt een gestructureerde aanpak om de verschillende mogelijkheden voor koolstofverwijdering te analyseren, met aandacht voor zowel natuurlijke als technologische processen. Deze analyse richt zich op de 10 methoden van natuurlijke (groen), deels technische (groen-grijs) en technische (grijs) koolstofvastlegging, zoals gedefinieerd door het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).



Per methodiek is eerst een korte uitleg, gevolgd door groen of grijs kader met praktijkvoorbeelden van beleid, activiteiten en/of projecten. Hieronder een voorbeeld:

Praktijkvoorbeelden: methodiek


Voorbeeld groene kader

Daarna volgt een Noord-Hollands geel kader met daarin relevante activiteiten (beleid en praktijkvoorbeelden) die al een correlatie hebben met de betreffende vastleggingmethodiek. Indien het natuurlijke (groene) vastlegging betreft, wordt dit aangeduid met ; indien het technologische (grijze) vastlegging betreft, met . Als er relevante praktijkvoorbeelden gevonden zijn, worden deze aangegeven met  (groen) en  (grijs). Indien van toepassing worden kansrijke acties of aandachtspunten weergegeven met een oranje stip  (kansrijk - lopende acties uitbreiden). Waar kansen zijn maar nog geen beleid of activiteiten aanwezig zijn, wordt dit aangegeven met een paarse stip  (kansrijk - acties starten).

Na het Noord-Hollands gele kader volgt er een Utrechts Rood kader en uiteindelijk een Gelderlands Blauw kader met dezelfde inhoudelijke structuur ter inspiratie wat er in de andere provincies gebeurt.

  **Relevante beleidsmaatregelen in de regio Noord-Holland die aansluiten bij deze koolstofvastleggingmethodiek.**

  **Relevante praktijkvoorbeelden in de regio Noord-Holland.**

 **Kansrijk - lopende acties uitbreiden: Er is nog geen officieel beleid, maar dit kan goed bijdragen aan deze koolstofvastleggingmethodiek.**

 **Kansrijk - acties starten: Er is nog geen actief beleid gericht op koolstofvastlegging via deze methodiek.**

 **Lijkt niet mogelijk.**

1a. Aanplant en herbebossing (Afforestation and Reforestation) *Natuurlijk (groen)*

Het planten van nieuwe bossen (*afforestation*) en het herstellen van gedegreerde bossen (*reforestation*) zijn bewezen methoden voor koolstofvastlegging door middel van fotosynthese. Deze aanpak draagt niet alleen bij aan CO₂-opslag in vegetatie en bodems, maar ook aan biodiversiteitsherstel en een beter tegen klimaatverandering bestaande natuur.

Vormen: Herbebossing, bescherming van oude bossen, agroforestry en voedselbossen.

Beleid: In lijn met de Nederlandse Bossenstrategie⁶⁶ en de EU Biodiversiteitsstrategie 2023.⁶⁷

Potentieel: 0,4 Mton CO₂ per jaar bij toename van landschapselementen tot 1% van het landbouwoppervlak. 0,1 Mton CO per jaar bij implementatie van 25.000 hectare agroforestry.

I. Praktijkvoorbeelden: Aanplant en herbebossing (Afforestation and Reforestation) *Natuurlijk (groen)*

Nederland – De Jonge Voedselbosboeren (dejongevoedselbosboeren.nl)

Dit initiatief helpt jonge boeren bij de aanleg van voedselbossen, een vorm van agroforestry die CO₂ opslaat en tegelijkertijd de bodemkwaliteit en biodiversiteit verbetert. Voedselbossen combineren natuurlijke koolstofvastlegging met duurzame landbouw, waardoor ze zowel ecologische als economische voordelen opleveren.

Europa – EcoTree (ecotree.green)

EcoTree stimuleert duurzaam bosbeheer en herbebossing in Europa door bedrijven en particulieren te laten investeren in bomen. Dit leidt tot langdurige koolstofopslag in bos-ecosystemen, terwijl het tegelijk de biodiversiteit bevordert en bossen economisch levensvatbaar houdt.

Wereldwijd – Trees for All (treesforall.nl)

Trees for All zet zich in voor herbebossing en bosbescherming wereldwijd. Door CO₂-vastlegging te koppelen aan lokale sociale projecten, zoals duurzame landbouw en ecotoerisme, draagt het niet alleen bij aan klimaatmitigatie maar ook aan economische stabiliteit in kwetsbare regio's.


⁶⁶Rijksoverheid en provincies, [Uitwerking ambities en doelen landelijke Bossenstrategie en beleidsagenda 2030 \[pdf\] \(2020\)](#)

⁶⁷Europese Commissie, [The Habitats Directive \[online\] \(2015\)](#)

Relevante activiteiten die aanwezig zijn in de regio Noord-Holland en een correlatie hebben met Aanplant en herbebossing

Noord-Holland (Actief beleid) - Klimaataanpak Noord-Holland (www.noord-holland.nl)

Dit programma bespreekt onder andere de provinciale focus op het aanplanten van bomen, oftewel het realiseren van de Nationale Bossenstrategie. Dit draagt ook bij aan de koolstofopslag in de provincie.

 **Kansrijkheid:** De provinciale aanpak voor de Nationale Bossenstrategie wordt uitgewerkt binnen het integrale kader van het Programma Landelijk Gebied en deze Klimaataanpak. Binnen beide kaders is het één van de doelen, wellicht helpt het apart meer aandacht te besteden aan de inzet op koolstofvastlegging en de combinatie-kansen die dat oplevert.

Noord-Holland (Inactief beleid, maar inhoudelijk nog relevant) - Provinciaal Programma Landelijk Gebied (PPLG) (www.noord-holland.nl)

De provincie beschrijft in het programma de doelstellingen en de activiteiten die bijdragen en het aanplanten van nieuwe bossen, zowel in het NNN als buiten het NNN. Daarnaast bespreekt het doelstellingen en activiteiten die bijdragen aan het herstellen en herbebossen van bestaande natuurgebieden en de aanleg van nieuwe natuur.

Noord-Holland (Actief beleid) - Korte Termijn Agenda Landelijk Gebied Noord-Holland 2025-2027 (www.noord-holland.nl)

Het programma stimuleert bosaanplant en herbebossing via uitvoering van de Bossenstrategie en groenblauwe dooradering (GBDA). De provincie zet in op 107 ha nieuw bos, boscompensatie en bomen buiten het bos. Via de GBDA worden landschapselementen zoals houtwallen en natuurvriendelijke oevers gerealiseerd, in samenwerking met agrariërs en gericht op biodiversiteit, klimaat en waterkwaliteit.

Noord-Holland (Actief Uitvoeringsbeleid) - 40 Hectare aan nieuw bos⁶⁸

De provincie Noord-Holland gaat samen met gemeenten en waterschappen ongeveer 40 hectare aan nieuw bos aanleggen en stelt hiervoor in 2025 de subsidieregeling boscompensatie opnieuw open. Deze heropening vindt plaats binnen het landelijke Programma Natuur en is bedoeld om bos dat in Natura 2000-gebieden is of wordt gekapt ten behoeve van het behalen van natuurdoelen, elders buiten natuurgebieden te compenseren. Dit betreft de uitvoering van een afspraak uit de Bossenstrategie..

Noord-Holland (Praktijk) - Staatsbosbeheer/Trees for All Project 'De Weelen' (treesforall.nl)

De Weelen is een unieke, natuurlijke plek met een gevarieerd landschap van weilanden, bosjes, eilandjes en water, waar Trees for All samen met Staatsbosbeheer en het Buitenfonds 18.546 bomen plant om het gebied te verrijken en veerkrachtiger te maken voor flora en fauna.

⁶⁸[Provincie Noord-Holland 'Provincie, gemeenten en waterschappen werken aan nieuw bos in Noord-Holland \[online\] \(2025\)](#)

● **Noord-Holland (Praktijk) - MeerBomenNu (www.MeerBomen.Nu)**

De campagne Meer Bomen Nu is gestart in Haarlemmermeer, nu landelijk en zelfs internationaal actief. Mede door de financiële bijdrage vanuit de provincie en diverse gemeenten en samenwerking met steeds meer terreinbeheerders begint er een community op te bouwen voor het oogsten van zaailingen die op de verkeerde plek staan en ze elders plek te geven. Komend seizoen wordt de samenwerking voortgezet vanuit de Klimaataanpak gericht op het versterken van de samenhang van de klimaat- en biodiversiteitsopgave en het bieden van handelingsperspectief aan betrokken inwoners.

● **Noord-Holland (Praktijk) – Climate Cleanup Foundation (www.climatecleanup.nl)**

Climate Cleanup stimuleert land-based carbon removal met tools en certificering om CO₂-opslag in natuurlijke systemen inzichtelijk te maken en financieel te waarderen, zoals via het Land-Based Storage-protocol voor natuurlijke klimaatoplossingen.

● **Kansrijkheid: Climate Cleanup ontwikkelt meetmethoden voor CO₂-opslag in land-based systemen en ondersteunt de certificering van deze opslag via het ONCRA-systeem. Deze aanpak sluit goed aan bij de provinciale ambities voor circulaire economie en duurzame ontwikkeling.**

Relevante activiteiten die aanwezig zijn in de regio Utrecht en een correlatie hebben met: 1a. Aanplant en herbebossing.

■ **Utrecht (Actief beleid) - Omgevingsvisie Provincie Utrecht (www.provincie-utrecht.nl)**

De Utrechtse Omgevingsvisie beschrijft het toekomstbeeld voor de provincie. Hierbij focust de provincie op een klimaatrobuuste regio met een gerevitaliseerde natuur. Maatregelen komen goed overeen met koolstofvastleggingmethodes.

■ **Utrecht (Actief beleid) - Klimaataanpak Utrecht (www.provincie-utrecht.nl)**

De Utrechtse klimaataanpak beschrijft de focus van de provincie op het aanleggen van 1500 hectare nieuw bos en het revitaliseren van bestaand bos, conform de landelijke bossenstrategie. Dit is verder uitgewerkt in het UPLG en het Strategisch Bosbeleid. Dit beleid draagt bij aan de koolstofopslag in de regio.

■ **Utrecht (Actief beleid) - Strategisch Bosbeleid (www.provincie-utrecht.nl)**

Het Utrechtse bosbeleid zet actief in op het creëren van nieuw en het revitaliseren van bestaand bos. Hierbij wordt ook actief het vastleggen van CO₂ door aanplant en herbebossing meegenomen in het beleid.

● **Kansrijkheid: Al is er wel actief beleid op aanplant van nieuw bos. Er zijn nog kansen voor het certificeren en monitoren van het opslaan van koolstof. Zie h2 en h3 voor meer informatie.**

■ **Utrecht (Inactief beleid, maar inhoudelijk nog relevant) - Utrechts Programma Landelijk Gebied (www.provincie-utrecht.nl)**

Het beleidsprogramma beschrijft onder andere de maatregelen om het bosareaal van de provincie te vergroten en groenblauwe dooradering te verbeteren. Hierbij wordt ingezet op het aanplanten en

herstellen van bos, dit komt goed overeen met de methode voor koolstofvastlegging.

■ Utrecht (Actief beleid) - Bodem- en Waterprogramma 2022 -2027

www.provincie-utrecht.nl

Het programma gaat over duurzaam gebruik van de ondergrond, circulariteit, schoon oppervlaktewater, schone bodem en schoon grondwater, voldoende water, waterveiligheid en energie uit bodem en water. Ook actuele vraagstukken zijn onderdeel van het programma. Een gezonde ondergrond draagt bij aan natuurherstel en daarbij horende koolstofvastlegging.

■ Utrecht (Actief beleid) - Aanpak Biodiversiteit in Stad en Dorp (BiSD)

www.provincie-utrecht.nl

De provincie beschrijft de doelstelling voor het toevoegen van natuur en biodiversiteit in de gebouwde omgeving.

■ Utrecht (Actief beleid) - Realisatiestrategie Natuuropgave Provincie Utrecht

www.provincie-utrecht.nl

Het beleidsstuk beschrijft de maatregelen en doelstellingen om natuur versneld te realiseren in de provincie Utrecht. Hierbij wordt ook gefocust op de nationale NNN opgave en de regionale 'Groene Contour' opgave, waar de provincie 3000 hectare natuur wil realiseren.

■ Utrecht (Actief beleid) - Visie Agrarisch Natuurbeheer (www.provincie-utrecht.nl)

In het beleidsstuk omschrijft de provincie de visie op een natuurinclusieve landbouw, waar ook al wordt beschreven hoe dit bij kan dragen aan koolstofvastlegging in het landschap en bodem.

■ Utrecht (Actief beleid) - Natuurbeheerplan 2025 Provincie Utrecht (www.provincie-utrecht.nl)

Het Natuurbeheerplan geeft inzicht in de beleidsdoelen en subsidiemogelijkheden voor het ontwikkelen en beheren van natuurgebieden in de provincie Utrecht, evenals voor agrarisch natuur- en landschapsbeheer. Het plan biedt de richtlijnen voor het aanvragen van subsidies en dient als beoordelingskader voor de ingediende aanvragen.

● Kansrijkheid: In het Natuurbeheerplan wordt natuurlijke koolstofvastlegging nog niet meegenomen. Er liggen kansen om dit actief mee te nemen in beleid.

■ Utrecht (Actief beleid) - Uitvoeringsprogramma Klimaatadaptatie 2025-2028

www.provincie-utrecht.nl

Het beleid Klimaatadaptatie van de provincie Utrecht stimuleert aanplant en herbebossing als onderdeel van de bredere strategie om de regio beter bestand te maken tegen klimaatverandering. Dit omvat het aanleggen van nieuw bos en het revitaliseren van bestaande bossen, met als doel CO₂-opslag te bevorderen, de biodiversiteit te versterken en de ecologische veerkracht te vergroten.

● Kansrijkheid: Koolstofvastlegging actief meenemen als klimaatadaptatieve maatregel. Natuurlijke vastleggingsmethodes dragen ook bij aan maatschappelijke opgaven.

■ Utrecht (Handreiking) - Beleid Natuurinclusief Bouwen en Inrichten voor Gemeenten

www.provincie-utrecht.nl

Deze handreiking beschrijft hoe gemeenten maatregelen kunnen nemen voor natuurinclusief bouwen

en inrichten. Deze maatregelen dragen bij aan het stimuleren van de natuur en biodiversiteit. Daarnaast komt dit goed overeen met natuurlijke koolstofvastleggingsmethodes.

● Utrecht (Voorbeeld in ontwikkeling) – Agricycling-initiatief

(<https://wieland/agricycling-in-utrecht> en Memorandum Document UTSP-245842952-1317)

Er is een lokaal initiatief gestart om via *Agricycling* berm- en natuurmaaisel regionaal te verwerken tot compost op boerderijen. Deze compost verbetert de bodemstructuur en verhoogt het organisch stofgehalte, wat bijdraagt aan koolstofvastlegging in de bodem. Momenteel wordt in Stichtse Vecht een coöperatie opgericht, naar voorbeeld van het succesvolle Friese model. Provinciale teams Landbouw en Circulair zijn betrokken, en er loopt een EIP-subsidieaanvraag om het initiatief verder te ondersteunen. De rol van de provincie is nog faciliterend, een formeel beleidskader is nog niet vastgesteld.

Relevante activiteiten die aanwezig zijn in de provincie Gelderland en een correlatie hebben met: 1a. Aanplant en herbebossing.

■ Gelderland (Actief beleid) - Omgevingsvisie Gaaf Gelderland (www.gelderland.nl)

In de Gelderse Omgevingsvisie beschrijft de provincie de ambitie om het huidige Gelders Natuurnetwerk te beschermen en te versterken door ecologische verbindingen robuuster te maken. Ook is er de ambitie om de provincie klimaatadaptiever te maken door bos in huidige natuurgebieden te herstellen en te diversifiëren.

■ Gelderland (Actief beleid) - Gelders Programma Klimaat 2021-2030 (www.gelderland.nl)

In het beleidsprogramma wordt op het domein van landbouw en landgebruik gefocust op maatregelen die het huidige areaal aan bos in de provincie uitbreiden en regenereren. Op ongeveer 15 procent van het bosoppervlak zijn in meer of mindere mate maatregelen nodig om de bossen weerbaarder te maken tegen klimaatverandering. Maatregelen in het Klimaatprogramma focussen op het actief vastleggen van koolstof met aanplant en herbebossing.

● Kansrijkheid: De provincie heeft de doelstelling om actief bij te dragen aan koolstofvastlegging. Dit kan verder bevorderd worden met goed ontwikkelde beleidsinstrumenten voor monitoring en certificering.


■ Gelderland (Actief beleid) - Uitvoeringsprogramma Bomen en Bos (www.gelderland.nl)

In het uitvoeringsprogramma wordt de doelstelling omschreven voor het herstellen en diversifiëren van het huidige Gelders bos. Daarnaast focust het programma op het realiseren van meer bomen in stedelijk en landelijk gebied, zowel binnen als buiten het Gelders Natuur Netwerk (GNN).

● Kansrijkheid: De provincie heeft de doelstelling om actief bij te dragen aan koolstofvastlegging. Dit kan verder bevorderd worden met goed ontwikkelde beleidsinstrumenten voor monitoring en certificering.

Gelderland (Actief beleid) - Coalitieakkoord 2023-2027 (www.gelderland.nl)

In het Coalitieakkoord stelt de provincie het doel om aandacht te besteden aan de biodiversiteit buiten vastgelegde natuurgebieden om natuurdoelen te halen. Daarnaast verwelkomt de provincie ook natuurontwikkeling buiten vastgestelde natuurgebieden door grondeigenaren.

 **Kansrijkheid: Ontwikkel een beleidsinstrument met duidelijke certificering en effectieve monitoring, waarmee grondeigenaren worden beloond voor het realiseren van aanplant en herbebossing op hun terrein.**

Gelderland (Inactief beleid, maar inhoudelijk nog relevant) - Vitaal Landelijk Gebied Gelderland (www.gelderland.nl)

Het VLGG stimuleert in het kader van aanplant en herbebossing de uitbreiding van bos en natuur op agrarische gronden, vooral nabij natuurgebieden, en bevordert natuurinclusieve landbouw en agrarisch natuurbeheer als onderdeel van het herstel van biodiversiteit en ecologische verbindingen in het landelijk gebied.

 **Kansrijkheid: Het actief vastleggen van koolstof kan een extra verdienmodel worden voor boeren via certificering.**

Gelderland (Actief beleid) - Natuurbeheerplan 2025 (www.gelderland.nl)

Het Gelderse Natuurbeheerplan 2025 ondersteunt aanplant en herbebossing door het bieden van subsidies voor natuurbeheer en -ontwikkeling binnen het Gelders Natuurnetwerk (GNN). Het plan richt zich op het verbeteren van de biodiversiteit en het versterken van ecologische verbindingen. Daarnaast zijn er initiatieven zoals het Herstelprogramma Bossen, dat inzet op het herstel van bosbodems en de uitbreiding van loofbossen, en projecten zoals de aanplant van bomen en struiken om het landschap te vergroenen.

Gelderland (Actief beleid) - Herstelprogramma Bossen (www.gelderland.nl)

Het Herstelprogramma Bossen richt zich op herstel en uitbreiding van oude loofbossen op de Veluwe met inheems plantmateriaal. Door het verwijderen van exoten, beperken van houtoogst en schade door wilde dieren wordt de biodiversiteit versterkt en voldaan aan Natura 2000-doelen.

Gelderland (Actief beleid) - Uitvoering Specifieke Uitkering Programma Natuur (SPUK) (www.gelderland.nl)

Via het SPUK-programma kunnen grondeigenaren en erfpachters in Natura 2000-gebieden subsidie aanvragen voor natuurherstel, bestrijding van invasieve exoten en revitalisering van bos. Ook landgoedeigenaren kunnen ondersteuning krijgen voor het opstellen van de aanvraag. Het doel is om de natuur weerbaarder te maken tegen stikstof en bij te dragen aan duurzaam herstel.

Gelderland (Praktijk) - Voedselbos Lingehout (www.voedselboslingehout.nl)

Voedselbos Lingehout is een coöperatief voedselbos van 12 hectare in Geldermalsen dat sinds 2022 in ontwikkeling is. Zonder gebruik van bestrijdingsmiddelen of kunstmest verandert een voormalig leeg veld in een productief en levendig voedselbos, mede dankzij de inzet van particulieren. Het bos combineert voedselproductie met educatie en activiteiten rondom duurzaamheid en natuur. Voor de koolstofopslag is het project gecertificeerd via ONCRA.

Ib Aanplant voor Biobased (bouw)materialen Natuurlijk (groen)

Biobased bouwmaterialen en bijbehorende teeltmethoden dragen bij aan koolstofvastlegging, zowel bovengronds in de materialen zelf als ondergronds in de bodem. Het is echter belangrijk op te merken dat het exacte percentage CO₂ dat in de bodem blijft opgeslagen varieert en afhankelijk is van diverse factoren, zoals bodemtype, klimaat en landbouwpraktijken.

Door biobased materialen toe te passen in constructies en isolatie, wordt niet alleen CO₂ opgeslagen, maar wordt ook de vraag naar fossiele en energie-intensieve bouwmaterialen zoals beton en staal verminderd.

Bovengrondse koolstofvastlegging in biobased materialen: Biobased gewassen zoals hout, hennep en stro nemen tijdens hun groei CO₂ op via fotosynthese. Op droge massa bestaat ongeveer 50% van deze biomassa uit koolstof. Wanneer deze materialen worden verwerkt in bouwtoepassingen, blijft de vastgelegde koolstof opgeslagen zolang het materiaal in gebruik blijft – wat kan variëren van enkele tientallen jaren tot meer dan een eeuw, afhankelijk van toepassing en onderhoud⁶⁹. Hiermee bieden biobased bouwmaterialen een stabiele en langdurige opslag van koolstof in de gebouwde omgeving.

Ondergrondse koolstofvastlegging in de bodem: De teelt van biobased gewassen draagt niet alleen bovengronds bij aan CO₂-opslag, maar bevordert ook de opbouw van organische koolstof in de bodem. Door wortelgroei, afstervend organisch materiaal en bodemverrijkende praktijken zoals bodembedekkers en agroforestry wordt koolstof effectief in de bodem vastgelegd.

De hoeveelheid koolstof die in de bodem wordt opgeslagen, is afhankelijk van factoren zoals bodemtype, gewaskeuze, klimaat en beheersmaatregelen. Uit onderzoek naar de koolstofvastlegging van *Miscanthus × giganteus* – een veelgebruikte biobased grondstof – blijkt dat de ondergrondse koolstofopslag kan variëren tussen 0,42 en 3,8 ton CO₂ per hectare per jaar, met een gemiddelde van circa 1,84 ton. Dit komt neer op ongeveer 25% van de totale koolstofopname van het gewas per jaar⁷⁰.

Langdurige koolstofvastlegging in de bodem vereist zorgvuldig beheer, maar kan structureel bijdragen aan klimaatmitigatie, bodemvruchtbaarheid en een gezondere landbouwbodem.

Vormen: Gebruik van hout, bamboe, hennep en stro in bouwconstructies, isolatiematerialen en prefab bouwmodules.

Beleid: Onderdeel van de EU Green Deal⁷¹, die de transitie naar circulaire en biobased bouw stimuleert. In Nederland wordt het gebruik van biobased materialen gestimuleerd via circulaire/biobased bouwprogramma's⁷² in Nederland⁷³

Potentieel: Onderzoek wijst uit dat het gebruik van biobased materialen in de bouw honderden kilogrammen CO₂ per vierkante meter van het gebouw kan opslaan. Houten constructies kunnen tot 1 ton CO₂ per m³ opslaan, afhankelijk van de gebruikte houtsoort en verwerkingstechniek.

⁶⁹[SNK, 'Langdurige koolstofopslag via biobased bouwmaterialen' \[online\] \(2024\)](#)

⁷⁰['Carbon sequestration and yield performances of Miscanthus giganteus and Miscanthus sinensis' \[online\] \(2018\)](#)

⁷¹[Europese Commissie, European Green Deal \[online\] \(2019\)](#)

⁷²[NIBE, Biobased: een pijler van de circulaire bouweconomie \[pdf\] \(2020\)](#)

⁷³[Building Balance, 'Building Balance: Duurzaam bouwen met biobased materialen' \[online\] \(2024\)](#)

I. Praktijkvoorbeelden: Aanplant voor Biobased (bouw)materialen Natuurlijk (groen)

Nederland – IsoHemp ([iso hemp.com](https://www.iso hemp.com))

Beschrijving: Producent van hennepbetonblokken als duurzaam alternatief voor traditionele bakstenen en beton, met hoge isolatiewaarde en CO₂-opslag.

Nederland – Finti ([finti.com](https://www.finti.com))

Beschrijving: Ontwikkelt duurzaam geproduceerd naaldhout voor de bouwsector, met nadruk op CO₂-opslag en verantwoord bosbeheer.

Nederland – Strotec ([strotec.nl](https://www.strotec.nl))

Beschrijving: Levert prefab stropanelen voor isolatie en wanden, wat een circulair en CO₂-negatief bouw materiaal is.

Europa – BambooLogic ([bamboologic.eu](https://www.bamboologic.eu))

Beschrijving: Europees bedrijf dat grootschalige bamboeplantages opzet voor gebruik in bouwmaterialen, wat bijdraagt aan snelle CO₂-opslag.

Europa – Derix Group ([derix.de](https://www.derix.de))

Beschrijving: Producent van gelamineerd hout (CLT) als alternatief voor beton, met een sterke focus op CO₂-opslag en duurzaam bosbeheer.

Europa – Ecocon ([ecocon.eu](https://www.ecocon.eu))

Beschrijving: Producent van prefab houten en stro-panelen, waarmee circulaire en energiezuinige woningen worden gebouwd.

Relevante activiteiten die aanwezig zijn in de regio Noord-Holland welke een correlatie hebben met de vastlegging methodiek: 1b. Aanplant voor Biobased (bouw)materialen Natuurlijk (groen)

Noord-Holland (Actief beleid) - Uitvoeringsagenda Duurzame en Circulaire Economie 2025-2028 (www.noord-holland.nl)

Het beleid versterkt de samenwerking in circulaire en biobased bouwketens via ketenaanagers en pilotprojecten, met focus op het stimuleren van vraag en opschalen van initiatieven. Samen met Building Balance wordt gewerkt aan een ketenaanpak voor biobased bouwen. Daarnaast verkent de provincie met het Rijk en partners in het Noordzeekanaalgebied circulaire kansen op basis van grondstofstromen in de industrie.

 **Kansrijkheid: In het uitvoeringsprogramma wordt actieve koolstofvastlegging in biobased materiaal nog niet meegenomen.**

Noord-Holland (Actief beleid) - Ruimtelijke Verkenning Circulaire Werklocaties Provincie NH⁷⁴

⁷⁴ [Ecorys & BRO. 'Ruimtelijke verkenning circulaire werklocaties in de provincie Noord-Holland \[PDF\] \(2024\)](#)

Het onderzoek verkent de ruimtelijke behoeftes voor een circulaire economie in de provincie Noord-Holland, waaronder de ruimtebehoefte voor teelt van bio(based) -grondstoffen.

● **Kansrijkheid: Koolstofvastlegging in de bodem expliciet opnemen en of aparte doelstelling opstellen.**

● **Noord-Holland (Voorbeeld) - Circulaire Deal Secundaire Bouwmaterialen NHN**

(circulairdeal.nl) Bouwmaterialen zijn via sloop weer beschikbaar, bereikbaar en betaalbaar terug in de bouwketen te krijgen.

● **Kansrijkheid: Biobased materialen in de deal secundaire bouwmaterialen meenemen om koolstofopslag te verlengen.**

● **Noord-Holland (MRA) - Convenant Houtbouw 2021-2025 (convenanthoutbouwmra.nl)**

Vanaf 2025 is 20% van de woningproductie in de MRA van hout en andere biobased materialen.

● **Noord-Holland (Praktijk) - C-Creators (C-Creators.org)**

C-creators ondersteunt de versnelde transitie naar een circulaire gebouwde omgeving door samen te werken met verschillende partijen binnen de keten. C-creators begeleidt circulaire bouwprojecten, inspireert en verbindt haar netwerk, en deelt waardevolle kennis om duurzame en circulaire bouwpraktijken, onder andere biobased isolatiemateriaal, te bevorderen.

● **Kansrijkheid: Neem deze initiatieven mee in beleid voor koolstofvastlegging in biobased materialen.**

● **Noord-Holland (Onderzoek) - Arcadis/OverMorgen Rapportage (overmorgen.nl)**

Het onderzoek beschrijft de kansen, knelpunten en randvoorwaarden voor de productie en toepassing van biograndstoffen in de provincie Noord-Holland. De provincie onderscheidt zich op het gebied van: teelt van Miscanthus, verwerking tot bioplastics, biocomposieten en biobeton, en het benutten van bermvegetatie.

● **Kansrijkheid: Teelt van biobased materiaal zoals Miscanthus draagt bij aan koolstofvastlegging en zijn van waarde voor bodem- en water gerelateerde vraagstukken voor landbouw en klimaatverandering. Echter, voor mogelijk transitiegeld ligt er een kans voor carbon credits als verdienmodel en betere lokale concurrentie positie (p.70&71).**

■ **Noord-Holland (Actief Beleid) - Actieagenda Wonen en Versnellen Woningbouw 2024-2028 (www.noord-holland.nl)**

De provinciale Actieagenda Wonen 2024–2028 richt zich op het vergroten van het woningaanbod en het creëren van een toekomstbestendig woonklimaat. Binnen deze agenda wordt met partners gewerkt aan het stimuleren van biobased bouwen (actie 3.5), onder meer door aan te sluiten bij de Nationale Aanpak Biobased Bouwen en bestaande initiatieven om de vraag naar biobased materialen te vergroten.

● **Kansrijkheid: Op dit moment lopen er nog redelijk gescheiden trajecten voor secundaire materialen (via de Circulaire Deal) en biobased materialen (via Building Balance). Er liggen kansen om dit in de toekomst sterker te verbinden, zodat circulariteit en biobased bouwen beter samenkomen in één integrale aanpak.**

● **Noord-Holland (Praktijk) - Convenant Toekomstbestendig Bouwen**

(www.toekomstbestendigbouwen.nl)

Het convenant bundelt de belangrijkste duurzaamheidsthema's in de woningbouw, zoals energie, circulariteit, klimaatadaptatie en natuurinclusiviteit. Het biedt een gezamenlijk kader voor overheden en marktpartijen om deze ambities te verankeren en sluit aan op nationale en Europese doelen. Het is opgesteld in samenwerking met provincies, gemeenten, marktpartijen, waterschappen en kennisinstellingen.

● **Noord-Holland (Praktijk) - Climate Cleanup Foundation (www.climatecleanup.nl)**

Climate Cleanup stimuleert biobased bouwen met tools en certificering om CO₂-opslag in materialen inzichtelijk te maken en financieel te waarderen, zoals via het Construction Stored Carbon-protocol en een impactvergelijker voor bouwmaterialen.

● **Kansrijkheid: Climate Cleanup ontwikkelt meetmethoden voor CO₂-opslag in biobased bouwmaterialen en ondersteunt de certificering van deze opslag via het Oncra-systeem. Deze aanpak sluit goed aan bij de provinciale ambities voor circulaire economie en duurzame bouw.**

● **Noord-Holland (Praktijk en beleid in ontwikkeling) - NH Bouwstroom (www.nhbouwstroom.nl)**

NH Bouwstroom is een samenwerkingsverband van acht Noord-Hollandse woningcorporaties en zes bouwpartners, opgericht in 2021, dat zich richt op het versnellen van de bouw van betaalbare en duurzame woningen in de regio. Door gezamenlijk in te kopen, bouwprocessen te standaardiseren en gebruik te maken van modulaire, fabrieksmatige en circulaire bouwmethoden, streeft NH Bouwstroom naar een jaarlijkse realisatie van circa 750 woningen. Deze aanpak leidt tot kortere bouw tijden, lagere kosten en een hogere bouw kwaliteit.

● **Kansrijkheid: Een samenwerking met NH Bouwstroom biedt voor de Provincie concrete aanknopingspunten om circulaire economie en het gebruik van biobased bouwmaterialen te versterken. Omdat NH Bouwstroom al inzet op industrieel, modulair en duurzaam bouwen, liggen er koppelkansen in het gezamenlijk ontwikkelen van een koolstofvastleggingsstrategie, gericht op het langer vasthouden van CO₂ in biobased materialen via hergebruik. Binnen de samenwerking is ruimte voor experimenten en innovatie, wat een goede basis vormt voor gezamenlijke pilots. Bij de deelnemende corporaties is naar verwachting draagvlak om hiermee aan de slag te gaan, in lijn met de actieagenda Wonen van de provincie.**

Relevante activiteiten die aanwezig zijn in de regio Utrecht welke een correlatie hebben met de vastlegging methodiek: 1b. Aanplant voor Biobased (bouw)materialen Natuurlijk (groen)

■ **Utrecht (Actief beleid) - Omgevingsvisie Provincie Utrecht (www.provincie-utrecht.nl)**

De Utrechtse Omgevingsvisie beschrijft het toekomstbeeld voor de provincie. Hierbij focust de provincie op een klimaatrobuuste regio met een circulaire economie waar het gebruik van biobased grondstoffen wordt gestimuleerd.

● **Kansrijkheid: De kansrijkheid van biobased materialen in ketenwerking ligt in de mogelijkheid om duurzame grondstoffen te hergebruiken, de circulaire economie te bevorderen en de CO₂-uitstoot te verminderen, wat bijdraagt aan klimaatdoelstellingen en economische groei.**

■ Utrecht (Actief beleid) - Programma Versnelling Woningbouw 2021 t/m 2024

(www.provincie-utrecht.nl)

In het programma adresseert de provincie het nijpende woningtekort in de provincie Utrecht. Het programma focust hierbij op het meekoppelen van andere provinciale doelstellingen. Hier hoort circulaire economie bij, wat mogelijkheden biedt voor biobased grondstoffen.

● **Kansrijkheid: Meer inzet op biobased bouw materiaal voor de woningbouw. Hier is nog geen actief beleid voor.**

■ Utrecht (Actief beleid) - Strategisch Bosbeleid (www.provincie-utrecht.nl)

Het Utrechtse bosbeleid zet actief in op het creëren van nieuw en het revitaliseren van bestaand bos. Hierbij wordt ook actief het vastleggen van CO2 door aanplant en herbebossing meegenomen in het beleid. Daarnaast wordt bedoeld op het stimuleren van hout als bouw materiaal. Wat goed overeenkomt met deze koolstofvastleggingsmethode.

● **Kansrijkheid: Er zijn kansen voor het goed opzetten van ketens voor de landbouw en productie van biobased bouwmaterialen.**

■ Utrecht (Actief beleid) - Klimaataanpak Utrecht (www.provincie-utrecht.nl)

In de Utrechtse klimaataanpak wordt er actief bedoeld op het opschalen van biobased (ver)bouwen binnen de provincie.

■ Utrecht (Inactief beleid, maar inhoudelijk nog relevant) - Utrechts Programma Landelijk Gebied (UPLG) (www.provincie-utrecht.nl)

In het UPLG bespreekt de provincie Utrecht de doelstelling voor een landbouw die dicht bij de bewoners staat, waarbij de agrariërs regionaal voedsel en circulaire bouwmaterialen produceren en via korte keten vermarkten. Dit sluit goed aan met koolstofvastlegging.

■ Utrecht (Actief beleid) - Circulaire Samenleving 2025-2035 (www.provincie-utrecht.nl)

In het programma worden doelstellingen geformuleerd voor het opzetten van ketens en het telen van biobased grondstoffen. Met dit beleid kan daarnaast ook koolstof vastgelegd worden.

● **Kansrijkheid: Het actief opzetten van beleid dat focust op het vastleggen van koolstof in combinatie met het produceren van biobased grondstoffen.**

● Utrecht (Praktijk) - DigiC (www.digicnl.nl)

DigiC werkt aan het verduurzamen en efficiënter maken van de bouwsector via drie actielijnen. Ten eerste digitaliseert het informatie over materialen, zoals in grondstoffenpaspoorten, om hergebruik en circulair bouwen te bevorderen. Ten tweede stimuleert DigiC fabrieksmatig en modulair bouwen, wat leidt tot minder uitstoot, afval en faalkosten, en hogere bouwkwiteit. Tot slot zet DigiC in op slimme bouwlogistiek, waarbij digitale technologieën helpen om transport en productie beter op elkaar af te stemmen en lege ritten te verminderen.

● **Kansrijkheid: DigiC biedt kansen voor monitoring en hergebruik van materialen, wat bijdraagt aan circulair en duurzaam bouwen. Vooral voor biobased bouwmaterialen is dit waardevol: door ze digitaal te volgen en opnieuw toe te passen, blijft de opgeslagen koolstof langer behouden. Zo versterkt DigiC de klimaatwinst en transparantie in de bouwsector.**

● Utrecht (Praktijk) - Carbon Farmers Project Miscanthus, Nijkerk (www.groenecarbon.nl)

Carbon Farmers stimuleert Nederlandse boeren om via carbon farming CO₂ uit de lucht te halen en hun bodemkwaliteit te verbeteren, onder andere door de aanplant van Miscanthus (olifantsgras). Het project van Fije Visscher in Nijkerk is gecertificeerd door ONCRA en toont aan hoe landbouw kan bijdragen aan klimaatoplossingen.

Relevante activiteiten die aanwezig zijn in de provincie Gelderland welke een correlatie hebben met de vastlegging methodiek: 1b. Aanplant voor Biobased (bouw)materialen Natuurlijk (groen)

■ Gelderland (Actief beleid) - Omgevingsvisie Gaaf Gelderland (www.gelderland.nl)

De provincie Gelderland stimuleert de aanplant voor biobased materiaal door circulair werken te bevorderen in het beheer van gronden en bouwprojecten, duurzame materialen te verkiezen, innovaties in de landbouw en bouw te ondersteunen, en ruimte te creëren in regelgeving om het gebruik van biograndstoffen als volwaardige grondstof mogelijk te maken.

■ Gelderland (Actief beleid) - Gelders Programma Klimaat 2021-2030 (www.gelderland.nl)

De provincie stimuleert de aanplant van gewassen voor biobased materialen als onderdeel van haar beleid voor vezel-biograndstoffen, met als doel het ontwikkelen van biobased bouw, infrastructuur en chemie-innovaties, en het creëren van nieuwe verdienmodellen voor boeren door het telen van hernieuwbare grondstoffen als alternatief voor traditionele landbouw.

● Kansrijkheid: Actieve koolstofvastlegging met het aanplanten van biobased materiaal is een aanvullend verdienmodel.

■ Gelderland (Inactief beleid, maar inhoudelijk nog relevant) - Vitaal Landelijk Gebied Gelderland (www.gelderland.nl)

Het programma stimuleert de teelt van gewassen voor biobased producten als onderdeel van een duurzamere landbouw. Dit helpt niet alleen bij het verminderen van de uitstoot van broeikasgassen, maar draagt ook bij aan het vervangen van niet-hernieuwbare grondstoffen. Daarnaast wordt inzet gepleegd op uitbreiding en verduurzaming van bossen en verbetering van bodemkwaliteit, wat bijdraagt aan CO₂-vastlegging en klimaatdoelen.

■ Gelderland (Actief beleid) - Strategische Agenda Vezel-biograndstoffen (www.gelderland.nl)

In de agenda beschrijft de provincie de ambitie om met het telen van biograndstoffen koolstof actief in de bodem vast te leggen. Daarnaast kan biograndstoffen bijdragen aan koolstofvastlegging in biobased producten en materialen.

● Kansrijkheid: Beleidsontwikkeling op het gebied van monitoring en certificering is kansrijk.

■ Gelderland (Actief beleid) - Gelders Uitvoeringsagenda Circulaire Economie 2025-2027 (www.gelderland.nl)

De provincie Gelderland stimuleert de aanplant voor biobased materialen door circulaire innovaties in sectoren zoals landbouw en bouw te ondersteunen, ketens van producent tot afnemer te versterken, en ondernemers te helpen bij het ontwikkelen en opschalen van biobased producten, met als doel duurzame grondstoffen te benutten en nieuwe verdienmodellen mogelijk te maken.

Gelderland (Project) - Agro Building Carbon (ABC) (www.gelderland.nl)

Het ABC-project (Agro Building Carbon) stimuleert samenwerking tussen landbouw en bouw om CO₂ langdurig vast te leggen in natuurlijke bouwmaterialen zoals stro, hout en bamboe. Zo wordt koolstof uit de lucht opgeslagen en wordt de uitstoot van beton en staal vermeden. Gelderland ontwikkelt hiervoor samen met Europese partners beleid en instrumenten, zoals regelgeving en subsidies, om het gebruik van biobased materialen te bevorderen. Het project ontvangt Europese subsidie en wordt geleid door Gelderland.

II. Koolstofvastlegging in de bodem (Soil Carbon Sequestration) *Natuurlijk (groen)*

Koolstofvastlegging in de bodem speelt een cruciale rol in CO₂-opslag en het verbeteren van de bodemgezondheid, zie Nederlandse onderzoeksresultaten op SlimLandgebruik⁷⁵. Door regeneratieve landbouw, agroforestry en aangepast graslandbeheer wordt organische koolstof vastgelegd in bodems, wat niet alleen bijdraagt aan klimaatdoelen, maar ook aan waterretentie, biodiversiteit en voedselzekerheid.

De aanpak van koolstofvastlegging in bodems sluit aan bij het internationale "4 per 1000"-initiatief⁷⁶, gelanceerd tijdens de klimaatop in Parijs (COP21). Dit initiatief stelt dat een jaarlijkse toename van slechts 0,4% aan koolstof in landbouwbodems wereldwijd voldoende kan zijn om de jaarlijkse stijging van CO₂-concentraties in de atmosfeer tegen te gaan. Het onderstreept de klimaatwaarde van gezond bodembeheer als aanvulling op emissiereductie. In de Nederlandse context biedt dit perspectief op natuurlijke klimaatmaatregelen die tegelijk bijdragen aan bodemvruchtbaarheid, waterretentie en landbouwproductiviteit.

Vormen: Niet-kerende grondbewerking, compostgebruik, dekgewassen en beheerpraktijken die de bodemgezondheid verbeteren en organische stof in graslanden verhogen.⁷⁷

Beleid: Onderdeel van duurzame landbouwstrategieën en biodiversiteitsbeleid. Ondersteund door het Nationaal Programma Landbouwbodems⁷⁸ en de EU LULUCF-regelgeving 2023^{79,80}.

Opvallend: In Europa wordt bodemkoolstof niet goed gemonitord.⁸¹ Kansen en successen blijven

⁷⁵ Slim Landgebruik, CO₂-opslag in de bodem: kleigrond [online] (2024)

⁷⁶ 4p1000, '4 per 1000: Soils for Food Security and Climate' [online] (2024)

⁷⁷ WUR, Koolstofvastlegging in grasvelden [pdf] (2024)

⁷⁸ BZK, Nationaal Programma Landbouwbodems [pdf] (2020)

⁷⁹ Europese Commissie, What is the Land Use, Land-Use Change and Forestry Regulation (LULUCF) [online] (2018)

⁸⁰ Europese Commissie, The Habitats Directive [online] (2015)

⁸¹ Bellassen, V., Angers, D., Kowalczewski, T., en Olesen, A., Soil carbon is the blind spot of European national GHG inventories [pdf] (Nature Climate Change 12, 324–331, 2022)

veelal buiten beeld.

Potentieel: 0,9 Mton CO₂ per jaar in 2050 (200Mt CO₂ in Europa⁸²).

II. Praktijkvoorbeelden: Koolstofvastlegging in de bodem (Soil Carbon Sequestration) *Natuurlijk (groen)*

Nederland – Horaholm (horaholm.weebly.com)

Dit regeneratieve landbouwproject richt zich op niet-kerende grondbewerking en agroforestry om koolstof in de bodem vast te leggen en de biodiversiteit te verbeteren.

Nederland - LIFE CO2SAND (<https://www.gelderland.nl/projecten/life-co2sand>)

Dit project verbetert zandgronden door toevoeging van klei, wat de bodemstructuur verbetert en de koolstofvastlegging verhoogt door betere binding van organische stoffen.

Nederland – Boer in Natuur (boer-in-natuur.nl)

Een netwerk van boeren die door natuur-inclusieve landbouw, zoals graslandbeheer en extensieve begrazing, bijdragen aan koolstofvastlegging in de bodem en biodiversiteitsherstel.

Nederland – Melkveehouders en CO₂-opslag in grasland (nieuweoogst.nl)

Een praktijkvoorbeeld waarbij melkveehouders door verbeterd graslandbeheer niet alleen CO₂ opslaan, maar ook economisch voordeel behalen via koolstofcertificaten.


Relevante activiteiten die aanwezig zijn in de regio Noord-Holland welke een correlatie hebben met de vastlegging methodiek: 2. Koolstofvastlegging in de bodem (Soil Carbon Sequestration) *Natuurlijk (groen)*

Noord-Holland (Actief Beleid) - Klimaataanpak Noord-Holland (www.noord-holland.nl)

De Noord-Hollandse Klimaataanpak stelt als doel om 0,053 Mton CO₂-eq koolstofopslag te realiseren in landbouwbodems.

Noord-Holland (Inactief beleid, maar inhoudelijk nog relevant) - Provinciaal Programma Landelijk Gebied (PPLG) (www.noord-holland.nl)

In het PPLG beschrijft de provincie dat het koolstof wil vastleggen door het afronden van de NNN, bosaanplant, het bevorderen van groenblauwe dooradering en het verbeteren van water- en bodemkwaliteit.

 **Kansrijkheid:** De provincie voert nog geen actief beleid omtrent koolstofvastlegging in de bodem. Dit biedt een kans voor beleidsontwikkeling, aangezien koolstofvastlegging in de bodem voordelen biedt voor bodemgezondheid en het verduurzamen van landbouwpraktijken.

Noord-Holland (Onderzoek) - Slim Landgebruik (slimlandgebruik.nl)

Het Nationaal Programma Landelijk Gebied (NPLG) vraagt provincies om gebiedsprogramma's in te

⁸²Gatti, L.V., Basso, L.S., Miller, J.B., Gloor, M., Gatti Domingues, L., Cassol, H.L.G., et al., Amazonia as a carbon source linked to deforestation and climate change [online] (Nature 595, 388–393, 2021)

dienen, met plannen voor klimaatdoelen, waarbij deze studie inzichten biedt in CO₂-vastlegging in minerale landbouwbodems.

■ Noord-Holland (Actief beleid) - Korte Termijn Agenda Landelijk Gebied Noord-Holland 2025-2027 (www.noord-holland.nl)

Het programma stimuleert koolstofvastlegging in landbouwbodems door het verhogen van het organisch stofgehalte via duurzaam bodembeheer. Deze aanpak draagt bij aan klimaatmitigatie, verbetert de bodemstructuur, verhoogt nutriëntenbeschikbaarheid, versterkt waterregulatie en ondersteunt stikstofbuffering. Aanbevolen maatregelen omvatten onder meer groenbemesters, graanteelt, blijvend grasland, wisselteelt, vaste mest en compost. Realisatie van de doelen vindt grotendeels plaats via het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB), het Agrarisch Natuur- en Landschapsbeheer (ANLb) en eco-activiteiten.

■ Nederland (Actief Beleid) - Nationaal Programma Landbouwbodems (www.rijksoverheid.nl)

Het programma stimuleert met verschillende partijen duurzaam bodembeheer, met als doel dat in 2030 alle landbouwbodems duurzaam worden beheerd en jaarlijks 0,5 megaton extra CO₂ wordt vastgelegd in minerale bodems.

Relevante activiteiten die aanwezig zijn in de regio Utrecht welke een correlatie hebben met de vastlegging methodiek: 2. Koolstofvastlegging in de bodem (Soil Carbon Sequestration) *Natuurlijk (groen)*

■ Utrecht (Inactief beleid, maar inhoudelijk nog relevant.) - Utrechts Programma Landelijk Gebied (UPLG) (www.provincie-utrecht.nl)

De provincie doelt op het programma om de bodemkwaliteit van de provincie in het landelijk gebied te verbeteren.

● Kansrijkheid: Er is nog geen actief beleid op het vastleggen van koolstof in minerale landbouwbodems.

■ Utrecht (Actief beleid) - Visie Agrarisch Natuurbeheer (www.provincie-utrecht.nl)

In het beleidsstuk omschrijft de provincie de visie op een natuurinclusieve landbouw, waar ook al wordt beschreven hoe dit bij kan dragen aan koolstofvastlegging in het landschap en bodem.

■ Utrecht (Actief beleid) - Klimaataanpak Utrecht (www.provincie-utrecht.nl)

De Utrechtse klimaataanpak beschrijft de doelstelling om actief koolstof op te slaan in minerale bodems

Relevante activiteiten die aanwezig zijn in de provincie Gelderland die een correlatie hebben met de vastlegging methodiek: 2. Koolstofvastlegging in de bodem (Soil Carbon Sequestration) *Natuurlijk (groen)*

Gelderland (Actief beleid) - Gelders Programma Klimaat 2021-2030 (www.gelderland.nl)

In het klimaatprogramma beschrijft de provincie de ambitie om actief koolstof vast te leggen in landbouwbodems met de doelstelling van 0,05-0,1 Mton CO₂-eq/ jaar.

Gelderland (Inactief beleid, maar inhoudelijk nog relevant) - Vitaal Landelijk Gebied Gelderland (www.gelderland.nl)

Het programma beschrijft de taakstelling om 54 kton CO₂-eq per jaar vast te leggen in landbouwbodems. Daarnaast beschrijft het de ambitie en de maatregelen om dit te realiseren.

Gelderland (Project) - LIFE CO2SAND (www.gelderland.nl)

De provincie werkt samen met Rijkswaterstaat aan het project LIFE CO2SAND, waarbij klei wordt toegevoegd aan zandgronden om de bodemstructuur te verbeteren, wat leidt tot een hogere koolstofvastlegging en betere waterretentie.

Gelderland (Onderzoek) - Nutriënten Management Instituut BV (www.nmi-agro.nl)

Het onderzoek toont aan dat ongeveer 30% van het Gelderse landbouwareaal (circa 68.000 hectare) een hoge potentie heeft voor koolstofvastlegging in de bodem. Met name in de Achterhoek, FruitDelta Rivierenland en de Groene Metropool-regio Arnhem-Nijmegen zijn effectieve maatregelen mogelijk. Generieke maatregelen zoals vanggewassen, gras-maïsrotatie, ouder grasland en bodemstructuurverbetering kunnen breed worden ingezet. In regio's met hoge potentie kunnen aanvullende maatregelen zoals compostaanvoer en stro-inwerking nog eens 37 kton CO₂ per jaar extra vastleggen.

Gelderland (Actief beleid) - Programma Toekomst voor de Gelderse boer 2021-2030 (www.gelderland.nl)

Het programma stelt de doelstellingen om koolstofvastlegging in landbouwbodems actief mee te nemen in het Gelders provinciaal beleid. Ook beschrijft het de ambitie om vergoedingen en marktontwikkelingen te stimuleren die maatschappelijke diensten (zoals koolstofvastlegging) belonen.

Gelderland (Onderzoek) - Slim Landgebruik (slimlandgebruik.nl)

Het Nationaal Programma Landelijk Gebied (NPLG) vraagt provincies om gebiedsprogramma's in te dienen, met plannen voor klimaatdoelen, waarbij deze studie inzichten biedt in CO₂-vastlegging in minerale landbouwbodems in de provincie.

III. Biokool (Biochar) *Natuurlijk (groen)*

Biokool, ook bekend als biochar, is een houtskoolrijk materiaal dat wordt geproduceerd door pyrolyse van biomassa. Wanneer het aan de bodem wordt toegevoegd, biedt het een duurzame manier om CO₂ langdurig op te slaan en tegelijkertijd de bodemkwaliteit, waterhuishouding en microbiële activiteit te verbeteren. Dit maakt biokool een veelbelovende technologie binnen natuurlijke koolstofvastlegging en circulaire landbouw.

Vormen: Toepassing van biokool voor bodemverbetering, waterzuivering en emissiereductie in de landbouw.

Beleid: Onderdeel van circulaire landbouwstrategieën en de Fit for 55-doelstellingen. Biokool wordt erkend als een effectieve methode binnen de EU-strategieën voor koolstofopslag en bodemgezondheid, maar vraagt nog om verdere beleidsontwikkeling en certificering.⁸³

Potentieel: 0,05 Mton CO₂ per jaar in Nederland in 2050, met een groeiend potentieel bij opschaling van biokooltoepassingen in de landbouw en industrie.

III. Praktijkvoorbeelden: Biokool (Biochar) *Natuurlijk (groen)*

Nederland – Carboneers (carboneers.nl)

Dit Nederlandse initiatief richt zich op de productie en toepassing van hoogwaardige biokool voor koolstofopslag en bodemverbetering in de landbouw.

Europa – European Biochar Association (biochar.org)

De European Biochar Association werkt aan de promotie van biokool als een gecertificeerde oplossing voor CO₂-opslag, emissiereductie en regeneratieve landbouw binnen de EU.

Relevante activiteiten die aanwezig zijn in de regio Noord-Holland welke een correlatie hebben met de vastlegging methodiek: 3. Biokool (Biochar) *Natuurlijk (groen)*

● Noord-Holland (Praktijk) - Hynoca Alkmaar (waterstofnhn.nl)

Hynoca gaat de reststromen digestaat en rioolwaterslib als biomassa gebruiken om zowel waterstof als biochar te produceren. De biochar wordt daarna gebruikt op landbouwgrond.

● **Kansrijkheid: Er is nog geen actief beleid op koolstofvastlegging via de productie van Biokool.**

Relevante activiteiten die aanwezig zijn in de regio Utrecht welke een correlatie hebben met de vastlegging methodiek: 3. Biokool (Biochar) *Natuurlijk (groen)*

■ Utrecht (Actief beleid) - Klimaataanpak Utrecht (www.provincie-utrecht.nl)

De Utrechtse klimaataanpak beschrijft de doelstelling om actief koolstof op te slaan in gebouwen, wegen en infraprojecten. Hierbij wordt de toepassing van biochar in asfalt genoemd.

● **Kansrijkheid: Het opslaan van koolstof in biochar en het toepassen van biochar in bouwmaterialen biedt kansen voor ontwikkeling van beleid. Echter, is hier nog geen actief beleid voor.**

⁸³[Europese Commissie. Delivering the European Green Deal \[online\] \(2019-2024\)](#)

IV. Bio-energie met koolstofafvang en -vastlegging

(Bioenergy with Carbon Capture and Storage BECCS) deels technologisch (grijs-groen)

BECCS is het produceren van energie uit biomassa, waarbij de CO₂-uitstoot tijdens het proces wordt afgevangen en opgeslagen in ondergrondse formaties. Dit creëert mogelijk een netto negatieve emissie, omdat de biomassa tijdens de groei CO₂ uit de atmosfeer heeft opgenomen.

Vormen: Energieopwekking uit biomassa met CO₂-afvang en opslag (CCS), voornamelijk in elektriciteitscentrales, stadsverwarming en industriële processen.

Beleid: BECCS wordt erkend in de EU Green Deal en ondersteund via het Horizon Europe-programma. In Nederland biedt de SDE++-regeling subsidie voor CO₂-reducerende technologieën zoals BECCS.

Opvallend: Ondanks jarenlange ontwikkeling zijn er wereldwijd nog maar weinig operationele BECCS-projecten. Veel initiatieven vereisen substantiële overheidssteun. Daarnaast wordt de klimaatimpact sterk verminderd als afgevangen CO₂ wordt ingezet voor Enhanced Oil Recovery (EOR). BECCS heeft verder geen directe voordelen voor biodiversiteit en waterkwaliteit en kan juist negatieve effecten hebben door land- en stikstofgebruik⁸⁴.

Potentieel: Het technisch potentieel van BECCS in Nederland wordt geschat op 12-19 Mt CO₂ per jaar⁸⁵. De daadwerkelijke implementatie is nog onzeker.

IV. Praktijkvoorbeelden Bio-energie met koolstofafvang en -vastlegging

(Bioenergy with Carbon Capture and Storage BECCS) deels technologisch (grijs-groen)

Nederland – [RWE Eemshaven Power Station](#)

Geplande capaciteit: 8-10 Mt CO₂/jaar negatieve emissies. Status: Gepland

Nederland – [RWE Amer Power Station](#)

Geplande capaciteit: 3-4 Mt CO₂/jaar negatieve emissies. Status: Gepland

Europa – [BECCS@STHLM \(Zweden\)](#)

Geplande capaciteit: 0,8 Mt CO₂/jaar. Status: Investeringsbeslissing gepland voor 2025

Bijzonderheden: Grootste CDR-deal ooit met Microsoft (3,3 miljoen ton CO₂ in 10 jaar)

Europa – [Drax Power Station \(VK\)](#)

Geplande capaciteit: Tot 8 Mt CO₂/jaar Status: Pilotfase

Wereldwijd – [Illinois Industrial CCS Project \(VS\)](#)

Locatie: Decatur, Illinois. Operationeel sinds: 2017

Opvangcapaciteit: 1 miljoen ton CO₂ per jaar

Wereldwijd – [Farnsworth Project \(VS\)](#)

Locatie: Texas. Status: Injectie gestopt, monitoring loopt door

Totaal opgevangen CO₂: Meer dan 600.000 ton

⁸⁴ [Energiepodium. BECCS: Een theoretisch laatste redmiddel \[online\] \(2024\).](#)

⁸⁵ [CE Delft \(2023\).](#) Koolstofverwijdering voor klimaatbeleid.

Relevante activiteiten die aanwezig zijn in de regio Noord-Holland welke een correlatie hebben met de vastlegging methodiek: 4. Bio-energie met koolstofafvang en -vastlegging (Bioenergy with Carbon Capture and Storage BECCS) deels technologisch (grijs-groen)

○ Noord-Holland (Praktijk) - HVC Groep Alkmaar (www.hvcgroep.nl)

De bio-energiecentrale in Alkmaar werkt als een grote 'duurzame cv-ketel' voor woningen en bedrijven in de omgeving. Het verwerkt reststromen als afvalhout en gedroogd slib voor elektriciteit en warmte. In combinatie met het opwekken van bio-energie wordt CO₂ afgevangen voor opslag.

● Kansrijkheid: Er is op het moment nog geen actief beleid op het inzetten van Bio-energie met koolstofafvang en -vastlegging.

○ Noord-Holland (Onderzoek) - South Pole Quick Scan Carbon Removal Potential in Amsterdam Metropolitan Area and the North Sea Canal Area (www.noordzeekanaalgebied.nl)

Dit rapport brengt de potentie van CDR, biogene emissiebronnen en opslagmogelijkheden in de Metropoolregio Amsterdam en het Noordzeekanaalgebied in kaart en geeft aanbevelingen om deze kansen te benutten.

● Kansrijkheid: Er is op het moment nog geen actief beleid op het inzetten van Bio-energie met koolstofafvang en -vastlegging.

Relevante activiteiten die aanwezig zijn in de regio Utrecht welke een correlatie hebben met de vastlegging methodiek: 4. Bio-energie met koolstofafvang en -vastlegging (Bioenergy with Carbon Capture and Storage BECCS) deels technologisch (grijs-groen)

📄 Utrecht (Actief beleid) - Omgevingsvisie Provincie Utrecht (www.provincie-utrecht.nl)

De provincie Utrecht streeft naar CO₂-neutraliteit en erkent de rol van biomassa onder strikte voorwaarden. Grootschalige inzet voor energieopwekking wordt ongeschikt geacht vanwege ruimtegebrek en kwetsbare natuur. Alleen laagwaardige, regionale reststromen komen in aanmerking voor kleinschalige toepassingen nabij agrarische percelen. Daarmee is grootschalige BECCS binnen de provinciegrenzen niet realistisch.


● Lijkt niet mogelijk

Hoewel koolstofverwijdering via BECCS een theoretische optie is, brengt dit binnen Utrechtse context complexe uitdagingen met zich mee. De provincie beschikt momenteel niet over geschikte geologische formaties, zoals lege gasvelden of zoutcavernes, voor permanente ondergrondse opslag van CO₂. Hierdoor zijn technieken zoals CCS, DACCS en BECCS met geologische opslag ruimtelijk niet toepasbaar binnen de provinciegrenzen⁸⁶.

⁸⁶ [Energie Beheer Nederland \(2022\). Ondergrondse opslag van CO₂ in Nederland.](#)

Relevante activiteiten die aanwezig zijn in de provincie Gelderland die een correlatie hebben met de vastlegging methodiek: 4. Bio-energie met koolstofafvang en -vastlegging (Bioenergy with Carbon Capture and Storage BECCS) deels technologisch (grijs-groen)

Domein Industrie:

 **Gelderland (Actief beleid) - Gelders Programma Klimaat 2021-2030 (www.gelderland.nl)**

De provincie Gelderland onderzoekt en stimuleert bio-energie met koolstofafvang en -vastlegging als onderdeel van haar klimaatbeleid voor de industrie. Hierbij richt men zich op het afvangen, opslaan en hergebruiken van CO₂, onder andere bij biogasproductie via mono-mestvergisting op boerderijen.

 **Gelderland (Praktijk) - Groen Gas Gelderland (www.groengasgelderland.nl)**

Groen Gas Gelderland produceert jaarlijks circa 9,5 miljoen m³ groen gas uit 72.000 ton biomassa, waaronder mest, bermgras en agrarische reststromen. Dit gas wordt na zuivering ingevoerd in het reguliere gasnet en dient als duurzaam alternatief voor aardgas. Het proces draagt bij aan afvalreductie, mestverwerking en vermindering van broeikasgasemissies.

 **Kansrijkheid: Er wordt momenteel geen koolstof afgevangen en opgeslagen tijdens het produceren van groen gas.**

 **Lijkt niet mogelijk**

Hoewel koolstofverwijdering via technieken als BECCS (Bio-Energy with Carbon Capture and Storage) theoretisch mogelijk is, zijn de praktische toepassingen binnen Gelderland beperkt. De provincie beschikt momenteel niet over geschikte geologische structuren, zoals lege gasvelden of zoutcavernes, die nodig zijn voor permanente ondergrondse opslag van CO₂. Hierdoor zijn technieken zoals CCS (Carbon Capture and Storage), DACCS (Direct Air Carbon Capture and Storage) en BECCS met geologische opslag op dit moment niet ruimtelijk toepasbaar binnen de provinciegrenzen.⁸⁷

⁸⁷ [Structuurvisie Ondergrond, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en Ministerie van Economische Zaken en Klimaat.](#)

V. CCS in combinatie met directe afvang van koolstof uit de lucht en oceanen en vastlegging (Direct Air Carbon Capture and Storage DACCS en DOCCS) *technologisch (grijs)*

Direct Air Carbon Capture and Storage (DACCS) omvat technologieën die CO₂ direct uit de atmosfeer verwijderen en permanent opslaan. Binnen dit proces speelt **Direct Air Capture (DAC)** een belangrijke rol door CO₂ uit de lucht te filteren met chemische absorptiematerialen, waarna het gecomprimeerd wordt voor opslag. Het verwijderde CO₂ kan worden opgeslagen in diepe geologische formaties, zoals saline aquifers (zoutwaterreservoirs), waar het onder hoge druk veilig wordt vastgehouden. Daarnaast kan CO₂ worden geïnjecteerd in bestaande olie- en gasvelden, waar het soms wordt toegepast bij Enhanced Oil Recovery (EOR), hoewel dit een controversiële praktijk is. Een andere mogelijkheid is opslag in basaltformaties, waar CO₂ door mineralisatie permanent wordt omgezet in vast gesteente, zoals in het Carbfix-project in IJsland.

Direct Ocean Capture and Storage (DOCS) richt zich op het verwijderen van CO₂ uit zeewater, waardoor de oceaan in staat wordt gesteld om extra CO₂ uit de atmosfeer op te nemen. **Direct Ocean Capture (DOC)** maakt gebruik van chemische of elektrochemische processen om CO₂ uit zeewater te halen, wat indirect helpt om meer CO₂ uit de atmosfeer te verwijderen. Dit proces kan worden versterkt door **Ocean Alkalinity Enhancement (OAE)**, waarbij alkalische mineralen worden toegevoegd om de opnamecapaciteit van de oceaan te verhogen en verzuring tegen te gaan.

Het verwijderde CO₂ kan op verschillende manieren worden opgeslagen. Een optie is diepe geologische opslag, vergelijkbaar met de methoden die bij **Direct Air Carbon Capture and Storage (DACCS)** worden gebruikt, zoals injectie in saline aquifers of basaltformaties. Daarnaast kan het CO₂ door chemische binding met mineralen worden omgezet in stabiele carbonaatverbindingen, waardoor het langdurig wordt vastgelegd. Een andere experimentele methode is diepzee-opslag, waarbij CO₂ in opgeloste of vaste vorm in bodemlagen onder diepe zee wordt gebracht. Dit brengt echter ecologische risico's met zich mee, zoals zuurstofverlies en verstoring van mariene ecosystemen.

DOCS kan worden gecombineerd met DACCS voor een efficiëntere CO₂-verwijdering. Omdat de oceaan en de atmosfeer continu CO₂ uitwisselen, kan het gebruik van DOC om CO₂ uit zeewater te halen de opnamecapaciteit van de oceaan vergroten, wat indirect de effectiviteit van DAC verbetert. Bovendien kunnen beide technologieën gebruikmaken van dezelfde geologische opslaginfrastructuur, waardoor de kosten en energiebehoefte mogelijk worden verlaagd. Ook kan Ocean Alkalinity Enhancement (OAE) bijdragen aan zowel DOCS als DACCS, doordat het helpt bij de opname en langdurige opslag van CO₂.

Daarnaast kan restwarmte van industriële processen of DAC-installaties worden ingezet voor bepaalde DOC-methoden, wat bijdraagt aan een hogere energie-efficiëntie en kostenbesparing. De precieze implementatie is echter afhankelijk van kosten, energiebronnen en ecologische overwegingen, vooral bij diepzee-opslag.

Vormen: CO₂-verwijdering via chemische absorptie of filtratie, met opslag in geologische structuren of gebruik in industriële toepassingen.

Beleid: Innovaties binnen DACCS en DOCS worden ondersteund door het EU Innovation Fund⁸⁸ en Horizon Europe⁸⁹. In Nederland zijn er verschillende pilots en start-ups actief, maar opschaling blijft een grote uitdaging.

Opvallend: DACCS en DOCS bevinden zich nog in de innovatie- en pilotfase; grootschalige commerciële implementatie is nog niet kosteneffectief. Opschaling is afhankelijk van energiegebruik, opslagmogelijkheden en kostenreductie. Hoewel DACCS een innovatieve technologie is voor CO₂-verwijdering, wordt de duurzaamheid ervan in twijfel getrokken vanwege het hoge energieverbruik, dat afhankelijk is van hernieuwbare bronnen⁹⁰. Bovendien vereist de productie van DAC-installaties kritieke materialen, wat extra milieubelasting en schaarste kan veroorzaken⁹². DOCS kan ecologische risico's met zich meebrengen, vooral bij diepzee-opslag, waar de impact op mariene ecosystemen nog niet volledig is onderzocht⁹⁴. Verder biedt DACCS en DOCS geen directe voordelen voor biodiversiteit en draagt het niet bij aan bredere ecosystemendiensten zoals waterregulatie of bodemherstel⁹⁵.

Potentieel: DACCS wordt gezien als een belangrijke langetermijnoplossing, maar de technologie is nog duur en energie-intensief. De kosten variëren momenteel van €250 tot €600 per ton CO₂, wat de implementatie vertraagt.

⁸⁸[Europese Commissie, EU Innovation Fund \[online\] \(2024\)](#)

⁸⁹[Europese Commissie, Horizon Europe \[online\] \(2024\)](#)

⁹⁰[M. Ozkan, Atmospheric alchemy: The energy and cost dynamics of direct air carbon capture \[online\] \(2024\)](#).

⁹¹[S. Krishnan, M. Nasrullah & P. Saravanan, Bioprocess designing towards clean energy production from industrial wastewater \[online\] \(2024\)](#).

⁹²[AA Al-Absi, Direct Air Carbon Dioxide Capture Using Supported In-situ Polymerized Amines \[online\] \(2024\)](#).

⁹³[X. Fan, X. Sun, AW. Robertson, Z. Sun, Charged sorbents for efficient CO₂ removal \[PDF\] \(2024\)](#).

⁹⁴[J. Friedrich, Carbon capture and storage: A new challenge for international environmental law \[online\] \(2007\)](#)

⁹⁵[Financial Times, DACCS and its limited contribution to biodiversity and ecosystem services \[online\] \(2023\)](#)

V. Praktijkvoorbeelden: CCS in combinatie met directe afvang van koolstof uit de lucht en vastlegging (Direct Air Carbon Capture and Storage DACCS) technologisch (grijs)

Nederland DACCS – Skytree (skytree.eu) Status: Operationeel (kleinschalig)

Nederlandse startup die zich richt op kleinschalige DAC-oplossingen voor circulair CO₂-gebruik, bijvoorbeeld in kassen en de industrie.

Nederland DACCS – SCW Systems (CO₂ Cleanup) (scwsystems.com)

Status: Pilotfase

Werkt aan CO₂-afvang en mineralisatie in Nederland om CO₂ permanent vast te leggen.

Nederland DOCS – SeaO₂ (seao2.com) Status: R&D-fase

Ontwikkelt innovatieve Direct Ocean Capture (DOC)-technologie voor CO₂-verwijdering uit oceaanwater en langdurige opslag.

Europa DACS – Climeworks (climeworks.com) Status: Operationeel, opschaling gaande

Zwitsers bedrijf dat één van de eerste commerciële DAC-installaties in IJsland bouwde, waar CO₂ in basaltgesteente wordt opgeslagen.

Wereldwijd DACS – Global Thermostat (VS)

Locatie: Colorado, USA Status: Operationeel (testfase)

Werkte aan modulaire DAC-systemen die CO₂ uit de atmosfeer filteren en geschikt zijn voor industriële toepassingen.

Opvallend: Recent nieuws over Global Thermostat: Na bijna 15 jaar pogingen om hun Direct Air Capture (DAC)-technologie te commercialiseren, is het bedrijf overgenomen door Zero Carbon Systems, een startup op het gebied van DAC geleid door een voormalige private equity-executive⁹⁶. Global Thermostat was een van de eerste bedrijven die zich richtte op DAC en kreeg steun van zowel grote bedrijven als de federale overheid. Echter, het is er nooit in geslaagd een commerciële DAC-installatie te bouwen en is nu verkocht voor onderdelen en patenten

Wereldwijd DACCS – Heirloom Carbon Technologies (VS) (www.heirloomcarbon.com)

Locatie: Californië, USA. Operationeel (eerste commerciële DAC-faciliteit in de VS)

Combineert directe CO₂-afvang met versnelde mineralisatie, waarbij CO₂ wordt gebonden in mineralen voor langdurige opslag.

Wereldwijd DACCS – ADNOC en Occidental (VAE) (www.adnoc.ae)

Geplande capaciteit: Megaton-schaal (exacte cijfers onbekend)

Samenwerking tussen Abu Dhabi National Oil Company (ADNOC) en Occidental om DACCS-oplossingen op industriële schaal te ontwikkelen in de VAE. Status: In onderzoek.

⁹⁶ [F&E News. Carbon removal leader sold for parts and patents \[online\] \(2024\)](#)

Relevante activiteiten in de regio Noord-Holland met betrekking tot vastleggingsmethodiek 5: CCS in combinatie met directe afvang van CO₂ uit de lucht (DACCS)

In Noord-Holland zijn er initiatieven die aansluiten bij deze technologische vastleggingsmethodiek. DACCS vereist grootschalige energie-inzet en infrastructuur voor opslag, wat op korte termijn extra druk legt op het al overbelaste elektriciteitsnet (netcongestie). Hierdoor is het van belang dat er strategische keuzes worden gemaakt over waar en wanneer deze technieken worden ingezet. (Grijs)

○ Noord-Holland CCU & CCS (Onderzoek) - NZKG De waarde van koolstof in het NZKG (www.noordzeekanaalgebied.nl)

De paper schetst de opgave en kansen voor CO₂-reductie in het Noordzeekanaalgebied via CCS, CCU en CDR, en brengt lopende initiatieven en randvoorwaarden in kaart als basis voor een gezamenlijke regionale aanpak richting een CO₂-neutrale industrie in 2050.

● Kansrijkheid: CCS is vooral kansrijk bij industriële processen, omdat de CO₂-concentratie daar veel hoger is dan in de atmosfeer, waardoor het afvangen efficiënter en effectiever is dan bij Direct Air Capture (DACCS). Er is hier nog een actief beleid voor in de provincie Noord-Holland.

○ Noord-Holland CCU & CCS (Onderzoek) - &flux CCU Quickscan Noordzeekanaalgebied (www.noordzeekanaalgebied.nl)

Het onderzoek beschrijft de potentie van het creëren van een koolstofwaardeketen in het Noordzeekanaalgebied, inclusief de synergie tussen CCU, CCS en CDR.

● Kansrijkheid: Er zijn kansen voor beleidsontwikkeling van een werkprogramma rond CO₂ ketens. Waarbij er potentie is in het vinden van een gezamenlijke basis voor de gecombineerde strategie ten aanzien van CCS, CCU en negatieve emissies. De glastuinbouw heeft vraag naar CO₂, wat geleverd kan worden door industriële processen.

Relevante activiteiten die aanwezig zijn in de regio Utrecht welke een correlatie hebben met de vastlegging methodiek: 5. CCS in combinatie met directe afvang van koolstof uit de lucht en vastlegging (Direct Air Carbon Capture and Storage DACCS) technologisch (grijs)

○ Utrecht (Praktijk) - Cement&BetonCentrum (C&BC) (www.cementenbeton.nl)

De cement- en betonfabrikant heeft een roadmap opgesteld om CO₂-neutraal te worden, met inzet op CCUS-technologie, alternatieve bindmiddelen en innovatieve toepassingen zoals koolzuurhoudend water in betonproductie.

● Kansrijkheid: CCS is vooral kansrijk bij industriële processen, omdat de CO₂-concentratie daar veel hoger is dan in de atmosfeer, waardoor het afvangen efficiënter en effectiever is dan bij Direct Air Capture (DACCS). Er is hier nog geen actief beleid voor in de provincie Utrecht.

○ Utrecht (Praktijk) - ReCarbn (www.recarbn.eu)

ReCarbn is een Nederlands technologiebedrijf, voortgekomen uit de Universiteit Twente, dat een energie-efficiënte Direct Air Capture (DAC)-technologie heeft ontwikkeld om CO₂ direct uit de atmosfeer te verwijderen, met als doel grootschalige klimaatimpact te realiseren.

● Kansrijkheid: In de praktijk is er al activiteit op het gebied van DACCS. Echter, er is nog geen actief beleid voor deze koolstofvastleggingsmethode.

Let op: DACCS vergt veel energie en investeringen.

Relevante activiteiten die aanwezig zijn in de provincie Gelderland welke een correlatie hebben met de vastlegging methodiek: 5. CCS in combinatie met directe afvang van koolstof uit de lucht en vastlegging (Direct Air Carbon Capture and Storage DACCS) technologisch (grijs)

○ Gelderland (Praktijk) - AVR Duiven (www.avr.nl)

Bij afvalverwerker AVR in Duiven staat de grootste CO₂-afvanginstallatie van Nederland. Jaarlijks wordt hier tot 100.000 ton CO₂ afgevangen uit rookgassen van afvalverbranding. De afgevangen CO₂ wordt vloeibaar gemaakt en hergebruikt in onder andere de frisdrankenindustrie (CCU).

● Kansrijkheid: De installatie is operationeel en toont aan dat grootschalige CO₂-afvang (CCU) bij afvalverwerking technisch en economisch mogelijk is. Opslag (CCS) wordt nog niet toegepast.

● Gelderland DACCS (Beleid & Praktijk) - Er is nog geen beleid of praktijk omtrent DACCS in de regio Gelderland.

VI. Versnelde verwerking van mineralen (Enhanced Weathering) *Natuurlijk* (groen)

Versnelde verwerking is een natuurlijke methode waarbij CO₂ chemisch wordt gebonden aan mineralen zoals olivijn en serpentijn. Door deze mineralen te vergruisen en uit te strooien op landbouwgrond, stranden of in oceanen, wordt de natuurlijke CO₂-opname versneld. Dit proces draagt bij aan permanente koolstofvastlegging, verbetert de bodemgezondheid en kan verzuring van oceanen tegengaan.

Vormen: Toepassing van olivijn, serpentijn en andere silicaatmineralen op landbouwgrond, stranden en in cementproducten.

Beleid: Gesteenteverwerking wordt ondersteund als innovatieve technologie binnen Horizon Europe⁹⁷ en de Fit for 55-strategie.⁹⁸

Potentieel: 5,4 Mton CO₂ per jaar in Nederland in 2050, afhankelijk van opschalingsmogelijkheden en beschikbaarheid van geschikte mineralen.

⁹⁷[Europese Commissie, Horizon Europe \[online\] \(2024\)](#)

⁹⁸[Europese Commissie, Delivering the European Green Deal \[online\] \(2019-2024\)](#)

VI. Praktijkvoorbeelden: Versnelde verwerking van mineralen (Enhanced Weathering) *Natuurlijk (groen)*

Nederland – Greensand (greensand.com)

Verwerkt olivijn als vervanger van zand in beton en infrastructuurtoepassingen, wat bijdraagt aan langdurige CO₂-opslag.

Nederland – Paebble (paebble.earth)

Ontwikkelt CO₂-opnemende bouwmaterialen, zoals olivijnbeton, met toepassingen in de bouwsector.

Nederland – Steenmeel in landbouw

Mineralen zoals olivijnmeel worden toegepast op landbouwgrond om de bodemkwaliteit te verbeteren en CO₂ vast te leggen.

Europa – UNDO (Ierland) (undo.earth)

Een van de eerste grootschalige enhanced weathering-projecten in Europa, gericht op landbouwtoepassingen.

Europa – Metalplant (Albanië)

Onderzoekt de inzet van metaalsilicaten voor versnelde verwerking als middel voor CO₂-vastlegging en bodemverbetering.

Europa – Carbon Drawdown Initiative (Duitsland)

Werkzaam in onderzoek en pilotprojecten rond versnelde mineralisatieprocessen.

Wereldwijd – InPlanet's Serra da Mantiqueiras Project (Brazilië)

Landbouwproject in Brazilië dat versnelde verwerking toepast op zure bodems voor koolstofvastlegging.

Wereldwijd – 44.01 (Oman) (4401.earth)

Voert grootschalige CO₂-mineralisatie in peridotietgesteente uit, waarmee CO₂ wordt vastgelegd.

Wereldwijd – Lithos Carbon (VS) (lithoscarbon.com)

Past versnelde verwerking toe in regeneratieve landbouw, CO₂-opname en bodemgezondheid combi.

Wereldwijd – Alt Carbon (India) (altcarbon.in)

Ontwikkelt mineralisatie processen in tropische bodems om CO₂ op te slaan en tegen landdegradatie.

Relevante activiteiten die aanwezig zijn in de regio Noord-Holland welke een correlatie hebben met de vastlegging methodiek: 6. Versnelde verwerking van mineralen (Enhanced Weathering) *Natuurlijk (groen)*

● Noord-Holland (Praktijk) - GreenSand (www.greensand.nl)

GreenSand verwijdert CO₂ uit de atmosfeer door het mineraal olivijn toe te passen in onder andere tuinen, sportvelden en openbare ruimtes. Wanneer olivijn in contact komt met water en CO₂, bindt het CO₂ blijvend via een natuurlijke chemische reactie. Elke ton olivijn kan ongeveer één ton CO₂ vastleggen. Hiermee draagt GreenSand bij aan klimaatverbetering en biedt het ook CO₂-compensatie opties voor bedrijven en particulieren.

● **Kansrijkheid: Er is op het moment nog geen beleid op koolstofvastlegging via versnelde verwerking.**

● **Noord-Holland (In ontwikkeling) – Climate Cleanup Foundation (www.climatecleanup.nl)**

Climate Cleanup werkt aan de ontwikkeling van het Rock-Stored Carbon-protocol, waarmee CO₂-opslag in gesteenten (via mineralisatie van Olivijn) meetbaar en certificeerbaar wordt gemaakt als onderdeel van natuurlijke klimaatoplossingen.

● **Kansrijkheid: Hoewel nog in ontwikkeling, sluit dit protocol aan bij de groeiende aandacht voor permanente CO₂-verwijdering en biedt het perspectief voor toepassing binnen Noord-Hollandse innovaties in voor de Klimaataanpak.**

Relevante activiteiten die aanwezig zijn in de regio Utrecht welke een correlatie hebben met de vastlegging methodiek: 6. Versnelde verwerking van mineralen (Enhanced Weathering) *Natuurlijk (groen)*

● **Utrecht (Beleid) - Er is op het moment nog geen beleid op koolstofvastlegging via versnelde verwerking.**

Relevante activiteiten die aanwezig zijn in de provincie Gelderland welke een correlatie hebben met de vastlegging methodiek: 6. Versnelde verwerking van mineralen (Enhanced Weathering) *Natuurlijk (groen)*

● **Gelderland (Beleid & Praktijk) - Er zijn nog geen praktijken of actief beleid omtrent het toepassen van Versnelde verwerking van materialen.**

VII. Herstel van wetlands (Wetland Restoration) *Natuurlijk (groen)*

Wetlands, zoals veengebieden, moerassen en mangroves, behoren tot de meest effectieve natuurlijke koolstofputten ter wereld. Herstel en bescherming van deze ecosystemen dragen bij aan CO₂-opslag in sedimenten, aquatische vegetatie en algen en helpen tegelijkertijd bij biodiversiteitsherstel, waterbeheer en klimaatadaptatie.

Vormen: Herstel van veen, vijvers, meren en wetlands, en toepassing van algen technologieën voor CO₂-opname. Oppervlaktewater & veen: Vastlegging van CO₂ in waterlichamen door natuurlijke of gemodificeerde processen, zoals opname in sedimenten, aquatische vegetatie en algen. Dit draagt bij aan ecologisch herstel en verhoogt de opnamecapaciteit van waterlichamen.

Beleid: Wetlandherstel is in ontwikkeling binnen Europese en Nederlandse klimaatadaptatiestrategieën. Onderzoek naar algentechnologieën en zoetwater-ecosystemen wordt ondersteund via Horizon Europe en andere EU-programma's.⁹⁹

Potentieel: Wetlands, zoals veengebieden en mangroves, behoren tot de meest efficiënte koolstofputten ter wereld. In sommige gevallen kunnen ze tot tien keer zoveel koolstof per hectare opslaan als bossen, afhankelijk van het ecosysteemtype en de mate van herstel¹⁰⁰. In Nederland bieden veenweidegebieden een aanzienlijk potentieel voor koolstofvastlegging. Door

⁹⁹[CIRCALGAE, Sustainable algae-based biorefineries supporting the health of aquatic ecosystems \[online\] \(2024\)](#)

¹⁰⁰[Buijter, R., Veengebieden zijn veel betere CO₂-sponzen dan tropisch oerwoud \[online\] \(2022\)](#)

waterpeilverhoging met 10 tot 40 cm kan de CO₂-opslagcapaciteit toenemen met 5 tot 15 ton per hectare, wat kan resulteren in een totale extra opslag van 25.000 tot 75.000 ton CO₂ bij het vernatten van 5.000 hectare¹⁰¹.

VII. Praktijkvoorbeelden: Herstel van wetlands (Wetland Restoration) *Natuurlijk (groen)*

Nederland – Valuta voor Veen (valutavoorveen.nl)

Focus op veenherstel en waterbeheer: CO₂-uitstoot verminderen en langdurige koolstofvastlegging.

Nederland - Pilot 'De Wieden' Veenmakers (Restore Carbon BV) en Natuurmonumenten (www.natuurmonumenten.nl)

De pilot van Veenmakers injecteert gecertificeerd gebiedseigen maaisel (via ONCRA) diep in de veenbodem om koolstof permanent op te slaan, CO₂-uitstoot te voorkomen en mogelijke bodemdaling tegen te gaan.

Nederlandse Antillen – Mangrove Maniacs (Bonaire) (mangrovemaniacs.org)

Herstelproject op dat mangrove-ecosystemen herstelt, bijdraagt aan CO₂-opslag en kustbescherming..

Europa – WaterLANDS (waterlands.eu)

Een grootschalig EU-project voor wetlandherstel en klimaatmitigatie in verschillende Europese regio's.

Europa – Restor4Cs (Horizon Research) (restor4cs.eu)

Onderzoekt de rol van wetlands en blauwe koolstofecosystemen in CO₂-opslag en klimaatadaptatie.

Europa – REWET (EU Research) (rewet.eu)

Een onderzoeksproject gericht op het kwantificeren en verbeteren van koolstofopslag in wetlands..

Wereldwijd – Mangrove Breakthrough Initiative (mangrovealliance.org)

Een wereldwijd initiatief om mangrovebossen te herstellen, met sterke koolstofvastleggings- en klimaatadaptatievoordelen.

Wereldwijd – Senegal's grootschalige mangroveherstel

Meer dan 80.000 hectare mangroves hersteld, helpt bij CO₂-opslag, biodiversiteitsherstel en kustbescherming.

Wereldwijd – Building with Nature (Indonesië) (wetlands.org)

Innovatief project waarbij natuurlijke processen worden ingezet voor kustbescherming en vastlegging.

Relevante activiteiten die aanwezig zijn in de regio Noord-Holland welke een correlatie hebben met de vastlegging methodiek: 7. Herstel van wetlands (Wetland Restoration) *Natuurlijk (groen)*

■ Noord-Holland (Actief beleid) - Klimaataanpak Noord-Holland (www.noord-holland.nl)

De Klimaataanpak heeft als doel om 50% minder uitstoot uit veenweidegebieden te realiseren.

Kansrijkheid: Het herstellen van veenweidegebieden door het verhogen van het waterpeil kan op lange termijn zorgen voor koolstofopslag.

■ Noord-Holland (Inactief beleid, maar inhoudelijk nog relevant) - Provinciaal Programma Landelijk Gebied (PPLG) (www.noord-holland.nl)

¹⁰¹ [Staatsbosbeheer. Veen en CO₂ opslaan \[online\] \(2024\).](#)

Het PPLG beschrijft de complexiteiten van het reduceren van emissies in en het herstellen van veenweidegebieden in de provincie Noord-Holland.

■ Noord-Holland (Actief beleid) - Korte Termijn Agenda Landelijk Gebied Noord-Holland 2025-2027
(www.noord-holland.nl)

De provincie Noord-Holland zet in op een gebiedsgerichte aanpak voor de veenweidegebieden door het programma 'Klimaatlim boeren Groene Hart' te verbreden naar de hele provincie. Daarnaast investeert de provincie samen met het Rijk in gebiedsprocessen met impuls gelden. Ook wordt gewerkt aan een veenweidestrategie voor de periode 2025–2027 en wordt een deel van de landelijke middelen voor agrarisch natuurbeheer gericht ingezet op broeikasgasreductie in veenweiden.

■ Noord-Holland (Concept beleid) - Concept Regionale Veenweide Strategie 1.0 (www.noord-holland.nl)

De Regionale Veenweide Strategie 1.0 van Noord-Holland richt zich op het verminderen van broeikasgasuitstoot en bodemdaling in veenweidegebieden, met als doel klimaatdoelen te behalen en ruimte te creëren voor duurzame landbouw, biodiversiteit en weidevogels.

■ Noord-Holland (Actief beleid) - Regionaal Waterprogramma 2022-2027 (www.noord-holland.nl)

Het programma richt zich op het verbeteren van de bodem- en waterkwaliteit in de provincie Noord-Holland. Hierbij wordt het herstellen van de waterkwaliteit in natuurgebieden, waaronder wetlands besproken.

■ Noord-Holland (Actief beleid) - Uitvoeringsprogramma Natuur 2024-2030¹⁰²

In het uitvoeringsprogramma beschrijft de provincie welke maatregelen het neemt om de stikstofproblematiek in N2000 gebieden tegen te gaan. Daarbij behoren natuurherstel maatregelen voor een robuuster natuurgebied. Met de realisatie van extra natuur kan actief koolstof vastgelegd worden.

■ Noord-Holland (Actief beleid) - Gebiedsprogramma Laag Holland (www.landschapnoordholland.nl)

Het gebiedsprogramma Laag Holland vormt de basis voor een integrale aanpak van onder meer bodemdaling en broeikasgasuitstoot in veenweidegebieden, met als doel een toekomstbestendig landschap en duurzaam gebruik van het gebied.

● Noord-Holland (Praktijk) - Initiatief Zuurvenspolder (www.landschappennoordholland.nl)

Een initiatief van buurtbewoners bij de Zuurvenspolder die de polder wil veiligstellen voor de toekomst, met als doel: de bloemrijke weilanden omvormen tot rijke natuur, behoud van het unieke karakter, de biodiversiteit verhogen en tegelijkertijd onderzoeken welke vormen van recreatie het beste passen bij deze polder.

● Noord-Holland (Praktijk) - Veen- en poldercoalitie (voorheen Amsterdam Wetlands)
(www.landschappennoordholland.nl)

Het project richt zich op het ontwikkelen van 12.000 hectare aaneengesloten topnatuur tussen Amsterdam en Alkmaar door herstel van veenweidenatuur, versterking van biodiversiteit, beperking van bodemdaling en CO₂-uitstoot, en het stimuleren van duurzame landbouw en recreatie.

● Noord-Holland (Praktijk) - Klimaatlim Boeren op Veen in het Groene Hart
(www.klimaatlimboerenopveen.nl)

De coalitie, bestaande uit agrarische collectieven, provincies en waterschappen, ondersteunt polderinitiatieven van

¹⁰² Provincie Noord-Holland. 'Uitvoeringsprogramma Natuur' [PDF] (2024)

boeren bij het verkennen en realiseren van praktijkgerichte maatregelen voor veenherstel, wat zorgt het afremmen van bodemdaling, reductie van broeikasgasemissies, etc. Dit omvat waterinfiltratiesystemen en het beheer van slootkanten. De coalitie financiert ook pilots en experimenten die bijdragen aan deze doelstellingen, met middelen van de provincies.

Relevante activiteiten die aanwezig zijn in de regio Utrecht welke een correlatie hebben met de vastlegging methodiek: 7. Herstel van wetlands (Wetland Restoration) *Natuurlijk (groen)*

■ Utrecht (Actief beleid) - Omgevingsvisie Provincie Utrecht (www.provincie-utrecht.nl)

De Utrechtse Omgevingsvisie beschrijft het toekomstbeeld voor de provincie. Hierbij focust de provincie op een klimaatrobuuste regio met een goede bodemkwaliteit en natuurherstel. Hier wordt gefocust op het reduceren van de uitstoot en het herstellen van veenweidegebieden in de provincie.

■ Utrecht (Actief beleid) - Klimaataanpak Utrecht (www.provincie-utrecht.nl)

De Utrechtse klimaataanpak beschrijft de focus voor het reduceren van emissies uit veenweidegebieden. Het herstellen van veen kan ook zorgen voor actieve koolstofvastlegging op lange termijn.

■ Utrecht (Inactief beleid, maar inhoudelijk nog relevant.) - Utrechts Programma Landelijk Gebied (PPLG) (www.provincie-utrecht.nl)

Het beleidsprogramma beschrijft onder andere de maatregelen om het herstellen van veenweidegebieden tegen bodemdaling en het verbeteren van de natuur in de provincie.

■ Utrecht (Actief beleid) - Bodem- en Waterprogramma 2022 -2027 (www.provincie-utrecht.nl)

Het programma gaat over duurzaam gebruik van de ondergrond, circulariteit, schoon oppervlaktewater, schone bodem en schoon grondwater, voldoende water, waterveiligheid en energie uit bodem en water. Ook actuele vraagstukken zijn onderdeel van het programma. Een gezonde ondergrond en hersteld veengebied draagt bij aan natuurherstel en daarbij horende koolstofvastlegging.

■ Utrecht (Actief beleid) - Aanpak Biodiversiteit in Stad en Dorp (BiSD) (www.provincie-utrecht.nl)

De provincie beschrijft de doelstelling voor het toevoegen van natuur en biodiversiteit in de gebouwde omgeving.

■ Utrecht (Beleid) - Uitvoeringsprogramma Regionale Veenweiden Strategie Utrechtse Veenweiden 2023-2024

Het uitvoeringsprogramma was een bouwsteen van de UPLG en beschrijft de maatregelen en doelstelling voor het herstellen van veenweiden in de provincie Utrecht.

● Kansrijkheid: Er liggen kansen voor beleidsontwikkeling omtrent actieve koolstofvastlegging in veenweidegebieden.

Relevante activiteiten die aanwezig zijn in de provincie Gelderland welke een correlatie hebben met de vastlegging methodiek: 7. Herstel van wetlands (Wetland Restoration) *Natuurlijk (groen)*

■ Gelderland (Actief beleid) - Herstelprogramma Vennen en venen (www.gelderland.nl)

Het herstelprogramma Vennen en Venen richt zich op ecologisch herstel van kwetsbare natte natuur binnen en rond het Natura 2000-gebied Veluwe. Het doel is om leefgebieden van zeldzame watergebonden habitats en soorten, zoals vennen, hoogvenen en blauwgraslanden, te herstellen en te versterken. Maatregelen kunnen ook buiten Natura 2000-gebieden liggen, zolang ze bijdragen aan herstel binnen het gebied.

● Kansrijkheid: Er liggen kansen rondom beleidsontwikkelingen op het gebied van koolstofvastlegging in veengebieden.

VIII. Blauwe koolstofbeheer (Blue Carbon Management) *Natuurlijk (groen)*

Blauwe koolstofbeheer richt zich op de vastlegging van CO₂ in mariene en kustecosystemen, zoals mangroves, zeegrasvelden en kwelders. Deze ecosystemen slaan koolstof op in zowel hun biomassa als de onderliggende sedimenten, wat bijdraagt aan klimaatmitigatie en biedt voordelen zoals kustbescherming en habitat voor biodiversiteit.

Vormen: Herstel en bescherming van kwelders, zeegrasvelden en mangroves. Innovatieve benaderingen omvatten het kweken van zeewier voor CO₂-opname, dat vervolgens kan worden gebruikt in bouwmaterialen of gecontroleerd wordt afgezonken voor langdurige koolstofopslag.

Beleid: Blauwe koolstofinitiatieven zijn geïntegreerd in programma's zoals het EU LIFE Climate Action-programma¹⁰³ en maritieme strategieën, waaronder het [Blue Carbon Initiative](#). In 2023 publiceerde de VN een primer over Europese initiatieven op het gebied van blauwe koolstof¹⁰⁴, waarin het belang van deze ecosystemen voor klimaatmitigatie en biodiversiteitsbehoud wordt benadrukt. Potentieel: Blauwe koolstofecosystemen kunnen wereldwijd tussen 4 en 10 ton CO₂ per hectare per jaar opslaan, afhankelijk van het ecosysteemtype en de mate van herstel.

¹⁰³[CINEA, LIFE Programme \[online\] \(2024\)](#)

¹⁰⁴[Endangered Landscapes Programme. Blue Carbon Primer \[pdf\] \(2023\)](#)

VII. Praktijkvoorbeelden: Blauwe koolstofbeheer (Blue Carbon Management) *Natuurlijk (groen)*

Nederland – [Pilot zeegrasherstel Rijkswaterstaat](#)

Beschrijving: Herstelproject gericht op terugkeer van zeegrasvelden in de Waddenzee, wat bijdraagt aan CO₂-opslag en biodiversiteitsherstel. Status: Pilotfase

Nederland – North Sea Farmers ([northseafarmers.org](#))

Beschrijving: Promoot de teelt van zeewier in de Noordzee voor CO₂-opname en duurzame productie van biobased materialen. Status: Operationeel

Europa – WaterLANDS ([waterlands.eu](#))

Beschrijving: Grootschalig EU-project voor herstel van wetlands en kustecosystemen met aandacht voor koolstofvastlegging en biodiversiteit. Status: Onderzoek & herstelproject

Europa – Restor4Cs (Horizon Research) ([restor4cs.eu](#))

Beschrijving: Ondersteunt initiatieven om kust- en mariene ecosystemen te herstellen en de CO₂-opslagcapaciteit te vergroten. Status: Onderzoek

Wereldwijd – Climate Foundation ([climatefoundation.org](#))

Ontwikkelt zeewiersystemen voor CO₂-opslag en voedselzekerheid binnen mariene ecosystemen. Status: Pilotfase

Wereldwijd – Mangrove Breakthrough Initiative ([mangrovealliance.org](#))

Beschrijving: Streeft naar herstel van mangrovebossen, wat bijdraagt aan CO₂-vastlegging, biodiversiteitsherstel en kustbescherming. Status: Actief wereldwijd herstelprogramma

Relevante activiteiten die aanwezig zijn in de regio Noord-Holland welke een correlatie hebben met de vastlegging methodiek: 8. Blauwe koolstofbeheer (Blue Carbon Management) *Natuurlijk (groen)*

Noord-Holland (Actief beleid) - Omgevingsvisie NH2050 ([www.noord-holland.nl](#))

De Omgevingsvisie beschrijft de visie op een toekomstbestendig kustgebied. Hierbij wordt beschreven hoe de ecosystemen langs de kust worden geïtaliseerd en hersteld. Dit komt overeen met koolstofvastlegging via blauw koolstofbeheer.

Noord-Holland (Actief beleid) - Uitvoeringsprogramma Natuur 2024-2030¹⁰⁵

In het uitvoeringsprogramma beschrijft de provincie welke maatregelen het neemt om de stikstofproblematiek in N2000 gebieden tegen te gaan. Daarbij behoren natuurherstel maatregelen voor een robuuster natuurgebied. Met de realisatie van extra natuur kan actief koolstof vastgelegd worden.

Noord-Holland (Beleed) - Ambitieprogramma Ruimtelijke Kwaliteit kustzone Hoorn-Amsterdam ([www.noord-holland.nl](#))

¹⁰⁵ [Provincie Noord-Holland, 'Uitvoeringsprogramma Natuur' \[PDF\] \(2024\)](#)

Het programma beschrijft projecten voor de ontwikkeling en herstel van het waterecosysteem op verschillende plekken in Noord-Holland.

■ Noord-Holland (Inactief beleid, maar inhoudelijk relevant) - Provinciaal Programma Landelijk Gebied (PPLG) (www.noord-holland.nl)

Het programma omschrijft de doelstellingen en uitdagingen voor kustgebieden en daarbij horende ecosystemen. De provincie wil verzilting tegengaan en een vitale bodem in de kustgebieden.

● **Kansrijkheid: Koolstofvastlegging in mariene ecosystemen en kustgebieden kan verder meegenomen worden in het provinciaal beleid.**

■ Noord-Holland (Actief beleid) - Korte Termijn Agenda Landelijk Gebied Noord-Holland 2025-2027 (www.noord-holland.nl)

De provincie Noord-Holland werkt actief aan natuurherstel in kustgebieden via afronding van het Natuurnetwerk Nederland (NNN), ecologisch herstel binnen natuurgebieden en verbetering van hydrologische condities. Voorbeelden zijn herstel van veenmoeras in de Eilandspolder, natuurverbindingen in de binnenduinrand en maatregelen in de Oostelijke Vechtplassen. Daarnaast investeert de provincie in kwaliteitsverbetering van bestaande natuur via regelingen als SPA en SKNL en bereidt zij zich voor op het realiseren van aanvullende Europese natuurdoelen buiten Natura 2000-gebieden.

Relevante activiteiten die aanwezig zijn in de regio Utrecht welke een correlatie hebben met de vastlegging methodiek: 8. Blauwe koolstofbeheer (Blue Carbon Management) *Natuurlijk (groen)*

■ Utrecht (Actief beleid) - Natuurvisie Utrecht 2050 (www.provincie-utrecht.nl)

De Natuurvisie schetst een toekomstbeeld waarin de Nederrijn, Lek en hun zijrivieren een veerkrachtig, natuurlijk riviersysteem vormen dat klimaatbuffers biedt, biodiversiteit versterkt en leefruimte schept voor mens en natuur. Koolstofvastlegging in riviersysteem is een mogelijkheid.

● **Kansrijkheid: Actief beleid op natuurherstel in riviersysteem kan bijdragen aan koolstofvastlegging.**

■ Utrecht (Actief beleid) - Hydrologisch Herstel Kromme Rijnstreek (www.provincie-utrecht.nl)

Het project onderzoekt welke maatregelen nodig en effectief zijn om het watersysteem in de Kromme Rijnstreek te herstellen en af te stemmen op natuurdoelen, met oog voor de impact op andere functies zoals landbouw en bebouwing.

● Utrecht (Praktijk) - Natuurherstel De Elster Buitenwaarden (www.provincie-utrecht.nl)

Het project 'De Elster Buitenwaarden' richt zich op het herstel en de ontwikkeling van 145 hectare uiterwaardennatuur langs de Nederrijn, waarbij een mozaïek van natte en droge leefgebieden wordt gecreëerd om biodiversiteit te bevorderen, natuurgebieden te verbinden en de waterkwaliteit te verbeteren.

Relevante activiteiten die aanwezig zijn in de provincie Gelderland welke een correlatie hebben met de vastlegging methodiek: 8. Blauwe koolstofbeheer (Blue Carbon Management) Natuurlijk (groen)

Gelderland (Actief beleid) - Natuurbeheerplan 2025 (www.gelderland.nl)

Het natuurbeheerplan bevordert herstel van uiterwaarden met natte, kruidenrijke graslanden en extensief agrarisch beheer, wat leidt tot verhoogde koolstofopslag in bodems. Deze aanpak draagt bij aan de klimaatdoelen door een natuurlijke vorm van blue carbon management te ondersteunen.

Kansrijkheid: Er liggen kansen voor beleidsontwikkeling en onderzoeksmogelijkheden voor het opslaan van CO₂ in riviergebieden.

Gelderland (Praktijk) - Levende Rivieren (Ark Rewilding) (www.levenderivieren.nl)

Het project Levende Rivieren is een gezamenlijke visie van zes natuurorganisaties, waaronder het Wereld Natuur Fonds en ARK Rewilding Nederland, gericht op het creëren van een klimaatbestendig en natuurlijk rivierenlandschap. Door meer ruimte te geven aan natuurlijke processen langs de rivieren streven zij naar een balans tussen waterveiligheid, natuurontwikkeling, recreatie en andere functies, met als doel het verdubbelen van het rivier natuurgebied tot 25.000 hectare.

Kansrijkheid: Er liggen kansen om natuurherstel in riviergebieden en uiterwaarden te koppelen met koolstofvastlegging.

IX. Verhoging van oceanische alkaliniteit (Ocean Alkalinity Enhancement) *natuurlijk en mogelijk met technologisch versnellers (als basis groen en kan deels grijs)*

Ocean Alkalinity Enhancement (OAE) is een methode waarbij alkalische mineralen, zoals kalksteen, olivijn of basalt, worden toegevoegd aan de oceaan om de chemische buffercapaciteit van het water te vergroten. Dit proces verhoogt de CO₂-opnamecapaciteit van de oceaan en draagt bij aan langdurige koolstofvastlegging, doordat de opgeloste CO₂ wordt omgezet in stabiele bicarbonaationen (HCO₃⁻) en carbonaationen (CO₃²⁻). Naast het versterken van de CO₂-opslagfunctie van de oceaan, kan OAE oceaanzuring tegengaan, wat gunstig is voor mariene ecosystemen zoals koraalriffen en schelpdieren die afhankelijk zijn van een stabiele pH-waarde¹⁰⁶.

In sommige gevallen kan OAE ook kustbescherming en ecosysteemherstel ondersteunen, bijvoorbeeld door de groei van kalkvormende organismen zoals koraalriffen en schelpdieren te bevorderen. Naast de traditionele methode van mineraaltoevoeging, kan OAE ook worden uitgevoerd via elektrochemische alkalinisatie, waarbij elektriciteit wordt gebruikt om de chemische balans van zeewater te wijzigen en de opname van CO₂ te vergroten¹⁰⁷.

Alhoewel deze elektrochemische processen effectiever kunnen zijn dan natuurlijke verwerking, vragen ze aanzienlijke hoeveelheden energie, variërend van 100 tot 500 kWh per ton CO₂-verwijdering,

¹⁰⁶ J. Wu, D.P. Keller, A. Oschlies, *Carbon dioxide removal via macroalgae open-ocean mariculture and sinking: an Earth system modeling study* [online] (2023)

¹⁰⁷ S.C. Doney, W.H. Wolfe, D.C. McKee, *The science, engineering, and validation of marine carbon dioxide removal and storage* [online] (2024)

afhankelijk van de efficiëntie van het proces³¹⁰⁸. De haalbaarheid van elektrochemische OAE hangt daarom sterk af van de beschikbaarheid van hernieuwbare energie en mogelijke synergiën met andere industriële processen, zoals waterstofproductie.

Hoewel OAE een veelbelovende methode is voor CO₂-verwijdering en oceaanzuring kan tegengaan, zijn er nog uitdagingen op het gebied van grootschalige implementatie. Dit omvat de logistiek van mineraaltoevoer en verspreiding, de ecologische impact op mariene ecosystemen en de kosten van elektrochemische processen. Verdere onderzoek en demonstratieprojecten zijn nodig om de effectiviteit, veiligheid en duurzaamheid van deze methode te garanderen.

Vormen: Toevoeging van fijn gemalen kalksteen, olivijn of andere alkalische mineralen aan oceaanzuur om de natuurlijke koolstofcyclus te versterken.

Beleid: Ondersteund door het EU Innovation Fund en opgenomen in Horizon Europe als innovatieve koolstofverwijderingstechnologie. OAE wordt onderzocht binnen programma's zoals [OceanNETs](#), dat de haalbaarheid en risico's van deze aanpak in kaart brengt.

Potentieel: Onderzoek suggereert dat OAE op wereldschaal gigatonnen CO₂ per jaar kan verwijderen, maar verdere studies zijn nodig om effectiviteit, veiligheid en opschaalbaarheid te bepalen.

IX. Praktijkvoorbeelden: Verhoging van oceanische alkaliniteit (Ocean Alkalinity Enhancement) deels natuurlijk en deels technisch

Nederland- TU Delft & NIOZ ([dmv versnelde verwerking van gesteenten in mariene omgeving met olivijn](#))

Onderzoeksgroepen binnen de TU Delft en het Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ) werken aan het begrijpen van de effecten van alkaliniteit verhoging op mariene ecosystemen en de stabiliteit van CO₂-opslag in oceanen.

Europa – University of Hamburg ([uni-hamburg.de](#))

Onderzoek naar het effect van alkaliniteitstoename in de Noordzee, met kleinschalige tests van mineralen zoals kalksteen.

Wereldwijd – Project Vesta (VS) ([projectvesta.org](#))

Status: Pilotfase

Beschrijving: Toepassing van olivijnzand in kustwateren om CO₂-opname te verhogen en oceaanzuring te verminderen. Testlocaties bevinden zich in het Caribisch gebied en de VS.

¹⁰⁸ [H.T. Cong, X.Q. Yan, L.K. Yang, Y. Jiang, Coupling Electrochemical Alkalinization and Mineral Dissolution for Ambient Removal of Both Influent CO₂ and Dissolved Nitrite in Seawater \[online\] \(2024\).](#)

Relevante activiteiten die aanwezig zijn in de regio Noord-Holland welke een correlatie hebben met de vastlegging methodiek: IX. Praktijkvoorbeelden: Verhoging van oceanische alkaliniteit (Ocean Alkalinity Enhancement) *deels natuurlijk en deels technisch*

● Noord-Holland (Beleid) - Er ontbreekt momenteel beleid en praktijk voor deze kooldstofvastleggingsmethode.

Relevante activiteiten die aanwezig zijn in de regio Utrecht welke een correlatie hebben met de vastlegging methodiek: IX. Praktijkvoorbeelden: Verhoging van oceanische alkaliniteit (Ocean Alkalinity Enhancement) *deels natuurlijk en deels technisch*

● Utrecht (Beleid) - Er is nog geen beleid of mogelijkheid voor deze methode in de regio Utrecht.

Relevante activiteiten die aanwezig zijn in de provincie Gelderland welke een correlatie hebben met de vastlegging methodiek: IX. Praktijkvoorbeelden: Verhoging van oceanische alkaliniteit (Ocean Alkalinity Enhancement) *deels natuurlijk en deels technisch*

● Gelderland (Beleid) - Niet van toepassing voor provincie Gelderland

X. Oceanische bemesting (Ocean Fertilization) *natuurlijk*

Oceanische bemesting is een methode waarbij voedingsstoffen zoals ijzer of stikstof worden toegevoegd aan oceaanwater om de groei van fytoplankton te stimuleren. Dit plankton neemt CO₂ op via fotosynthese, en wanneer het sterft, kan de vastgelegde koolstof naar diepere oceanlagen zinken en daar langdurig worden opgeslagen. Hoewel het concept veelbelovend is, bestaan er ecologische zorgen over de mogelijke effecten op mariene ecosystemen.

Vormen: Toevoeging van ijzer, stikstof of fosfor aan oceanen om biologische koolstofopslag via fytoplankton bloei te stimuleren.

Beleid: Oceanische bemesting wordt beperkt toegepast vanwege onzekerheid over ecologische neveneffecten. Het is onder strikte voorwaarden toegestaan onder het London Protocol en gereguleerd door de International Maritime Organization (IMO). Toepassing vereist milieubeoordelingen en monitoring.

Opvallend: Oceaanbemesting is in de vorige eeuw op pilotschaal getest, echter de ecosysteme effecten waren dusdanig negatief dat verdere pilots zijn uitgebleven. Door bemesting kan veel algengroei ontstaan die niet alleen CO₂ opneemt maar ook zuurstof wegneemt.

Potentieel: Wetenschappelijke modellen suggereren dat deze techniek gigatonnen CO₂ per jaar kan vastleggen, maar er is onzekerheid over de langdurige opslagcapaciteit en mogelijke verstoringen van mariene ecosystemen.

X. Praktijkvoorbeelden: Oceanische bemesting (Ocean Fertilization) *Natuurlijk (groen)*

Europa – LOHAFEX-project (Duitsland/India)

Status: Afgerond onderzoeksexperiment

Beschrijving: Onderzoek naar de effecten van ijzerbemesting in de Zuidelijke Oceaan¹⁰⁹ als onderdeel van een Duits-Indiase samenwerking. De resultaten lieten een tijdelijke toename van fytoplankton zien, maar er was onzekerheid over de netto CO₂-opslag.

Europa – GEA@275 (niet meer actief)¹¹⁰

Status: Stopgezet

Beschrijving: Dit project werd in eerdere discussies over geo-engineering genoemd, onder andere in de documentaire *Ice on Fire*, maar werd uiteindelijk niet doorgezet vanwege onzekerheden en regelgeving.

Wereldwijd – [GigaBlue](#)

Status: Onderzoek en experimentele fase

Beschrijving: Een van de weinige hedendaagse initiatieven die oceanische bemesting onderzoekt, met tests in de Stille Oceaan en de Zuidelijke Oceaan.

¹⁰⁹ [GEOMAR, Ocean for Climate Protection \[online\] \(2024\)](#)

¹¹⁰ [Total Croatia News, Marine Snow: Stasa Puskaric's Innovative Solution \[online\] \(2024\)](#)

Relevante activiteiten die aanwezig zijn in de regio Noord-Holland welke een correlatie hebben met de vastlegging methodiek: 10 Oceanische bemesting (Ocean Fertilization) *Natuurlijk (groen)*

● Noord-Holland (Beleid) - Er is op het moment voor deze vastleggingsmethodiek nog geen actief beleid.

Relevante activiteiten die aanwezig zijn in de regio Utrecht welke een correlatie hebben met de vastlegging methodiek: 10 Oceanische bemesting (Ocean Fertilization) *Natuurlijk (groen)*

● Utrecht (Beleid) - Er is op het moment voor deze vastleggingsmethodiek nog geen actief beleid of mogelijkheid.

Relevante activiteiten die aanwezig zijn in de provincie Gelderland welke een correlatie hebben met de vastlegging methodiek: 10 Oceanische bemesting (Ocean Fertilization) *Natuurlijk (groen)*

● Gelderland (Beleid) - Niet van toepassing voor provincie Gelderland

1.2 Beleidsintegratie koolstofvastlegging met andere beleidsopgaven

Afwegingskader

Beleidsmakers hebben een belangrijke rol in het scheppen van de juiste condities voor CO₂ vastlegging in de economie. De tien methodes voor vastlegging die het IPCC onderscheid (zie 1.1 Afbakening natuurlijke koolstofvastlegging methoden) hebben verschillende eigenschappen, kosten, schaalbaarheid, energiebehoefte, korte en langdurige vastlegging, natuurlijk en/of technologisch en verschillende negatieve en/of positieve impact op andere milieufactoren dan klimaat. Middelen om een bepaalde aanpak al dan niet te stimuleren zijn echter beperkt. Het hanteren van een eenvoudig maar geïntegreerd afwegingskader is daarom van groot belang. Ter ondersteuning is er een [‘Koolstofvastlegging Huis’](#) ontwikkeld voor inzicht in de effecten van de koolstofvastleggingsmethoden op de maatschappelijke opgaven zoals volgens de Nationale Omgevingsvisie.

Om de belangen van heel Nederland te dienen, kunnen de beleidsdoelen van de relevante Ministeries als uitgangspunt worden genomen. In de landelijke beleidsdiscussie is het Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur essentieel, omdat vanwege de stikstofregels ook veel andere sectoren ‘op slot’ zitten. Met name natuurlijke vastlegging kan hier oplossingen bieden. Maar ook de beleidsdoelen van Klimaat en Groene Groei, Volkshuisvesting en Ruimte Ordening, Volksgezondheid Welzijn en Sport en Economische Zaken kunnen door CO₂ vastlegging worden ondersteund. In tabel 1 worden de effecten op de beleidsdoelen schematisch uitgewerkt.

Relevante uitdagingen/ontwikkelingen binnen beleidsopgaven die invloed kunnen hebben op het afwegingskader

Zoals in de bovenstaande paragraaf wordt uitgelegd, zijn er veel afwegingen te maken binnen de klimaataanpak om koolstofvastlegging mee te nemen. Het is belangrijk om de meest recente ontwikkelingen in de gaten te houden. Hierbij spelen relevante uitdagingen en ontwikkelingen binnen deze beleidsopgaven een cruciale rol, aangezien zij direct invloed hebben op de manier waarop koolstofvastlegging effectief, haalbaar en ruimtelijk inpasbaar kan worden vormgegeven.

Onderstaande uitdagingen en ontwikkelingen zijn van directe invloed op het afwegingskader voor koolstofvastlegging en bepalen mede de haalbaarheid, wenselijkheid, en effectiviteit van maatregelen:

1.2.1 Circulaire economie en biobased bouwen

De circulaire economie, waarbij in het bijzonder biobased bouwen, biedt kansen om extra koolstof vast te leggen in materialen. Bij biobased bouwen worden plantaardige grondstoffen zoals hout, hennep of stro gebruikt. Tijdens de groei nemen deze gewassen CO₂ op uit de atmosfeer. Wanneer ze vervolgens in gebouwen worden toegepast, blijft die koolstof voor de levensduur van het gebouw opgeslagen. Zo'n houten of biobased huis fungeert dan als een "koolstof depot", terwijl tegelijk klimaatvriendelijke bouwmaterialen als beton en staal worden vervangen¹¹¹. Dit heeft grote klimaatvoordelen: uit onderzoek van TNO blijkt dat de bijdrage van houtbouw aan klimaatverandering ruim de helft lager is vergeleken met traditionele bouw, wanneer je de CO₂-opslag in het hout meerekent¹¹². Niet voor niets pleit men al langer voor meer houtbouw. In Nederland heeft de overheid ook stappen gezet: zo nam de Tweede Kamer een motie aan om de teelt van vezelgewassen (zoals hennep) voor biobased bouw te stimuleren¹¹³.

Toch gaat de omslag naar circulair en biobased bouwen nog langzaam. Bouwen met natuurlijke materialen leidt aantoonbaar tot minder CO₂-uitstoot, maar "de methode groeit nog niet snel genoeg," berichtte de NOS in 2024¹¹⁴. Houtbouwprojecten komen moeilijk van de grond door onbekendheid, regelgeving en kosten, ondanks manifesten en actieagenda's vanuit de sector¹¹⁵. Wel wordt er gewerkt aan betere infrastructuur en monitoring om deze ontwikkeling te versnellen. Zo is in het programma *Ruimte voor Biobased Bouwen* en de *City Deal Circulair en Conceptueel Bouwen* aandacht voor meetmethoden die inzichtelijk maken hoeveel CO₂ biobased bouwen vastlegt. Uit een eerste berekening blijkt bijvoorbeeld dat een miljoen houten huizen potentieel een kwart van de jaarlijkse Nederlandse CO₂-uitstoot kunnen vastleggen¹¹⁶. Daarnaast zijn er ook veel biobased innovaties binnen de Grond-, weg en waterbouw (GWW) mogelijk. Als voorbeeld heeft de Provincie Noord-Holland heeft in 2018/2019 de Bosrandweg (N231) in Aalsmeer over een lengte van 850 meter ingericht als biobased proeftuin. Met de biobased proeftuin draagt de provincie bij aan de verduurzaming van de infrastructuur en wordt de markt gestimuleerd om hiermee te experimenteren en te innoveren.¹¹⁷

¹¹¹ NOS Nieuws, 'Hout moet oplossing bieden voor verduurzaming woningbouw' [online] (27 maart 2021).

¹¹² TNO, 'Een verkenning van het potentieel van tijdelijke CO₂-opslag bij houtbouw' [PDF] (2020)

¹¹³ Volkskrant, 'Biobased isoleren: energie besparen en CO₂ opslaan' [online] (2024)

¹¹⁴ NOS Nieuws, 'Bouw van biobased huizen verloopt traag' [online] (22 november 2024)

¹¹⁵ DGBC, 'Met een manifest hebben meer dan 240 partijen uit de bouwsector gepleit voor een eerlijke positie van biobased bouwmaterialen in de nationale rekenmethoden.' [online] (2024).

¹¹⁶ Change Inc., 'Hout is de klimaatvriendelijke oplossing voor de woningbouwopgave, waarom bouwen we daar niet mee?' [online] (21 juli 2021)

¹¹⁷ Noord-Holland, 'N231 Biobased proeftuin' [online] (2018-2019)

Dergelijke inzichten en innovaties moeten helpen de circulariteitsdoelen (volledig circulair in 2050) te verbinden aan klimaatdoelen via koolstofvastlegging in de gebouwde omgeving.

1.2.3 Leefomgeving en ruimtelijke druk

Nederland is klein en dichtbevolkt, wat resulteert in een enorme **ruimtelijke druk**. Verschillende opgaven: woningbouw, landbouw, infrastructuur, natuur, water en klimaat vragen de schaars beschikbare ruimte. Na Malta is Nederland het dichtstbevolkte land van de EU, met daarnaast een hoge veedichtheid en veel infrastructuur¹¹⁸. In een veranderend klimaat leidt dat tot steeds meer dilemma's. Zo kan zelfs een duurzaam project als een nieuw windmolenpark in de Noordzee vertraging oplopen doordat er geen stikstofruimte is om het aan te leggen¹¹³. Dit illustreert dat we op de **grenzen van natuur en milieu** stuiten, meer schade aan kwetsbare natuur is onacceptabel, want "gaat de natuur nog verder achteruit, dan verlies je dingen die voor onze leefomgeving écht van cruciaal belang zijn," waarschuwt hoogleraar Jan Willem Erisman. De commissie-Remkes vatte het samen als: "*Niet alles kan overal.*" Met andere woorden, we moeten keuzes maken in landgebruik¹¹³.

Deze spanning dwingt tot creatief, **multifunctioneel ruimtegebruik**. Waar mogelijk worden functies gecombineerd om zowel aan woning- en energiebehoefte te voldoen als koolstofvastlegging/natuur te bevorderen. Een voorbeeld is het idee om langs infrastructuur meer groen te realiseren.

Rijkswaterstaat ziet bijvoorbeeld kansen om **100.000 hectare bos langs snelwegen** aan te planten¹¹⁹.

Dit zou het totale bosareaal met een kwart doen toenemen en meerdere doelen dienen:

CO₂-vastlegging ter ondersteuning van de klimaatdoelen, en tegelijkertijd voordelen voor natuur, recreatie en omwonenden (minder geluidshinder, mooier uitzicht). Volgens berekeningen van CE Delft kan zo'n bomenrij langs snelwegen in 2030 circa 0,5 megaton CO₂ per jaar vastleggen, oplopend naar 1,2 megaton in 2050. Door dit soort geïntegreerde oplossingen: bos in berm, drijvende zonneparken, natuurinclusief bouwen in steden etc, wordt de beschikbare ruimte dubbel benut. Zo kan koolstofvastlegging plaatsvinden zonder volledig nieuw ruimtebeslag, waarmee de schaarse ruimte efficiënter wordt gebruikt voor zowel klimaat als leefomgeving.

1.2.4 Energie en netcongestie

De energietransitie brengt een explosieve groei van elektrische apparaten, warmtepompen, elektrische auto's en duurzame opwek (zon en wind) met zich mee. Het Nederlandse stroomnet heeft moeite om deze groei bij te benen, dit probleem staat bekend als **netcongestie** (file op het elektriciteitsnet). In diverse regio's is het stroomnet nu al zo vol dat nieuwe aansluitingen voor zonneparken, windmolens of zelfs woonwijken niet gerealiseerd kunnen worden. Netbeheerders waarschuwen dat **bijna nergens nog nieuwe wind- en zonneparken kunnen worden aangesloten** als de capaciteit niet wordt vergroot.¹²⁰ In ongeveer de helft van de provincies zitten duurzame projecten op slot doordat kabels en transformatoren maximaal belast zijn. Dit heeft gevolgen: zo loopt in Amsterdam de bouw van tienduizenden woningen jaren vertraging op, omdat er geen ruimte op het net is voor de extra stroomvraag van nieuwe wijken. Evenzo kunnen sommige fabrieken en datacenters niet overschakelen op elektriciteit, terwijl dat nodig is om hun CO₂-uitstoot te reduceren. Netcongestie begint daarmee een rem te zetten op zowel de klimaat- als woningbouwdoelen, berichtten onderzoeksjournalisten in 2022¹¹⁵.

¹¹⁸ [Het Parool, 'Huizen, boeren, natuur: stuit Nederland nu écht op de grenzen aan de groei?' \[online\] \(7 november 2022\)](#)

¹¹⁹ [CE Delft 'Aanleg 100.000 hectare extra bos goed voor mens, natuur én portemonnee' \[online\] \(7 februari 2018\)](#)

¹²⁰ [Platform Investico, 'Klimaat- en woningbouwdoelen onhaalbaar door vastgelopen stroomnet' \[online\] \(2022\)](#)

Daarnaast heeft netcongestie implicaties voor grootschalige koolstoftechnologieën zoals DACCS (Direct Air Carbon Capture and Storage). Dergelijke technologieën vangen CO₂ direct uit de lucht, maar vergen enorm veel stroom. Klimaatinnovaties (zoals het Eindhovense bedrijf Carbyon) proberen het energieverbruik omlaag te brengen, maar nog steeds geldt dat CO₂ afvangen uit buitenlucht veel energie kost – momenteel rond de 2500 kWh per ton CO₂¹²¹. Ter vergelijking: dat is ongeveer het jaarverbruik van een gemiddeld huishouden, om één ton CO₂ te verwijderen. Als DACCS in de toekomst grootschalig toegepast wil worden, vereist dat een stabiele aanvoer van zeer veel (hernieuwbare) elektriciteit. Zolang het stroomnet al overbelast is, is er weinig ruimte voor zulke extra gebruikers. Netcongestie vormt dus een belemmering voor de uitrol van energie-intensieve koolstofverwijderingstechnologieën. Oplossingen als netverzwaring, opslag en slimme sturing van vraag en aanbod zijn cruciaal. Zo wordt gewerkt aan versnelde netuitbreiding en flexibiliteitsmarkten om congestie op te heffen. Dit moet niet alleen de elektriciteitsvoorziening voor woningen en industrie veiligstellen, maar ook de deur openen voor klimaatoplossingen als DACCS die voor hun effectiviteit afhankelijk zijn van voldoende groene stroom.

1.2.5 'Water- en bodemsturend' beleid

Om klimaatbestendig met de ruimte om te gaan, hanteert het huidige kabinet het principe “water- en bodemsturend”. Dat wil zeggen dat bij ruimtelijke inrichting de hydrologie en bodemgeschiktheid leidend moeten zijn, in plaats van deze aan te passen aan menselijke wensen¹²². Jarenlang werd het waterbeheer juist ingericht ten dienste van landbouw, stedenbouw en industrie zoals het structureel verlagen van grondwaterstanden voor agrarisch gebruik. Die aanpak loopt tegen haar grenzen aan: de natuur staat onder druk, er dreigt regionaal een tekort aan schoon drinkwater, en op steeds meer plaatsen zakt de bodem of neemt de kans op overstroming toe. Minister Harbers waarschuwde in 2023 dat we “tegen de grenzen van het water- en bodemsysteem aan lopen”. Het nieuwe beleid keert de aanpak om: voortaan moet bij elke ontwikkeling eerst gekeken worden wat de bodem en waterhuishouding aankunnen. Zoals ook bij stikstof een uitdaging was: **niet alles kan overal**, dus ook voor water en bodem¹¹⁷.

Een concreet speerpunt hierin is het aanpakken van de problematiek in de veenweidegebieden. Veenbodems zijn eeuwenlang ontwaterd (drooggemalen) voor landbouw, maar droog veen “verbrandt” als het ware: het organisch materiaal oxideert en stoot grote hoeveelheden CO₂ uit¹²³. Nederlandse veengebieden stoten momenteel naar schatting circa 7 megaton CO₂ per jaar uit – ongeveer 4% van de totale nationale uitstoot, gelijk aan de emissie van een kolencentrale¹²⁴. Dit zorgt bovendien voor bodemdaling en schade aan funderingen en natuur. Daarom heeft het kabinet aangekondigd de veenweiden natter te maken om verdere bodemdaling én broeikasgasuitstoot te voorkomen. In Zuid-Holland lopen bijvoorbeeld proeven met onderwaterdrainage: via 450 km aan buizen wordt veenland voortdurend vochtig gehouden, in de hoop de CO₂-uitstoot met de helft te verminderen. Het water- en bodemsturend beleid betekent dat dergelijke maatregelen niet langer vrijblijvend zijn, maar randvoorwaarde worden bij inrichting van landelijk gebied. Er zal kritisch gekeken worden waar nog intensieve landbouw kan plaatsvinden en waar niet. Gebieden die van nature nat

¹²¹ [De Ingenieur, 'CO₂ uit de lucht halen met minder energie' \[online\] \(2023\)](#)

¹²² [NOS Nieuws, 'Rond waterbeleid dreigt hetzelfde getouwtrek als bij stikstof' \[online\] \(2023\)](#).

¹²³ [NOS Nieuws, 'Nederlands veen stoot steeds meer CO₂ uit, bijna zo veel als een kolencentrale' \[online\] \(2018\)](#)

¹²⁴ [NOS Nieuws, '450 kilometer buizen om CO₂-uitstoot van veenweiden te verminderen' \[online\] \(2018\)](#)

horen te zijn (zoals veenmoerassen) zullen minder worden drooggelegd; functies als woningbouw zullen naar hoger, stabielere zandgebieden worden geleid. Uiteindelijk zorgt dit ervoor dat koolstof in bodems en biomassalagen beter behouden blijft. Een natter veen betekent immers dat de koolstof vastgelegd in die bodem niet massaal als CO₂ de lucht in gaat, en mogelijk zelfs dat er weer nieuw veen (en dus nieuwe koolstofvoorraad) kan groeien¹¹⁸. Het uitgangspunt “water- en bodemsturend” dwingt dus tot een klimaatvriendelijker gebruik van de ondergrond: bouwen op geschikte plaatsen, boeren op geschikte gronden, en verdroogde natuur herstellen waar dat nodig is.

1.2.6 Transitie in landbouw

De landbouwsector bevindt zich in een uitdagende transitie. Centrale doelen zijn het terugdringen van de stikstofuitstoot, verbeteren van de bodemkwaliteit en het ontwikkelen van nieuwe verdienmodellen voor boeren, waarbij agro-ecologie en duurzaamheid voorop staan. Een belangrijk onderdeel is de aanpak van de stikstofcrisis: de veestapel zal kleiner moeten en er moeten andere mestmethoden komen om natuurvergiftiging tegen te gaan. Dit heeft direct verband met koolstofvastlegging. Minder vee betekent niet alleen minder ammoniak, maar ook minder uitstoot van methaan – een krachtig broeikasgas. Een kleinere veestapel is gunstig voor zowel het milieu (minder stikstof) als het klimaat (minder methaan)¹²⁵, zo benadrukt de voorlichtingsorganisatie HIER.

Tegelijk wordt ingezet op bodemkwaliteit en koolstofopbouw in de landbouw. Gezonde bodems met een hoog gehalte organische stof binden meer koolstof en hebben een betere structuur voor water en nutriënten. Agro-ecologische methoden, zoals regeneratieve landbouw, spelen hierop in. Bij regeneratieve landbouw verbouwt men diverse gewassen door elkaar, wordt er niet geploegd en worden chemische bestrijdingsmiddelen vermeden. Dit resulteert in een gezondere bodem met meer bodemleven (wormen, schimmels, microben)¹²⁶. Die levende bodem kan CO₂ uit de lucht vastleggen in humus en wortels, en is weerbaarder tegen klimaatextremen. De EU ziet regeneratieve landbouw dan ook als een van de oplossingen voor het klimaatprobleem en stelt de komende jaren subsidie beschikbaar voor boeren die deze omslag willen maken¹²¹.

Cruciaal is dat boeren hiermee ook een inkomen kunnen verdienen, “nieuwe verdienmodellen” ontwikkelen dus. Eén zo’n model in opkomst is *carbon farming*, het verkopen van koolstofcredits. Daarbij worden boeren betaald door bedrijven voor het binden van CO₂ in hun land. Nederlandse boeren hebben dit nieuwe verdienmodel ontdekt, meldt Follow the Money: vervuilende bedrijven die hun uitstoot willen compenseren betalen boeren om CO₂ in de bodem op te slaan¹²⁷. In ruil voor die betaling belooft de boer bijvoorbeeld x ton CO₂ vast te leggen door bepaalde maatregelen (zoals niet-kerende grondbewerking, aanplant van bomen, grasland beheer etc.). Op papier levert dit een win-winsituatie op: de bodem van de boer wordt gezonder, duurzame landbouwinspanningen worden beloond en klimaatverandering wordt tegengegaan. Er bestaan al pilots waarbij boeren koolstofcertificaten uitgeven en verkopen, bijvoorbeeld een Brabantse boer die voor ~€89 per ton CO₂ aan certificaten aanbiedt. Dit illustreert hoe agro-ecologie niet alleen ecologische waarde creëert, maar ook economische waarde kan opleveren. Wel waarschuwen experts voor valkuilen (bijv. onzekerheid of koolstof echt lang genoeg in de bodem blijft opgeslagen)¹²³. Desondanks is de trend duidelijk: de landbouwtransitie gaat richting kringlooplandbouw met aandacht voor bodem en klimaat.

¹²⁵ [HIER Klimaatbureau, 'Wat heeft stikstof met het klimaat te maken?' \[online\] \(2019\)](#)

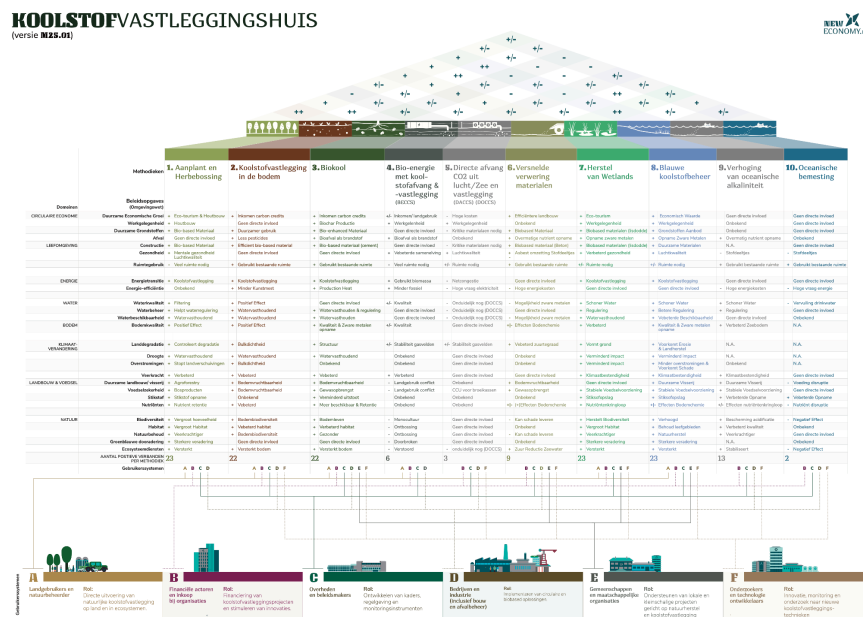
¹²⁶ [BNR Nieuwsradio, 'Koolstofcredits als nieuw verdienmodel voor boeren' \[online\] \(2024\)](#)

¹²⁷ [Follow the Money, 'CO₂-kredieten als verdienmodel voor boeren' \[online\] \(2025\)](#)

Boeren worden gestimuleerd om zich te ontwikkelen tot beheerders van koolstofrijkere landschappen, via natuur-inclusieve landbouw, herbebossing van erf en perceel, en slimme teeltsystemen. Als dit slaagt, draagt de agrarische sector in de toekomst niet alleen minder bij aan klimaatverandering, maar helpt deze ook actief mee om CO₂ vast te leggen in bodems en biomassagewassen.

1.2.7 Koolstofvastlegging Huis als overzicht instrument methodieken in relatie tot opgaven

Op de volgende pagina volgt een beknopte versie van het 'Koolstofvastlegging Huis' met de belangrijkste effecten van de twee soorten koolstofvastleggingsmethoden op de maatschappelijke opgaven als omschreven in de Nationale Omgevingsvisie (2020)¹²⁸. Hieronder een kleine afbeelding van gehele Koolstofvastlegging Huis.



Beknopte versie van het 'Koolstofvastlegging Huis'

Koolstofvastlegging Huis	Methodieken Koolstofvastlegging (IPCC) →		Natuurlijke vastlegging (groen)	Technologische vastlegging (grijs)
	Domeinen	Beleidsopgaven (Omgevingsvisie)		
Circulaire Economie	Duurzame Economische Groei	(+) Ecotourisme (+) Inkomens carbon credits (+) Circulaire groei	(-) Hoge kosten (+) Inkomens	
	Werkgelegenheid	(+) Houtbouw (+) Biochar productie (+) Visserij	(+) Werkgelegenheid	
	Duurzame Grondstoffen	(+) Biobased materiaal (+) Bio-enhanced materiaal	(-) Kritieke materialen nodig	
	Afval	(+) Bio-afval als brandstof	(+) Bio-afval als brandstof	

¹²⁸ Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, Nationale Omgevingsvisie [online] (2020)

Leefomgeving	Constructie	(+) Biobased materiaal (cement) (+) Biobased materialen (lisdodde) (+) Biobased materialen (CLT)	(-) Kritieke materialen nodig
	Gezondheid	(+) Luchtkwaliteit (+) Mentale gezondheid	Neutraal
	Ruimtegebruik	(-) Veel ruimte nodig (+) Gebruikt bestaande ruimte	(+/-) Ruimte nodig
Energie	Energietransitie	(+) Koolstofvastlegging	(+) Koolstofvastlegging (-) Net Congestie
	Energie-efficiëntie	(+) Minder Kunstmest	(-) Hoge vraag elektriciteit (-) Hoge energiekosten
Water	Waterkwaliteit	(+) Filtering (+) Schoner Water (-) Mogelijkheid zware metalen	(+/-) Kwaliteit (-) Onduidelijk nog (DOCCS)
	Waterbeheer	(+) Helpt waterregulering (+) Watervasthoudend (-) Mogelijkheid zware metalen (verwerking)	(-) Onduidelijk nog (DOCCS)
	Waterbeschikbaarheid	(+) Watervasthoudend	Neutraal (-) Onduidelijk nog (DOCCS)
Bodem	Bodemkwaliteit	(+) Kwaliteit + Zware metalen opname (+) Kwaliteit + Zware metalen opname (+) Verbeterd Zeebodem	(+/-) Kwaliteit
Klimaatverandering	Landdegradatie	(+) Voorkomt Erosie (+) Verbeterd zuurtegraad (+) Structuur	(+/-) Stabiliteit gasvelden
	Droogte	(+) Watervasthoudend (+) Verminderd impact	Neutraal
	Overstromingen	(+) Stopt landverschuivingen (+) Verminderd impact	Onbekend
	Veerkracht	(+) Verbeterd	Neutraal
Landbouw & Voedsel	Duurzame landbouw	(+) Bodemvruchtbaarheid (+) Duurzame Visserij (+) Agroforestry	(-) Landgebruik conflict Onbekend
	Voedselzekerheid	(+) Stabiele Voedselvoorziening	(+) CCU voor broeikassen (-) Landgebruik conflict
	Stikstof	(+) Stikstof opname (+) Verminderd uitstoot	Onbekend
	Nutriënten	(+) Nutrient retentie (+)(-) Effecten Bodemchemie (+)(-) Effecten Bodemchemie	Onbekend

Natuur	Biodiversiteit	(+) Herstelt Biodiversiteit (+) Bodemleven (+) Bescherming acidificatie	(-) Monocultuur
	Habitat	(+) Vergroot Habitat (+) Verbeterd habitat (+) Verbeterd kwaliteit	(-) Ontbossing
	Natuurbehoud	(+) Veerkrachtiger (+) Bodembiodiversiteit (+) Natuurherstel	(-) Ontbossing
	Groenblauwe dooradering	(+) Sterkere veradering	(-) Doorbroken
	Ecosysteemdiensten	(+) Versterkt	Neutraal

Elke vastleggingsmethode kan kwantitatief en kwalitatief aan deze beleidsdoelen worden getoetst. De ontwikkeling van het Koolstofvastlegging Huis maakt duidelijk dat met name natuurlijke vastlegging meerdere beleidsdomeinen en maatschappelijke opgaven tegelijkertijd dichterbij brengen. Natuurlijke vastlegging brengt stikstofuitstoot omlaag, levert schoon water, gezond voedsel, materialen voor biobased woningbouw en nieuwe economische kansen. Vastlegging die stikstofuitstoot (tijdelijk) vergroot en slechts eenzijdig beleidsdoelen steunt (zoals uitsluitend CO₂ uitstoot voorkomen) biedt deze brede voordelen niet. Bij de keuze welke vastleggingsmethode wordt ondersteund is een afweging op al deze beleidsdoelen wenselijk.

1.2.8 Vergelijkingstabel natuurlijke (groen) en technologische (grijs) CO₂-vastlegging

Hiervoor zijn verschillende bronnen geraadpleegd en voor de leesbaarheid op deze pagina als voetnoot geplaatst. ¹²⁹130131132133134135

¹²⁹ [Change.inc, De belofte van blauwe waterstof en het afvangen van CO₂: wat is de realiteit? \[online\] \(2024\)](#)

¹³⁰ [Financial Times, Kick-start for carbon credit market after loose rules agreed at COP29 \[online\] \(2024\)](#)

¹³¹ [RVO, Besluit vergunning permanent opslaan van CO₂ in het opslagvoorkomen \[pdf\] \(2022\)](#)

¹³² [Greenpeace, Kalavasta Notitie: CO₂-afvang en -opslag \[pdf\] \(2018\)](#)

¹³³ [NEGEM, New Study: Experts' Views on Future Costs and Deployment of DACCS and BECCS in Europe \[online\] \(2023\)](#)

¹³⁴ [Energiepodium, BECCS: Een theoretisch laatste redmiddel \[online\] \(2024\)](#)

¹³⁵ [Ecorys, Methodes voor CO₂-verwijdering \[pdf\] \(2023\)](#)

Aspect	Natuurlijke CO ₂ -vastlegging	Technologische CO ₂ -vastlegging
Kosten****	Vastlegging in bossen kost tussen €60 en €239 per ton CO ₂ in 2030. In de Bodem kost relatief minder, variërend van €0 tot €60 per ton CO ₂ . Mariene ecosystemen en versnelde verwerking van mineralen kosten respectievelijk tussen de €10 en €97 en ongeveer €84 per ton CO ₂ . De kosten voor biokool variëren tussen €119 en €597 per ton CO ₂ (prognose is dat dit daalt).	Carbon Capture and Storage (CCS) bij industriële bronnen kost ongeveer €60 tot €90 per ton CO ₂ . Bioenergy with Carbon Capture and Storage (BECCS) is circa €172 en de kosten voor technologische methoden zoals Direct Air Capture (DAC) variëren tussen €90 en €540 per ton CO ₂ .
Systemische beleidsintegratie	Hoge mate van beleidsintegratie: versterkt CO ₂ doelen, stikstofdoelen, natuurdoelen, gezondheidsdoelen, versterkt circulaire biobased economie.	Lage mate van beleidsintegratie: versterkt CO ₂ doelen maar verhoogt vraag naar schaarse duurzame energie en (bij BECCS) vraag naar brandbare biomassa en druk op land. Verhoogt stikstofuitstoot en versterkt de fossiele economie.
Bewezen effectiviteit	Natuurlijke methoden zijn bewezen effectief en kunnen op grote schaal CO ₂ vastleggen, maar de capaciteit is afhankelijk van factoren zoals landbeschikbaarheid en ecologische omstandigheden.	Technologische methoden kunnen in theorie effectief CO ₂ uit de atmosfeer verwijderen, maar de schaalbaarheid is momenteel beperkt door hoge kosten en energiebehoefte.. BECCS vereist grote hoeveelheden biomassa, DAC is nog niet op schaal toegepast.
Duur vastlegging	CO ₂ -vastlegging in vegetatie en bodems kan zowel direct op korte termijn als op lange termijn plaatsvinden. Wel kan de vastgelegde koolstof vrijkomen door ontbossing, bodemerosie of klimaatverandering, maar permanente vastlegging is mogelijk mits goed beheerd en gemonitord.	Geologische vastlegging via CCS biedt potentieel voor langdurige vastlegging (duizenden jaren), mits goed beheerd en gemonitord.
Neveneffecten	Natuurlijke methoden bieden voordelen zoals verbeterde biodiversiteit, waterregulatie en bodemgezondheid, maar kunnen ook competitie om land veroorzaken met landbouw of andere doeleinden.	Technologische methoden kunnen leiden tot verhoogde stikstofuitstoot, verhoogd energieverbruik en mogelijke risico's bij vastlegging, zoals lekkages. BECCS kan impact hebben op biodiversiteit en landgebruik.
Fossiele afhankelijkheid	Natuurlijke methoden zijn doorgaans niet direct gekoppeld aan fossiele brandstofketens en kunnen juist bijdragen aan de vermindering van fossiele brandstofgebruik door ecosysteemdiensten te verbeteren.	Sommige CCS-projecten zijn gekoppeld aan Enhanced Oil Recovery (EOR), wat kan leiden tot verhoogde olieproductie en daarmee fossiele brandstofgebruik.
Grondstof-impact	Natuurlijke methoden vereisen land en kunnen invloed hebben op landgebruik, maar dragen ook bij aan ecosysteemdiensten en kunnen nieuwe verdienmodellen bieden.	Technologische methoden vereisen specifieke, soms kritieke materialen en infrastructuur, wat kan leiden tot extra milieubelasting door bijvoorbeeld mijnbouw en energieverbruik.
Geopolitieke implicaties	Natuurlijke methoden zijn vaak lokaal beheerd en kunnen bijdragen aan regionale samenwerking en ontwikkeling, met minder geopolitieke risico's.	Technologische methoden kunnen afhankelijkheid creëren van specifieke technologieën en leveranciers, wat geopolitieke spanningen kan veroorzaken.

Vergelijkingstabel natuurlijke (groen) en technologische (grijs) CO₂-vastlegging.

1.3 CO₂-beprijzing en ETS

CO₂ beprijzing wordt door vele economen als de meest elegante en efficiënte manier van klimaatbeleid gezien. Het Europese Emission Trading System (ETS) is de grootste CO₂-markt ter wereld. Het ETS biedt een helder voorbeeld van een tamelijk werkzaam instrument voor CO₂ beprijzing. Het biedt echter geen directe CO₂ prijs, een belasting op uitstoot, maar het is een handelsmechanisme. Grotere uitstoters in Europa, in Nederland zo'n 400 bedrijven, moeten uitstootrechten kopen om CO₂ de lucht in te mogen brengen. Bij de invoering waren Europese economen geen voorstanders van dit handelssysteem, het is onder druk van Amerikanen aangenomen.

Een marktmechanisme zorgt in theorie voor de meest efficiënte oplossingen, maar kan in praktijk negatieve effecten hebben. De Europese Centrale Bank geeft aan¹³⁶ dat met name de hoeveelheid gratis rechten die aan uitstoters worden uitgekeerd beïnvloedbaar is, omdat de formule waarmee de hoeveelheid gratis rechten wordt bepaald op meerdere plaatsen ruimte biedt voor interpretatie. Verder is de beïnvloeding onevenwichtig. Bijdragen aan consultaties voor de ETS worden voor 70% door industriepartijen geleverd, tegen 10% door NGOs die een algemeen belang nastreven¹³⁷. Gevolg is dat waar het ETS in 2005 werd ingevoerd, pas rond 2022 de prijs significant werd omdat het Europees Parlement erin slaagde om een effectief plafond aan het aantal uitgegeven uitstootrechten te geven.

Als financieringsinstrument voor CO₂ vastlegging werkt het ETS op dit moment niet (ondernemers worden niet uit de ETS-opbrengsten betaald om CO₂ vast te leggen). Dit wordt, gezien de politieke gevoeligheden in Europa, ook niet op korte termijn verwacht. Wel kan de prijs, die de laatste jaren rond de €75 per ton CO₂ ligt, dienen als een indicatie van de waarde van koolstof, hoewel de maatschappelijke waarde voor overheden, rond de €900 per ton CO₂, relevanter is omdat deze de daadwerkelijke (huidige en toekomstige) maatschappelijke kosten reflecteert. Deze maatschappelijke waarde wordt, met andere manieren van waardebepaling, later in deze rapportage¹³⁸ uitgediept.

1.4 Koolstof, biodiversiteit en ecosysteemdiensten economie

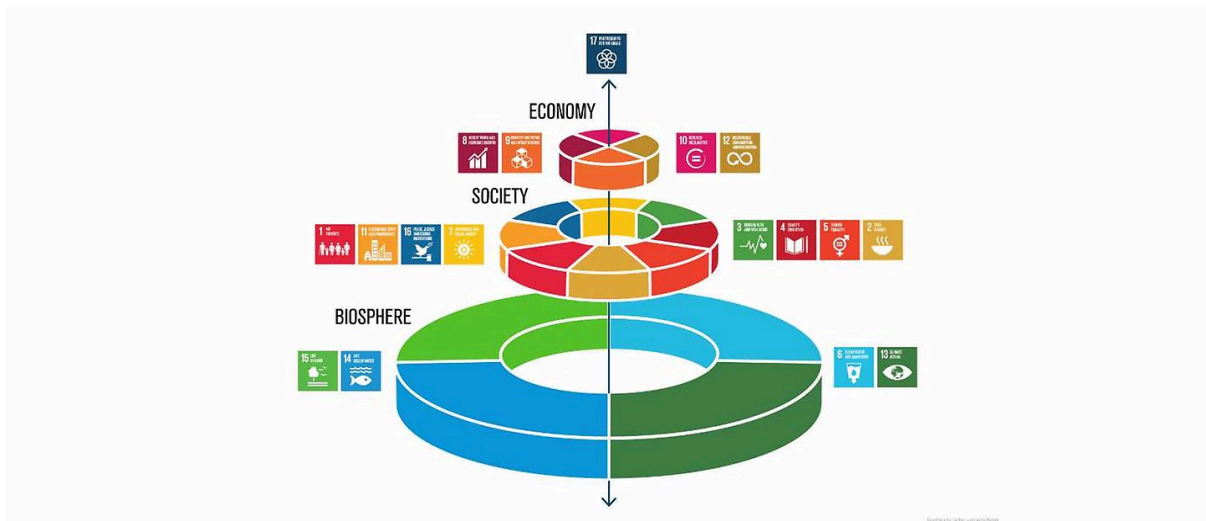
Gezonde ecosystemen vormen de basis voor menselijke samenlevingen en economische activiteiten. Dit wordt geïllustreerd in het "SDG Wedding Cake"-model¹³⁹, waarin de biosfeer als fundament dient voor economieën en samenlevingen, en daarmee voor alle Duurzame Ontwikkelingsdoelen (SDG's). Ecosystemen leveren essentiële diensten, zoals waterzuivering, voedselvoorziening en klimaatregulering. Het verlies van biodiversiteit bedreigt echter deze diensten, wat zowel ecologische als economische risico's met zich meebrengt.

¹³⁶ [Burghaus et al 2019](#) in ECB Working Paper No. 2764, published in January 2023.

¹³⁷ [Carbon Market Watch 2021](#)

¹³⁸ [4.1.3 Kostprijs, Marktprijs, ETS Prijs, Maatschappelijke prijs](#)

¹³⁹ [Stockholm Resilience Centre. 'The SDGs wedding cake'. Stockholm Resilience Centre \[online\] \(14 juni 2016\)](#)



Figuur 7: A new way of viewing the Sustainable Development Goals and how they are all linked to food Credit: Azote for Stockholm Resilience Centre, Stockholm University CC BY-ND 3.0

De Nederlandsche Bank (DNB) waarschuwt dat de achteruitgang van ecosystemen leidt tot een "biodiversiteitsschuld," die directe financiële risico's creëert voor bedrijven en investeerders¹⁴⁰. Sectoren die sterk afhankelijk zijn van natuurlijke hulpbronnen – zoals landbouw, energie en farmacie – worden kwetsbaar als ecosystemen verder degraderen.

Ook is er een groeiende trend in besluitvorming om CO₂-uitstoot te beprijsen. De provincie Utrecht heeft als eerste overheid in Nederland een eerlijke CO₂-prijs van €875 per ton geïntroduceerd in hun maatschappelijke kosten-batenanalyses (MKBA's).¹⁴¹ Deze prijs weerspiegelt de wereldwijde maatschappelijke kosten van klimaatverandering en wordt gebruikt om klimaatimpact evenwichtig mee te wegen bij investeringsbeslissingen.

Tegelijkertijd biedt de opkomst van de koolstofeconomie kansen. CO₂ wordt steeds meer geprijsd en gereguleerd, wat bedrijven dwingt om hun bedrijfsmodellen aan te passen. Natuurlijke koolstofvastlegging speelt een veelzijdige rol: het draagt niet alleen bij aan het verminderen van CO₂-uitstoot en creëert nieuwe economische modellen, zoals alternatieve inkomstenstromen door middel van koolstofkredieten, maar biedt ook directe voordelen voor onze leefomgeving. Groene infrastructuur, zoals bomen en parken in stedelijke gebieden, verbetert de luchtkwaliteit, verlaagt stedelijke temperaturen en verhoogt het welzijn van bewoners. Bovendien kan de aanwezigheid van volwassen bomen in de buurt de woningwaarde verhogen met €5.000 tot €10.000.¹⁴²

Door de link tussen biodiversiteit, ecosystemen en uitstootreductie te erkennen en leren gebruiken, kunnen bedrijven tegelijkertijd economische kansen benutten en risico's beheersen. Het integreren van biodiversiteit en koolstofvastlegging in bedrijfsstrategieën wordt daarom steeds belangrijker, niet alleen vanuit een duurzaamheids- maar ook vanuit een financieel perspectief.

¹⁴⁰[Planbureau voor de Leefomgeving \(PBL\). 'DNB en PBL: Biodiversiteitsverlies leidt tot financiële risico's'. PBL \[online\] \(10 juni 2020\)](#)

¹⁴¹[Provincie Utrecht, 'Provincie Utrecht gebruikt als eerste overheid in Nederland een eerlijke CO₂-prijs', Provincie Utrecht \[online\] \(18 januari 2023\)](#)

¹⁴²[Planbureau voor de Leefomgeving \(PBL\). Bomen en woningprijzen \[pdf\] \(2023\)](#)

1.5 Afhankelijkheid en kosten van koolstof

De regulering van CO₂-uitstoot, middels het Europese Emissiehandelssysteem (ETS), heeft geleid tot een verhoogde prijs van €90 per ton CO₂ in 2023¹⁴³. Deze prijsontwikkeling verhoogt de urgentie voor bedrijven om emissiereducties en alternatieve oplossingen te omarmen.

Natuurlijke koolstofvastlegging biedt een kostenefficiënt en veelzijdig antwoord. Herbebossing en agroforestry kunnen niet alleen aanzienlijke hoeveelheden CO₂ opslaan, maar dragen ook bij aan biodiversiteitsherstel. Regeneratieve landbouwmethoden, zoals dekgewassen en niet-kerende groundbewerking, verminderen de afhankelijkheid van fossiele inputs en versterken de bodemgezondheid. Graslanden bieden kansen voor vastlegging via verbeterd beheer, zoals extensieve begrazing.

De economische voordelen zijn aanzienlijk. Enkel binnen de landbouw is dit bij een CO₂-prijs van €90 1 Mton vastgelegde CO₂ jaarlijks een waarde van €90 miljoen. Dit biedt een directe stimulans om natuurlijke koolstofvastlegging te integreren in beleids- en investeringsbeslissingen.¹⁴⁴

1.6 Biodiversiteit voor bedrijven, rapportage en trends

Bedrijven beginnen het belang van biodiversiteit te erkennen, maar het is nog niet altijd duidelijk voor organisaties dat er een directe positieve correlatie tussen natuurlijke vastlegging en biodiversiteit is. Meer natuurlijke vastlegging betekent meer natuur. Wel zijn steeds meer bedrijven bezig met de integratie van biodiversiteitsmonitoring in bedrijfsstrategieën en rapportages, doch staat dit nog in de kinderschoenen. Een praktisch voorbeeld is de methodiek Basiskwaliteit Natuur ontwikkeld door de gemeente Ede¹⁴⁵. Volgens de Vereniging van Beleggers voor Duurzame Ontwikkeling (VBDO) beschouwt 85% van de Nederlandse beursgenoteerde bedrijven biodiversiteit inmiddels als een materieel thema, maar slechts een beperkt aantal heeft concrete maatregelen geïmplementeerd om negatieve impact te verminderen.¹⁴⁶

Tijdens het recente webinar (4 Dec 2024) "[Key Insights on Biodiversity](#)" werd benadrukt dat bedrijven steeds verder zijn in het toepassen van indicatoren voor biodiversiteit in hun financiële rapportages. Hoewel er een groeiende aandacht is voor natuurlijke kapitaalbenaderingen, ontbreekt het nog aan een gestandaardiseerd raamwerk voor biodiversiteitsrapportage. Dit leidt tot inconsistenties en maakt het moeilijk om prestaties te vergelijken.¹⁴⁷

Er werden vier belangrijke ontwikkelingen benoemd:

- Vooruitgang in het aanpakken van klimaatverandering: Bedrijven maken stappen in het integreren van klimaatverandering in hun strategieën, met een groeiende aandacht voor de link met biodiversiteit.

¹⁴³[Trading Economics, 'Carbon price data' \[online\] \(2024\)](#)

¹⁴⁴[Wageningen University & Research \(WUR\), De potentie voor koolstofvastlegging in de Nederlandse landbouw \[online\] \(2021\)](#)

¹⁴⁵[Aveco de Bondt, Basiskwaliteit Natuur: een mijlpaal voor gemeente Ede \[online\] \(2024\)](#)

¹⁴⁶[VBDO, 'Biodiversity found to be important theme for Dutch listed companies' \[online\] \(2022\)](#)

¹⁴⁷[VBDO, 'Webinar: Key Insights on Biodiversity' \[webinar\] \(2024\)](#)

- Begin van identificatie van locatie-specifieke effecten op biodiversiteit en ecosysteemdiensten (Biodiversity and Ecosystem Services, BSA): Bedrijven krijgen meer inzicht in hoe hun activiteiten specifieke effecten hebben op de biodiversiteit en ecosysteemdiensten op verschillende locaties.
- Start met het meenemen van sociale gevolgen van biodiversiteits- en ecosysteemgerelateerde impact: Bedrijven beginnen de sociale consequenties van hun impact op biodiversiteit en ecosystemen systematischer te onderzoeken en rapporteren.
- Voedsel- en drankenindustrie scoort het hoogst, farmaceutische sector blijft achter: De voedsel- en drankenindustrie toont de meeste vooruitgang in rapportages en biodiversiteitsbeleid, terwijl de farmaceutische sector nog veel ruimte heeft voor verbetering.

Uit VBDO-onderzoek blijkt dat de gemiddelde score voor biodiversiteitsbeleid binnen organisaties slechts 16% van het totale aantal mogelijke punten bedraagt, wat duidt op aanzienlijke ruimte voor verbetering.¹⁴⁸ Het is essentieel dat bedrijven een holistische benadering hanteren ten aanzien van biodiversiteit, waarbij ze niet alleen kijken naar klimaatverandering als oorzaak van biodiversiteitsverlies, maar ook andere factoren meenemen. Het ontwikkelen van een robuust biodiversiteitsbeleid en het integreren van relevante indicatoren in financiële rapportages zijn cruciale stappen om zowel ecologische als economische risico's te beheersen en kansen te benutten.

¹⁴⁸[VBDO, VBDO Report Highlights Need for More Holistic Approach to Biodiversity \[online\] \(2024\)](#)

Tijdens de webinar werd er een vooruitstrevend voorbeeld benoemd: **Kering's aanpak van biodiversiteit en natuurlijke grenzen.**

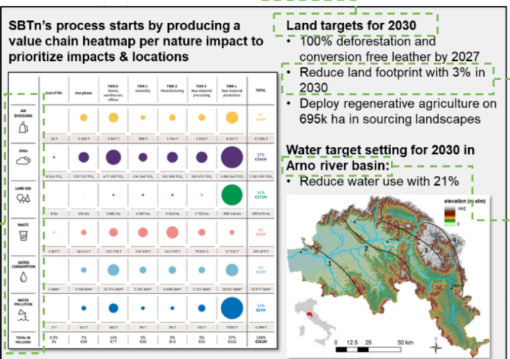
Kering, een internationaal mode- en luxegoederenbedrijf, heeft een pionierende aanpak ontwikkeld om biodiversiteit en duurzaamheid te integreren in hun bedrijfsstrategie. Ze gebruiken een methodiek gebaseerd op de "Planetary Boundaries"-benadering, een wetenschappelijk raamwerk dat grenzen identificeert waarbinnen de aarde duurzaam kan functioneren. Dit raamwerk helpt Kering om de impact van hun activiteiten op natuurlijke hulpbronnen, zoals biodiversiteit en landgebruik, te analyseren en te beperken.

Kering richt zich op: Landgebruik en herstel: Beperken van de ecologische voetafdruk van grondstoffen, zoals katoen en leer, door regeneratieve landbouw en natuurherstelprojecten te ondersteunen.

- Biodiversiteit Indicatoren: Het meten van impact met behulp van concrete indicatoren, zoals biodiversiteitsverlies en ecosysteemdiensten.
- Transparante rapportage: Inzicht bieden in hoe bedrijfsactiviteiten bijdragen aan of afbreuk doen aan de biodiversiteit, en dit koppelen aan bredere duurzaamheidsdoelen.

Met hun aanpak zet Kering een standaard voor bedrijven die biodiversiteit willen integreren in hun strategie en rapportages, en benadrukt het belang van een grensoverschrijdend wetenschappelijk raamwerk.

Lessons from Kering's approach



The infographic is divided into several key sections:

- Mitigation Hierarchy:** A box stating "The mitigation hierarchy should be applied to structure an approach (i.e. avoid > reduce > restore)".
- Value Chain Heatmap:** A grid showing nature impact across various stages of the value chain (Raw materials, Manufacturing, Distribution, Retail, End of life) for different products (Leather, Cotton, Polyester, Wool, Silk, Cashmere, Fur, Down, Lining, Sole, Laces, Buttons, Zippers, Hardware, Packaging, Labels, Hangers, etc.).
- Land Targets for 2030:**
 - 100% deforestation and conversion free leather by 2027
 - Reduce land footprint with 3% in 2030
 - Deploy regenerative agriculture on 695k ha in sourcing landscapes
- Water Target Setting for 2030 in Arno river basin:**
 - Reduce water use with 21%
- Key Metrics:** A box stating "We need to measure a group of metrics to understand impact on nature." and listing: Land use, Water consumption, Pollution (N & P), GHG emissions.
- Contextualization:** A box stating "Metrics need to be contextualized because impacts differ per location." and providing an example: "Example is the biodiversity metric: Land use area x Land use intensity x Ecosystem importance".
- Approach:** A box stating "Approach the topic one step (or location) at a time".

[Meer info: University of Cambridge Institute for Sustainability Leadership \(CISL\). \(2019, January\). Linking planetary boundaries to business: The first White Paper in Kering's series on Planetary Boundaries for Business. Cambridge, UK: Cambridge Institute for Sustainability Leadership.](#)

1.7 Beleid, wetgeving en financiering

Natuurlijke koolstofvastlegging wordt versterkt door een groeiend beleidskader op nationaal en Europees niveau. De Nederlandse Bossenstrategie¹⁴⁹ stimuleert bijvoorbeeld herbebossing en agroforestry, terwijl de EU LULUCF-verordening doelen stelt voor koolstofvastlegging in landgebruik en bossen. Ook provinciale initiatieven, zoals de eerlijke CO₂-prijs van de provincie Utrecht, vergroten de zichtbaarheid van koolstofkosten in besluitvorming.

Daarnaast zijn er verschillende financieringsmechanismen beschikbaar om investeringen in koolstofvastlegging te ondersteunen. Het LIFE-programma¹⁵⁰ richt zich op herstel van blauwe koolstofecosystemen en oppervlaktewater. Horizon Europe biedt fondsen voor innovaties, waaronder versnelde mineralisatie en regeneratieve landbouw. Deze programma's versterken de schaalbaarheid en toepasbaarheid van koolstofvastleggingmethoden in verschillende sectoren.

1.8 De potentie en waarde van koolstofvastlegging per methode

Het potentieel van koolstofvastlegging in Nederland is aanzienlijk. Elke techniek levert een bijdrage aan zowel ecologische als economische doelen. Sommige waarden wijken af van inschattingen van bijvoorbeeld PBL en de WKR, die vaak om redenen van 'realisme' gebaseerd zijn op het huidige landgebruik. Gezien recente politiek-ecologische ontwikkelingen (stikstof, waterkwaliteit, biodiversiteit, klimaat) is wat 'reëel' is echter niet eenvoudig te bepalen. Daarom worden in dit overzicht voornamelijk technische potenties van natuurlijke vastlegging in Nederland gehanteerd, op basis van analyses van onder meer PBL, CE Delft, Provincie Zuid-Holland en Natuur & Milieu en voor zover deze te herleiden, berekenen of te simuleren is.

1a. Aanplant en herbebossing (Afforestation and Reforestation) *Natuurlijk (groen)*

Herbebossing en agroforestry kunnen in 2030 jaarlijks 0,4¹⁵¹ tot 12,12 Mton¹⁵² CO₂ vastleggen, goed voor een jaarlijkse waarde van €350 mln tot €10,6 mld.

De waarde van 12,12 Mton per jaar is vastgesteld door Bronson Griscom die in 2017 een gezaghebbende peer-reviewed [studie](#) publiceerde getiteld 'Natural Climate Solutions' naar de potentie van Nature-based Solutions wereldwijd, gebaseerd op studies voor individuele landen. 12,12 Mton CO₂-vastlegging is een technische potentie gebaseerd op herbebossen van alle grond waar oorspronkelijk bos aanwezig was (niet bekend is met welk oppervlakte is gerekend). De landen-specifieke waarden zijn te vinden in de [bijlage](#) bij de studie.

¹⁴⁹ [Rijksoverheid, 'Uitwerking ambities en doelen landelijke bossenstrategie en beleidsagenda 2030' \[online\] \(2020\).](#)

¹⁵⁰ [EU LIFE programma](#)

¹⁵¹ Koolstofverwijdering voor klimaatbeleid. [CE Delft \(2023\).](#)

¹⁵² Afgeleid uit [Griscom \(2017\)](#)

Ib. Aanplant voor Biobased (bouw)materialen Natuurlijk (groen)

Biobased bouwmaterialen, gebruikt in plaats van fossiel(gerelateerde) materialen als beton en staal, kunnen in 2030 jaarlijks 2,77 Mton - 3,9 Mton^{153 154} CO₂ vastleggen. Vanwege de brede integrale beleidsvoordelen (stikstof, woningbouw, nieuwe verdienmodellen enzovoort), en biobased bouw ook door het ministerie van LNVN middels de Nationale Aanpak Biobased Bouwen expliciet met beleid wordt gesteund, wordt verder met de bovenkant van de range gerekend. Dit vertegenwoordigt een waarde van €3,4 mld.

II. Koolstofvastlegging in de bodem (Soil Carbon Sequestration) Natuurlijk (groen)

Regeneratieve landbouwmethoden kunnen jaarlijks 0,49 Mton¹⁵⁵ tot 10,3 Mton¹⁵⁶ CO₂ vastleggen, waarbij in de praktijk op bedrijven die regeneratieve 'maatregelen' combineren tot een geïntegreerd systeem nog veel hogere waarden worden gevonden¹⁵⁷. De eerste twee getallen zijn goed voor een jaarlijkse waarde van €478 mln tot €9 mld.

Regeneratieve landbouw toepassen op grote schaal is relatief nieuw, waardoor op de praktijkgebaseerd onderzoek nog schaars is. In beschikbaar peer-reviewed onderzoek wordt vaak naar individuele 'maatregelen' (zoals minder ploegen) gekeken, terwijl praktijkinzichten er juist op wijzen dat het de *combinatie* van maatregelen is die tot een fundamenteel nieuw systeem leiden, waarbij het bodemleven centraal staat. Deze bevindingen komen uit praktijken zoals die van Ernst Götsch (syntropische landbouw) en Wouter van Eck (Stichting Voedselbosbouw). In deze praktijken worden veel hogere waarden voor koolstofvastlegging gevonden (meer dan twintig keer zoveel) dan vanuit theoretische modellen (zoals het RothC model) mogelijk lijkt. Er is behoefte aan onderzoek dat het hele regeneratieve landbouwsysteem inclusief bodemleven (met name mycelium) als uitgangspunt heeft. Het verdient aanbeveling om bij gebrek aan zulk onderzoek voorlopers zoals Wouter van Eck en Erwin Westers bij de beleidsontwikkeling te betrekken.

III. Biokool (Biochar) Natuurlijk (groen)

Biokool kan in 2030 tussen de 0 en 1,35 Mton¹⁵⁸ CO₂ vastleggen, wat een waarde van 0 tot €1,18 mld vertegenwoordigt.

¹⁵³ Carbon FikZH. Inzichten en handelingsperspectieven voor een koolstof negatieve economie voor de Provincie Zuid-Holland. [Provincie Zuid-Holland \(2024\)](#).

¹⁵⁴ [Natuur & Milieu \(2024\)](#). Berekeningen gebaseerd op 1 miljoen nieuwe woningen in 2030 waarvan 50% biobased gebouwd wordt, en per biobased woning 20 ton CO₂ wordt vastgelegd. De berekening is in lijn met [Metabolic's 2023 verkenning](#) naar het potentieel van biobased bouw.

¹⁵⁵ Gemiddelde op minerale bodems voor alle provincies volgens [Slier et al \(2023\)](#). [CE Delft \(2023\)](#) noemt 2,3Mt als technisch potentieel, echter onduidelijk is of ook analyses van de potentie van regeneratieve landbouwmethodes aan ten grondslag liggen.

¹⁵⁶ Gemiddelde van [Aertsens et al \(2013\)](#) en [Kay et al \(2019\)](#), toegepast op 714000 ha grasland

¹⁵⁷ Metingen op regeneratieve boerderijen met grasland ([Ronald van der Horst in Witharen](#)) en voornamelijk eenjarige knolgewassen ([Erwin Westers in Hornhuizen](#)) laten waarden van wel 17 tot 20 tCO₂/ha/j zien. Dit zijn nog tamelijk reguliere bedrijven. Op bedrijven met meerjarige houtige gewassen vallen nog hogere resultaten te behalen, zoals blijkt uit bijvoorbeeld [Villat \(2024\)](#). Metingen van [Stichting Voedselbosbouw](#) tonen een bodemkoolstofvastlegging van zo'n 9,6 tCO₂/ha/j gedurende 30 jaar (6t CO₂ organische bodemkoolstof plus 3,6 ton vastlegging in wortels).

¹⁵⁸ Omdat schattingen zeer uiteen lopen, is een eigen analyse uitgevoerd op basis van beschikbare feedstock en landbouwgrond. Vanwege de relatief hoge kosten per ton is deze inschatting, bijgevoegd als Bijlage 2, gehalveerd.

IV. Bio-energie met koolstofafvang en -vastlegging (Bioenergy with Carbon Capture and Storage BECCS) deels technologisch (grijs-groen)

BECCS is een deels natuurlijke vastleggingsmethode; de vastlegging geschiedt met planten (biomassa, proces van fotosynthese), maar de opslag is gebaseerd op technologie uit de fossiele energiesector (pijpleidingen, pompinstallaties, oude of (in geval van Enhanced Oil Recovery) bestaande olie- en gasvelden. De opslagcapaciteit van deze velden is eindig. Ook is de financiële en technische haalbaarheid onzeker.¹⁵⁹ Het technisch potentieel in 2030 is 4 Mton CO₂.¹⁶⁰ Van de maatschappelijke waarde, €3,5 mld moeten de maatschappelijke kosten zoals de uitstoot van installaties en subsidies voor fossiele infrastructuur afgetrokken worden.

BECCS levert zowel extra druk op landbouwgrond als concurrentie voor hernieuwbare energie op basis van zon en wind. Het Duitse milieuministerie schrijft "BECCS, is theoretisch in staat om grote hoeveelheden koolstof te verwijderen. De verwijdering vindt echter plaats door de groei van biomassa in het ecosysteem waar het vandaan komt. BECCS voorkomt alleen het vrijkomen van emissies door de verbranding van de biomassa. Als het bestaande gebruik van biomassa wordt verhoogd, is BECCS dus hooguit klimaatneutraal. Het wordt vooral problematisch als het niet voldoet aan strenge duurzaamheidseisen." [Bundes Umweltamt \(2024\)](#) p. 15. De duurzaamheidseisen van biomassa zijn al lange tijd onderwerp van verhit maatschappelijk debat (bijvoorbeeld toen bleek dat de Amsterdamse biomassacentrale van het AEB toch buitenlands hout moest importeren.¹⁶¹) Daarbij is onduidelijk hoe de uitstoot van fijnstof en stikstof die bij verbranding vrijkomt voorkomen kan worden.

V. CCS in combinatie met directe afvang van koolstof uit de lucht en oceanen en vastlegging (Direct Air Carbon Capture and Storage DACCS en DOCCS) technologisch (grijs)

DACCS is een meestal energie-intensieve en nog experimentele methode. CE Delft schat¹⁶² het technisch potentieel op 17 Mton CO₂ per jaar in 2050, echter wegens grote onzekerheden, eindige opslagreservoirs en nog niet ontwikkelde techniek wordt het realistisch potentieel door hen op 0 geschat. Hierom wordt het potentieel in deze verkenning niet meegerekend.

VI. Versnelde verwerking van mineralen (Enhanced Weathering) Natuurlijk (groen)

Versnelde mineralisatie biedt wereldwijd mogelijkheden voor wel 2 tot 4 gigaton CO₂-vastlegging per jaar, wat, gezien de voorloperspositie die Nederland heeft met deze innovatieve natuurlijke klimaatoplossing, kansen creëert voor export van kennis en technologie. In Nederland zelf kan in 2030 per jaar 1,13 Mton CO₂ worden vastgelegd door gebruik van mineralen als olivijn als steenmeel in landbouw en zandsuppletie in kustgebieden. De onderbouwing van deze berekening is opgenomen als [Bijlage 3](#). Dit is goed voor een jaarlijkse waarde van €1,0 mld. De Provincie Zuid-Holland¹⁶³ schat het jaarlijks potentieel voor versnelde verwerking in Nederland op 0,7 - 5.4 Mton CO₂ per jaar, wat suggereert dat de hier gemaakte inschatting conservatief is.

¹⁵⁹[Ecologic Institute, 'The EU Carbon Removal Certification Framework: Options for using certified removal units and funding mitigation activities' \[online\] \(2024\)](#)

¹⁶⁰[CE Delft, 'Koolstofverwijdering voor klimaatbeleid' \[online\] \(2023\)](#)

¹⁶¹ [Parool, 10 februari 2022](#)

¹⁶²[CE Delft, 'Koolstofverwijdering voor klimaatbeleid' \[online\] \(2023\)](#)

¹⁶³[Provincie Zuid-Holland, 'The EU Carbon Removal Certification Framework: Options for using certified removal units and funding mitigation activities' \[PDF\] \(2024\)](#)

VII. Herstel van veen (Wetland Restoration) *Natuurlijk (groen)*

Veenherstel kan in 2030 1 tot 3,08¹⁶⁴ Mton CO₂ vastlegging, goed voor een jaarlijkse waarde van €875 mln tot €2,6 mld. Herstel van kustecosystemen zoals zeegras wordt onder 'blauw koolstofbeheer' geschaard.

VIII. Blauwe koolstofbeheer (Blue Carbon Management) *Natuurlijk (groen)*

Blauwe koolstofecosystemen (onder meer zeegras, zeewier, mangroves) bieden onder voorwaarden een groot potentieel. De oceanen zijn groot, zowel in oppervlakte als volume. Wetenschappelijke schattingen lopen op tot wereldwijd wel 53 gigaton¹⁶⁵ CO₂ per jaar. Het Nederlandse potentieel is nog onzeker door benodigde innovaties; gerichte inzet op innovatie is daarom aanbevolen.

IX. Verhoging van oceanische alkaliniteit (Ocean Alkalinity Enhancement) *Natuurlijk (groen)*

Hier is te weinig informatie van om een inschatting te maken.

X. Oceanische bemesting (Ocean Fertilization) *Natuurlijk (groen)*

Hier is te weinig informatie van om een inschatting te maken.

¹⁶⁴ Afgeleid uit [PNAS, 'The carbon content of global soils' \[online\] \(2017\)](#)

¹⁶⁵ [N'Yeurt et al. 'The role of carbon pricing in the climate policy mix' \[online\] \(2012\)](#)

De potentie en waarde van koolstofvastlegging tabel

Deze methoden, gecombineerd met beleidsmaatregelen en financiële stimulansen, maken het mogelijk om niet alleen de klimaatdoelen te halen, maar ook nieuwe markten en verdienmodellen te ontwikkelen. Onderstaande tabel vat de genoemde oplossingen, hun CO₂-vastleggingspotentieel en de corresponderende maatschappelijke waarde samen ([spreadsheet hier](#)).

Oplossing	Technisch vastleggingspotentieel in Mton CO ₂ e in 2030, jaarlijks	Maatschappelijke Waarde** in €/jaar in 2030, jaarlijks	Technisch vastleggingspotentieel in Mton CO ₂ e, 2030-2050 cumulatief, gemiddelden	Maatschappelijke Waarde** in mld €/jaar 2030-2050 cumulatief	Kostprijs €/tCO ₂ e***
1a. Herbebossing en agroforestry	0,4 - 12,12	€350 mln - €10,6 mld	125,2	€ 110	€2 - €150
1b. Biobased bouwmaterialen	3,9	€3,4 mld	78	€ 68	€80 - €120
2. Bodem (regeneratieve landbouwmethoden)	0,49 - 10,3	€478 mln - €9 mld	107,9	€ 94	€45 - €100
3. Biokool	1,35	€1,2 mld	27	€ 24	€10 - €345
4. BECCS	4	€3,5 mld	80	€ 70	€100 - €140
5. DACCS	(0*)	€0	8,5	€ 7	€100 - €600
6. Versnelde mineralisatie	1,13	€1,0 mld	22,6	€ 20	€50 - €200
7. Veenherstel	1 - 3,08	€875 mln - €2,6 mld	40,8	€ 36	€40 - €160
8. Blauwe koolstofecosystemen	(Nog geen inschatting mogelijk)	Onbekend voor NL	-	Onbekend voor NL	€10 - €125
9. en 10. Oceaan alkaliniteit	(Nog geen inschatting mogelijk)	Onbekend voor NL	-	Onbekend voor NL	€25 - €160
totalen	12,27-35,88 Mt CO₂ / j	€10,8 - €31,3 mld / j	490 Mt CO₂ / 20 j	€ 429 mld / 20 j	

* De methode DACCS, heeft volgens [CE Delft \(2023\)](#) een TRL (Technology Readiness Level) tussen de 4 en 8 (9 is volledig ontwikkeld). Het potentieel in 2030 is daarom waarschijnlijk nog niet actief. Voor het cumulatief potentieel tussen 2030 en 2050 wordt gerekend met de helft van het technisch potentieel zoals gesteld door CE Delft (20 * (17 tCO₂/jaar / 2)).

** Zie [4.1.3 Kostprijs, Marktprijs, ETS Prijs, Maatschappelijke prijs](#)

*** Kosten overgenomen uit [CarbonFikZH, Provincie Zuid-Holland 2024](#). Bij de kosten voor grijze vastlegging speelt het energiegebruik en de ontwikkeling van de energieprijzen een belangrijke rol. Bij de kosten voor herbebossing zijn de kosten van het herbestemen van landbouwgrond een belangrijke en slecht voorspelbare component.

1.9 Kansrijke reststromen om hoogwaardig in te zetten voor natuurlijke vastlegging in combinatie met circulaire economie

Reststromen zoals GFT, rioolslib en landbouwresiduen vormen waardevolle grondstoffen voor het vastleggen van CO₂. Door deze stromen hoogwaardig in te zetten, dragen ze niet alleen bij aan natuurlijke koolstofvastlegging maar ook aan een circulaire economie. Hierbij een bondig overzicht van de meest kansrijke reststromen, hun toepassingen, voorbeelden, potentieel en bijbehorende koolstofvastlegging typen.

Groente-, fruit- en tuinafval (GFT): Vergisting van GFT levert biogas en digestaat op. Compostering kan het organische materiaal omzetten in bodemverbeteraars, waarbij CO₂ in de bodem wordt opgeslagen.

Voorbeeld: In Nederland wordt GFT-afval grootschalig vergist in installaties zoals die van Attero¹⁶⁶, waar biogas wordt opgewekt en digestaat wordt gebruikt voor landbouwgronden.

Potentieel: Vergisting levert 0,1–0,3 ton CO₂-vastlegging per ton GFT (via compost/Digestaat). Compost draagt bij aan koolstofvastlegging in de bodem met een gemiddelde van 2–5 ton CO₂ per hectare per jaar.

Type(s): 2. Regeneratieve landbouw en 3. Koolstofvastlegging in graslanden

Rioolslib: Hydrothermale carbonisatie (HTC) zet rioolslib om in hydrochar, een stabiele vorm van koolstof die als bodemverbeteraar kan worden ingezet. Watervergassing produceert groen gas, waarbij CO₂ kan worden afgevangen en opgeslagen.

Voorbeeld: In Rotterdam wordt rioolslib¹⁶⁷ via modulaire Hydrothermale Carbonisatie (HTC)-technologie omgezet in biobrandstof, waarbij restproducten worden ingezet voor bodemverrijking.

Potentieel: 1 ton rioolslib kan 0,3–0,5 ton CO₂ opslaan in hydrochar. Groen gas vervangt fossiele brandstoffen, wat indirecte CO₂-reductie oplevert.

Type(s): 6. Versnelde verwerking van mineralen (indirect via bodemtoepassing) en 8. Biokool/Biochar

Houtige biomassa en snoeihout: Snoeihout en houtige biomassa kunnen via pyrolyse worden omgezet in biokool voor langdurige koolstofvastlegging in de bodem. Daarnaast kunnen ze worden verwerkt tot biobased bouwmaterialen, zoals houtconstructies.

Voorbeeld: Het project Pyrolyse Proeftuin Zuid-Nederland¹⁶⁸ zet snoeihout om in biokool, wat wordt toegepast op landbouwgronden als bodemverbeteraar.

Potentieel: 1 ton houtige biomassa kan 0,5–0,8 ton CO₂ opslaan in biokool.

Biobased bouwmaterialen slaan koolstof langdurig op in gebouwen, met een gemiddelde van 1 ton CO₂ per m³ hout.

Type(s): 8. Biokool/Biochar en 9. Biobased (bouw)materialen

¹⁶⁶ [Attero, 'Van organisch afval naar compost en energie' \[online\] \(2024\)](#)

¹⁶⁷ [Change Inc., 'Van rioolslib naar biobrandstof: modulaire fabriek in Rotterdam maakt het mogelijk' \[online\] \(2024\)](#)

¹⁶⁸ Stimulus, 'Pyrolyse Proeftuin Zuid Nederland' [online] (z.d.). Beschikbaar op: https://www.stimulus.nl/opzuid/avada_portfolio/pyrolyse-proeftuin-zuid-nederland/

Landbouwresiduen: Reststromen zoals stro en maïsstengels kunnen worden omgezet in biokool of biobased producten, zoals bioplastics of textielvezels. Dit vervangt fossiele grondstoffen en zorgt voor CO₂-vastlegging.

Voorbeeld: In Frankrijk wordt stro gebruikt om hennepbeton te produceren¹⁶⁹, dat CO₂ opslaat en bouwmaterialen verduurzaamt.

Potentieel: 0,3–0,6 ton CO₂-vastlegging per ton residuen via biokool. Biobased producten verminderen indirecte uitstoot door fossiele vervanging.

Type(s): 2. Regeneratieve landbouw, 8. Biokool/Biochar en 9. Biobased (bouw)materialen

Dierlijke mest (veeteelt bijproducten): Vergisting zet dierlijke mest om in biogas, terwijl digestaat als koolstofrijke bodemverbeteraar kan worden toegepast. Compostering levert direct organisch materiaal op dat koolstof in de bodem vasthoudt.

Voorbeeld van toepassing: Het project Groen Gas Almere¹⁷⁰ benut dierlijke mest voor biogasproductie en bodemtoepassingen.

Potentieel: Vergisting: 0,5 ton CO₂ per ton mest. Compostering: 1–2 ton CO₂ per hectare per jaar via bodemtoepassing.

Type(s): 2. Regeneratieve landbouw en 3. Koolstofvastlegging in graslanden

Industriële organische reststromen: Bioraffinage verwerkt papierpulp, voedselafval en ander organisch materiaal tot biochemicals, bioplastics en biokool. Dit verhoogt de waarde van reststromen en vervangt fossiele alternatieven.

Voorbeeld: In Scandinavië zet Stora Enso¹⁷¹ industriële reststromen om in biobased verpakkingsmaterialen.

Potentieel: biokool: 0,5–0,7 ton CO₂ per ton reststroom. Biobased producten verminderen indirecte CO₂-uitstoot door vervanging van fossiele materialen.

Type(s): 8. Biokool/Biochar en 9. Biobased (bouw)materialen

¹⁶⁹ HempBuild Magazine, 'Prefab Hempcrete Frankrijk' [online] (z.d.). Beschikbaar op: <https://www.hempbuildmag.com/home/prefab-hempcrete-france>

¹⁷⁰ Groene Cirkel Almere, 'Groen gas en biocomposiet' [online] (2024) Beschikbaar op: <https://gca-almere.nl/project/groen-gas-en-biocomposiet/>

¹⁷¹ Stora Enso, 'Bio-based materials' [online] (2024) Beschikbaar op: <https://www.storaenso.com/en/products/bio-based-materials>

2. Handelingsperspectief

Decentrale overheden spelen een belangrijke rol in de transitie naar een koolstofeconomie. Zij kunnen deze transitie op meerdere manieren ondersteunen, onder andere door het stimuleren van initiatieven voor natuurlijke en grijze koolstofvastlegging, het ontwikkelen van beleidskaders die kwantificering van en handel in koolstofkredieten mogelijk maken, en door actief bij te dragen aan de vermindering en compensatie van hun eigen CO₂-uitstoot. Dit kan onder meer door duurzaam grondbeheer, vergroening van infrastructuur en het opnemen van CO₂-vastlegging in ruimtelijke plannen. Hierbij kunnen breed geaccepteerde kaders zoals het GHG Protocol, het Science Based Targets initiative, de Oxford Offsetting Principles en natuurlijk klimaatdoelen (wereldwijde (Parijs), Europese en landelijke) worden gevolgd. Hiermee kunnen zij niet alleen bijdragen aan klimaatdoelen, maar ook bredere maatschappelijke voordelen en andere beleidsdoelen realiseren, zoals biodiversiteitsherstel en circulaire economie.

Fundamenten voor handelingsperspectief

Deze marktverkenning definieert zeventien concrete stappen die decentrale overheden maar ook andere organisaties kunnen overwegen om tot effectieve koolstofvastlegging te komen. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen tien beleidsoverwegingen en zeven overwegingen m.b.t. de eigen bedrijfsvoering. Voorwaardelijk voor deze zeventien stappen is dat eerst de volgende twee 'fundamenten' op orde zijn.

Fundament 1: Stel aparte doelen voor emissiereductie en koolstofvastlegging

Hoewel emissiereductie reeds langere tijd onder de aandacht van beleidsmakers is, is koolstofvastlegging een relatief nieuw beleidsdomein. Gezien de sterke correlatie met urgente beleidsopgaven (stikstof, woningbouw, klimaat) en gezien het grote economische en maatschappelijke potentieel vraagt koolstofvastlegging om een eigen strategisch beleidskader.

Fundament 2: Creëer een coherent afwegingskader en maak daarbij onderscheid tussen groene en grijze vastlegging

Om tot dat strategisch beleidskader te komen is het nodig eerst heldere, gebiedsspecifieke afwegingskaders te formuleren. Natuurlijke en technologische vastlegging hebben elk andere impact en neveneffecten en een afwegingskader helpt bij strategische keuzes op regionaal en nationaal niveau. In dat kader is het raadzaam kennis te nemen van de aanbevelingen in het rapport 'Scaling up carbon dioxide removals' in februari 2025. Recommendations for navigating opportunities and risks in the EU' van de European Scientific Advisory Board on Climate Change (ESBCC)¹⁷² en deze, waar mogelijk, te vertalen naar het eigen afwegingskader.

¹⁷²[European Scientific Advisory Board on Climate Change, 'Scaling up carbon dioxide removals - Recommendations for navigating opportunities and risks in the EU' \[PDF\] \(2025\).](#)

[Directe vertaling van de ESBCC pagina 17:](#)

Aanbevelingen en actiepunten om kansen en risico's te navigeren voor een snelle en duurzame opschaling van CO₂-verwijdering

Op basis van de 'Opschaling van CO₂-verwijdering – Aanbevelingen voor het navigeren van kansen en risico's in de EU' analyse heeft de ESBCC adviesraad beleidsaanbevelingen en bijbehorende actiepunten geïdentificeerd voor EU-beleid, om een omvattend en geloofwaardig kader voor CO₂-verwijdering te ontwikkelen dat rekening houdt met de zeven vastgestelde governancefuncties. Aangezien de rol van deze governancefuncties en de juiste mix van beleidsinstrumenten naar verwachting in de loop van de tijd zullen evolueren, beveelt de Adviesraad een dynamische en adaptieve beleidsaanpak aan. Deze aanpak moet een balans vinden tussen milieu-integriteit, eerlijkheid en dynamische kosteneffectiviteit om de haalbaarheid en geloofwaardigheid van ambitieuze doelstellingen voor CO₂-verwijdering te waarborgen.

De Adviesraad heeft de volgende negen aanbevelingen geformuleerd om CO₂-verwijdering te verankeren in het EU-beleidskader en de inspanningen van de EU te ondersteunen om tegen 2050 netto-nul broeikasgasemissies te bereiken en daarna netto-negatieve emissies te realiseren:

1. Stel afzonderlijke juridisch bindende doelstellingen vast voor bruto reductie van emissies, permanente verwijderingen en tijdelijke verwijderingen.
2. Ontwikkel robuuste monitoring-, rapportage- en verificatiesystemen op zowel activiteitsniveau als nationaal niveau, en zorg voor transparantie over de bijdrage van CO₂-verwijdering aan de EU-beleidsdoelstellingen.
3. Stop en keer de huidige afname van de Europese land-sink om, zorg voor duurzame inwinning en gebruik van biomassa, en integreer landgerelateerde EU-beleidsmaatregelen in een samenhangend kader dat sectorale maatregelen vereist om de land-sink te vergroten en klimaatadaptatie te bevorderen.
4. Versterk regelgeving, breid financiering uit over alle fasen van de innovatiecyclus, geef prioriteit aan CCS voor permanente CO₂-verwijdering en vergroot het publieke bewustzijn over CO₂-verwijdering.
5. Verbeter de coördinatie, verhoog investeringen en versterk strategische planning voor de ontwikkeling van de Europese infrastructuur voor CO₂-transport en -opslag, terwijl gelijke toegang, een rechtvaardige transitie en klimaatbestendigheid worden gewaarborgd.
6. Overweeg een geleidelijke integratie van permanente CO₂-verwijdering in het EU-ETS, onder strikte voorwaarden om verminderde emissiereductie-inspanningen te voorkomen, milieurisico's te beperken, distributieve rechtvaardigheid te bevorderen en dynamische kosteneffectiviteit te verbeteren.
7. Introduceer nieuwe instrumenten om emissies te beprijsen en CO₂-verwijdering te belonen binnen de LULUCF-sector (Land Use, Land-Use Change and Forestry), en zorg ervoor dat deze coherentie vertonen met het bredere klimaatbeleidskader.
8. Erken een uitgebreide verantwoordelijkheid voor uitstoters, waarbij huidige uitstoters verplicht worden bij te dragen aan de toekomstige verwijdering van de broeikasgassen die zij uitstoten.
9. Breid de Europese klimaatgovernance en institutionele capaciteiten uit. De EU-diplomatie en het beleid moeten dit ondersteunen door koolstoflekkage te verminderen en de wereldwijde klimaatambitie te vergroten.

Deze aanbevelingen zijn bedoeld om de EU op koers te houden richting netto-nul en netto-negatieve emissies, en om een solide beleidskader te ontwikkelen dat zowel milieu-impact als economische en sociale rechtvaardigheid in balans houdt.

De Aanbevelingen Scientific Advisory Board on Climate Change (ESBCC) op pagina 60.

Vrijwel gelijk met de ontwikkeling van deze marktverkenning verscheen het rapport 'Scaling up carbon dioxide removals' in februari 2025. Recommendations for navigating opportunities and risks in the EU' van de European Scientific Advisory Board on Climate Change (ESBCC)¹⁷³. Deze aanbevelingen zijn ook meegenomen in onderstaande tabel om duidelijk te maken hoe kansen voor decentrale overheden zich verhouden tot mogelijke EU-beleidskaders en waar deze elkaar kunnen versterken.

17 kansen decentrale overheden en organisaties (10 vanuit beleid, 7 vanuit bedrijfsvoering)

Onderstaande twee tabellen 'Kansen vanuit beleid' en 'Kansen vanuit bedrijfsvoering' tonen een overzicht van de zeventien kansen die relevant zijn voor decentrale overheden en voor beleidsmakers binnen andere organisaties. De tabellen verbinden elke kans aan de corresponderende ESBCC-aanbevelingen. Daarnaast is er correlatie gemaakt met gebruikssystemen waar synergie mogelijk is.

Gebruikerssystemen:

- A. Landgebruikers en natuurbeheerders
- B. Financiële actoren en inkoop bij organisaties
- C. Overheden en beleidsmakers
- D. Bedrijven en industrie
- E. Gemeenschappen en maatschappelijke organisaties
- F. Onderzoekers, technologie- en kennisontwikkelaars

	Kansen vanuit beleid	Functie	Gebruikers systemen	ESBCC aanbevelingen
2.1.1	Verzamel, ontwikkel en deel relevante kennis	Data maakt impact zichtbaar. Een betrouwbare informatievoorziening bevordert bewustwording, onderlinge samenwerking en het lerend vermogen van stakeholders, ook binnen de eigen bedrijfsvoering en beleidsvorming door decentrale overheden.	Allen	2,3,4
2.1.2 2.1.3 2.1.4 2.1.5	Ontwikkel financiële instrumenten ter ondersteuning van koolstofvastlegging	Boeren, bouwers en andere 'vastleggers' belonen voor koolstofvastlegging bevordert spoedige adaptatie door gebruikerssystemen en technologische innovatie. Koolstofkredieten koppelen financiering aan meetbare resultaten en ondersteunen de uitrol van	A, B, C, D	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8

¹⁷³[European Scientific Advisory Board on Climate Change, 'Scaling up carbon dioxide removals - Recommendations for navigating opportunities and risks in the EU' \[PDF\] \(2025\).](#)

		nieuwe verdienmodellen.		
2.1.6	Stel standaarden Versnel Europese certificering d.m.v. implementatie EU CRCF	De EU Carbon Removal and Carbon Farming Regulation (CRCF) reguleert de vastlegging van koolstof en geeft daarmee vertrouwen en duidelijkheid aan de markt.	C, D, A	2, 4, 6, 7
2.1.7	Bepaal interne CO ₂ -prijs	CO ₂ kosten meenemen in beleidsvorming geeft inzicht in de langetermijnpact van beleidskeuzes en leidt zo tot slimmere keuzes. Denk aan toepassingen als MKBA's.	C	7, 8
2.1.8	Bevorder beleidsintegratie rond principe van koolstofvastlegging (zie 2.2)	Koolstofvastlegging als organiserend principe behaalt synergie voor meerdere beleidsopgaven (stikstof, woningbouw, schone lucht en water, groene omgeving, klimaat) en beweegt deze gezamenlijk richting de groene koolstofeconomie	C	3, 5
2.1.9	Ontwikkel regionale innovatieprogramma's (ROM's) kennis, financiering en implementatie	Optreden als investeerder en afnemer optreden, waardoor een stabiele regionale markt voor natuurlijke en biobased koolstofvastleggingsoplossingen ontstaat.		
2.1.10	Creëer coalities en ontwikkel gezamenlijk beleidskaders koolstofkredieten	Decentrale overheden kunnen bijdragen aan effectieve en transparante nationale en internationale beleidskaders voor koolstofkredieten. Samenwerken met andere overheden draagt bij aan duidelijke richtlijnen en standaarden die aansluiten bij Europese en mondiale beleidsdoelen.	C, B	1, 3, 5, 9

	Kansen vanuit bedrijfsvoering	Functie	Gebruikerssystemen	ESBCC aanbevelingen
2.2 2.2.1 2.2.2	Verduurzaam eigen bedrijfsvoering. Zichtbare impact d.m.v. transparante koolstofboekhouding.	Decentrale overheden hebben een voorbeeldfunctie in het kader van CO ₂ -doelstellingen behalen. Door het voortouw te nemen bieden zij bovendien een	C, A, D	5, 8, 9

	Interne vastlegging binnen eigen Scopes GHG-Protocol scopes 1,2,3	omgeving om praktische ervaring op te doen met koolstofvastlegging en leveren zij 'proof of concept'.		
2.2.3 2.2.4 2.2.5	Koper van vastleggings producenten en duurzaam opdrachtgeverschap in projecten Afnemen in lokale koolstofvastleggingsprojecten Als koper - eigen uitstoot compenseren (Net-Zero)			
2.2.6 2.2.7	Gericht aanbesteden en inkopen op koolstofvastlegging i.h.k.v. Maatschappelijk Verantwoord Opdrachtgeven en Inkopen (MVI)	Denk aan een rol als 'launching customer' van een groen koolstofvastleggingsproduct.	B, C, D, F, A	1, 3, 4, 5

2.1 Kansen vanuit beleid

Onderstaande paragrafen beschrijven de concrete kansen voor beleidsmakers om koolstofvastlegging te verankeren in beleidskaders en hoe daarbij samenwerking te zoeken met gebruikerssystemen.

2.1.1 Kennisontwikkeling

Effectieve klimaatactie vereist inzicht. Zonder gedetailleerde kennis over koolstofvastlegging blijven kansen onbenut. Het combineren van technologie, samenwerking en bewustwording is essentieel om beleid te onderbouwen en duurzame resultaten te behalen.

Data en monitoring: Gebruik geografische informatiesystemen (GIS) en remote sensing voor monitoring en het identificeren van prioriteitsgebieden.

Voorbeeld: De EU ondersteunt via het Landsat-programma gedetailleerde data m.b.t. landgebruik.¹⁷⁴

Samenwerking: Werk samen met kennisinstellingen en NGO's voor wetenschappelijke onderbouwing en praktijkgerichte innovatie.

Voorbeeld: De Universiteit Twente werkt vanuit hun Climate Center met boeren in de regio aan het opkweken van olifantengras en pilots om de oogst als 'nieuw veen' in de bodem te brengen.

Impact zichtbaar maken: Ontwikkel campagnes en workshops om burgers en bedrijven bewust te maken van de voordelen van koolstofvastlegging

¹⁷⁴[White Rose Consortium. Modelling diets for a sustainable future \[pdf\] \(2020\)](#)

2.1.2 (Financiële) instrumenten

Financiën zijn de hefboom voor verandering. Zonder de juiste prikkels en ondersteuning blijven veel initiatieven hangen in de planningsfase. Decentrale overheden kunnen met slimme financiële instrumenten duurzame praktijken stimuleren.

Publiek-private samenwerkingen: Richt fondsen op voor herbebossing en herstel van wetlands.

Ondersteuning van landbouw voor koolstofvastlegging: Stimuleer regeneratieve landbouw en agroforestry.

Voorbeeld: Betaal boeren voor koolstofvastlegging in de bodem en reken dit meetbaar en resultaatgericht af door het 'opkopen' van CO₂-vastleggingscredits.

Voorbeeld: De EU biedt hiervoor ondersteuning via het GLB.¹⁷⁵

Innovatieve financiering: Gebruik CO₂-beprijzing en schaduwrijzen om lokale vastleggingsprojecten te stimuleren.

Hoe: Duidelijke koolstof/schaduw/eerlijke prijs berekening in lijn met o.a. EU Taxonomie. Gebruik de opbrengst voor lokale vastleggingsprojecten.

2.1.3 Vastleggingskredieten en toepasbaarheid

Koolstofkredieten koppelen financiering aan meetbare resultaten. Dit proces kent eigenlijk twee stappen: bepalen van de vastlegging (hoeveel CO₂ wordt vastgelegd?), en verwaarden (betaling voor de vastlegging). Bepalen kan betrouwbaarder worden door certificering. Verwaarden kan door het kopen van koolstofvastleggingscredits, maar is ook mogelijk met bijvoorbeeld directe subsidie, waarbij een overheid vastleggingscredits 'koopt' om er verder niets mee te doen behalve het beleid mee te evalueren. Betrouwbaar bepalen van de hoeveelheid en kwaliteit van de vastlegging door middel van certificering is ook in dat geval bevorderlijk voor de uitvoering van het beleid.

Type koolstofkredieten en kritiek

Er zijn drie verschillende koolstofkredieten: 'Removal Credits', 'Reduction Credits' en 'Avoidance Credits'. Een ruimere omschrijving van de verschillende type kredieten is te vinden in '4.1.2 Type Koolstofkrediet'. Hieronder volgen beknopte voorbeelden van elk type krediet en de voornaamste kritiek¹⁷⁶.

Removal Credits

Voorbeeld: Voor natuurlijke vastlegging is (her)bebossing de meest bekende vorm. Natuurlijke

¹⁷⁵[Ferreira, M.N., Conservation priorities mapping—a first step toward building area-based strategies \[online\] \(Frontiers in Science 2, 1440501, 2024\)](#)

¹⁷⁶[Carbon Direct, 'How do carbon credits actually work? Removal, reduction, and avoidance credits explained', Carbon Direct \[online\] \(2024\)](#)

vastlegging in bomen vindt plaats via fotosynthese. Voor technische koolstofvastlegging, zoals DAC, wordt koolstof rechtstreeks uit de lucht gehaald en langdurig vastgelegd.

Kritiek: Bij koolstofvastleggingsprojecten is de verwachte vastleggingsperiode van koolstof belangrijk. Opgeslagen koolstof kan, ondanks de intentie, opnieuw in de atmosfeer terecht komen door onvoorziene gebeurtenissen (zoals bosbranden). Daarom is het belangrijk om de duurzaamheid en risico's van koolstofvastleggingsmethoden goed te beoordelen, robuuste beschermingsmaatregelen te nemen en systemen te implementeren die het verlies van opgeslagen koolstof minimaliseren. Technische oplossingen kunnen de verwachte vastleggingsperiode beter garanderen, echter zijn de kosten voor deze oplossing vaak hoog en de positieve impact op ander beleid klein.

Reduction Credits

Voorbeelden: Reduceren van fossiele brandstoffen door efficiëntere verbranding, of programma's die focussen op het reduceren van methaanuitstoot in veengebieden door ze tot 0,2 minus maaiveld onder water te zetten¹⁷⁷.

Kritiek: Niet alle projecten zijn eenvoudig te volgen en te meten. Dit komt door de complexiteit en vele factoren die aanwezig zijn bij bepaalde projecten. Zo vertrouwen projecten voor gering uitstotende kooktoestellen in ontwikkelingslanden op het bijhouden van gebruikspatronen en het kwantificeren van emissiefactoren voor verschillende brandstof- en toestelcombinaties, wat beide complex is. Deze complexiteit kan leiden tot overcreditering.

Avoidance Credits

Voorbeelden: Het voorkomen van ontbossing. Ontbossing leidt tot uitstoot van koolstofdioxide in de atmosfeer. Avoidance credits worden gegenereerd om ervoor te zorgen dat ontbossing niet plaatsvindt.

Kritiek: Het is niet mogelijk om precies te zien wat er zonder de financiering van een project zou zijn gebeurd, daarom wordt bij het berekenen van de geschatte hoeveelheid vermeden CO₂-uitstoot gekeken naar hoeveel uitstoot er waarschijnlijk zou zijn geweest, maar die uiteindelijk niet plaatsvond. Dit wordt gedaan door historische gegevens, contextuele informatie en statistische modellen te gebruiken om een veronderstelde basislijn te maken. Deze basislijn geeft weer wat er zonder het project zou zijn gebeurd. Omdat deze basislijn niet direct wordt gemeten is er onzekerheid over hoeveel koolstofkredieten er kunnen worden gegenereerd voor projecten die de uitstoot vermeden. Als de basislijn niet goed wordt vastgesteld, kan een project te veel koolstofkredieten worden toegekend. Hier zou zorgvuldig naar gekeken moeten worden, waarbij het de vraag is wat precies kan worden meegenomen in de nulmeting.

In de aanloop naar de Europese certificeringsregulering CRCF heeft het Duitse Umwelt Bundesamt verschillende 'gebruiksmogelijkheden' voor vastleggingscredits ('removal units' onder het CRCF) uitgebreid op een rij gezet¹⁷⁸. Deze gebruiksmogelijkheden zijn hieronder samengevat.

¹⁷⁷ NOBV, *Rapportage 2024: Broeikasgassen – Integratierapport* [online] (2024)

¹⁷⁸ Umwelt Bundesamt, *The EU Carbon Removal Certification Framework: Options for using certified removal units and funding mitigation activities* [pdf] (2024), p. 14.

Mogelijke manieren om eenheden van koolstofverwijdering en -certificaten te gebruiken

Eenheden van koolstofverwijdering of -certificaten kunnen voor verschillende doeleinden worden gebruikt:

- Voor naleving (*compliance*) van EU-klimaatregelgeving om nationale of EU-klimaatdoelen te bereiken
- Voor naleving van EU- of nationale verwijderingsdoelstellingen
- Voor naleving door luchtvaartmaatschappijen onder CORSIA
- Voor naleving van andere EU-, nationale of subnationale beleidsmaatregelen (zoals stikstof, waterkwaliteit, luchtkwaliteit, biodiversiteit, circulaire economie)
- Voor vrijwillige compensatie door bedrijven, instellingen, jurisdicties of individuen
- Voor vrijwillig gebruik voor andere doeleinden dan compensatie, zoals bijdrageclaims
- Als middel om subsidies uit te keren of prikkels te bieden

Momenteel worden koolstofverwijderingskredieten met name gebruikt voor compensatie op de vrijwillige koolstofmarkt. Het gebruik voor naleving van wettelijke mitigatieverplichtingen is nog uitzonderlijk, maar biedt mogelijkheden.

Het gebruik van verwijderingscredits is van groot belang om grondige berekeningen te garanderen die zorgen dat de eigen emissies van vastleggingsprocessen niet tot netto tot meer uitstoot leiden. Sommige toepassingen vormen een beperkt of geen risico, terwijl andere de integriteit kunnen ondermijnen. Het CRCF bevat geen expliciete regels voor het gebruik van eenheden, waardoor alle mogelijke toepassingen zijn toegestaan.

Een centrale vraag is hoe verwijderingen zullen worden geïntegreerd in bestaande EU-instrumenten voor klimaatbeleid voor het naleven van emissiereductiedoelstellingen na 2030, met name wat betreft het EU-emissiehandelssysteem (ETS). In de wetenschap wordt het debat hierover gevoerd, maar de politieke obstakels lijken fors.

Op basis van deze mogelijke functies van vastleggingskredieten en de rollen voor overheden zoals onder [2.0 rollen voor beleidsmakers](#) beschreven, worden hieronder concrete aanbevelingen en handelingsmogelijkheden beschreven.

2.1.4 Lokale markten opzetten

Waarom: Lokale koolstofmarkten geven directe voordelen aan gemeenschappen en maken koolstofvastlegging economisch aantrekkelijk.

Hoe: Herken en steun een markt waarin koolstofkredieten verhandeld kunnen worden. Ondersteun projecten zoals veenherstel die kredieten genereren.¹⁷⁹

Voorbeeld: De Ökoregion Kaindorf¹⁸⁰ is een samenwerkingsverband van drie gemeenten in de Oostenrijkse deelstaat Stiermarken: Ebersdorf, Hartl en Kaindorf. Opgericht in 2007, streeft deze regio

¹⁷⁹[OUP, From heatwaves to food systems: epidemiologists addressing climate challenges \[online\] \(International Journal of Epidemiology 53, 5, dyae117, 2024\)](#)

¹⁸⁰[Ökoregion Kaindorf. Homepage. Ökoregion Kaindorf \[online\] \(2024\)](#)

ernaar een voorbeeld te zijn in ecologische kringlooeconomie, het verminderen van energieverbruik en het gebruik van hernieuwbare energiebronnen, met als uiteindelijk doel CO₂-neutraliteit.

2.1.5 Boeren, bouwers en andere 'vastleggers' belonen

Waarom: Regeneratieve landbouw verhoogt koolstofvastlegging en stimuleert een gezonde bodem. biobased bouwers slaan koolstof op in gebouwen.

Hoe: Introduceer beloningsprogramma's waarin boeren betaald worden voor koolstofvastlegging. Treedt op als 'launching customer' en gebruik removal credits als financierings- / subsidie-instrument.

2.1.6 Stel standaarden

Waarom: Eerlijke en transparante richtlijnen verhogen het vertrouwen in koolstofkredieten.

Hoe: Steun certificeringsprogramma's en start de implementatie van de Europese standaard, het EU CRCF. Werk samen met internationale organisaties om standaarden te waarborgen. Let op! Critici stellen dat veel compensatieprojecten leiden tot overcreditering, overdrijving van de additionaliteit en het verschuiven van emissies naar andere gebieden. Lees meer hierover in hoofdstuk 4.2.3

Fundamentele kritiek vanuit de wetenschap en markt

Met name decentrale overheden hebben dus in deze fase een cruciale rol in het opbouwen van de circulaire koolstofeconomie. Het scheppen van de voorwaarden voor (het opschalen van) natuurlijke koolstofvastlegging is in algemeen belang en daarom bij uitstek een overheidstaak.

2.1.7 Interne CO₂-prijs t.b.v. besluitvorming

Een interne CO₂-prijs helpt bij het nemen van langetermijnbeslissingen en voorkomt dat klimaatdoelen worden overschaduwd door kortetermijnbelangen. De provincie Utrecht past bijvoorbeeld een CO₂-prijs toe in haar MKBA-beoordelingen

Reken met de toekomst:

Waarom: Langetermijnemissies moeten worden meegewogen in huidige beslissingen.

Hoe: Voer een interne CO₂-prijs in en gebruik dit als maatstaf voor infrastructuurprojecten en beleidskeuzes. Ontwikkel scenario's om beslissingen te simuleren. Een goed voorbeeld hiervan is de provincie Utrecht, waar een interne CO₂-prijs wordt toegepast om duurzame keuzes te stimuleren.

Leer van anderen:

Hoe: Er zijn succesvolle voorbeelden die kunnen dienen als blauwdruk. De Provincie Utrecht introduceerde een interne prijs voor MKBA beoordelingen van 875 per ton CO₂¹⁸¹.

Stimuleer innovatie:

Waarom: Een interne CO₂-prijs zet aan tot creativiteit en duurzame oplossingen.

¹⁸¹ [Provincie Utrecht, 'Provincie Utrecht gebruikt als eerste overheid in Nederland een eerlijke CO₂-prijs', Provincie Utrecht \[online\] \(18 januari 2023\)](#)

Hoe: Beloon projecten met een lage CO₂-uitstoot met extra financiering of erkenning. Integreer dit in beleidsbegrotingen.

2.1.8 Beleidsintegratie middels gekoppelde beleidsinstrumenten

Om langdurige en structurele impact te realiseren is het wenselijk dat decentrale overheden toewerken naar een groene circulaire koolstofeconomie. Dit betekent een economie waarin koolstofvastlegging en emissiereductie integraal onderdeel zijn van groene economische groei en innovatie, en bijdragen aan brede welvaart.

Natuurlijke klimaatbuffers: Bij het opstellen van omgevingsvisies kunnen overheden gebieden aanwijzen voor natuurlijke klimaatbuffers, zoals veengebieden, moerassen en bossen, die fungeren als CO₂-vastleggingsplaatsen en tegelijkertijd bescherming bieden tegen overstromingen en droogte.¹⁸² Initiatieven als de Interreg BUFFER+¹⁸³ en LIFE Wetlands4Cities¹⁸⁴ zijn passende voorbeelden van natuurlijke klimaatbuffers.

Adaptief waterbeheer: Implementatie van natuurlijke oplossingen, zoals het creëren van ruimte voor rivieren en het herstellen van wetlands, om waterveiligheid te vergroten en ecosystemen te versterken.¹⁸⁵

Monitoren en actualiseren van vegetatieproductiviteit: Op de Atlas Natuurlijk Kapitaal staan vijf kaarten die gemaakt zijn aan de hand van het koolstofmodel van het Natuurlijk Kapitaal model (NK-model).¹⁸⁶ Hierin zijn verschillende waardevolle onderzoeken opgenomen, zoals Verwaarden van goed bodemkoolstofbeheer in de landbouw: 'Credits for Carbon Care' (2013).¹⁸⁷ Deze informatie kan opnieuw worden bekeken en geactualiseerd.

Maak koolstof een waardevolle grondstof:

Waarom: Door koolstof een economische waarde te geven, wordt vastlegging aantrekkelijker voor bedrijven en gemeenschappen.

Hoe: Ontwikkel lokale markten voor koolstofgerelateerde producten en diensten. Stimuleer innovatie in koolstofvastleggingstechnologieën.

Integreer klimaat in alle beleidsdomeinen:

Waarom: Klimaatbeleid kan niet geïsoleerd worden; het moet verweven zijn met stedelijke planning, landbouw en industrie. **Hoe:** Zorg voor samenhangende beleidskaders die de voordelen van een groene koolstofeconomie benadrukken.

Educatie en betrokkenheid:

Waarom: Een succesvolle transitie vereist dat alle stakeholders begrijpen wat een koolstofeconomie

¹⁸² [Klimaatadaptatie Nederland. Evaluatie van natuurlijke klimaatbuffers \[online\] \(2020\)](#)

¹⁸³ [BUFFER+, BUFFER carbon + water in peatlands: landscape-based solutions for climate adaptation \[online\] \(2025\)](#)

¹⁸⁴ [Natuurpunt. LIFE Wetlands4Cities \[online\] \(2022\)](#)

¹⁸⁵ [Wageningen University & Research. Natuurlijke oplossingen voor klimaatadaptatie \[online\] \(2024\)](#)

¹⁸⁶ [Atlas Natuurlijk Kapitaal, NK-model \[online\]](#)

¹⁸⁷ [Soilpedia. Verwaarden van goed bodemkoolstofbeheer in de landbouw: Bodemkoolstofbeheer \[online\] \(2013\)](#)

inhoudt. **Hoe:** Organiseer programma's die overheden, bedrijven en burgers informeren en betrekken bij de voordelen en mogelijkheden van koolstofvastlegging.

2.1.9 Ontwikkel regionale innovatieprogramma's (ROM's) kennis, financiering en implementatie

Regionale Ontwikkelingsmaatschappijen (ROM's) spelen een cruciale rol bij het versnellen van de transitie naar duurzame koolstofvastlegging. Ze kunnen innovatie stimuleren door kennisontwikkeling, financiering en implementatie te faciliteren, bijvoorbeeld via regionale innovatieprogramma's. Dit omvat het integreren van bestaande projectmethodologieën en het actief bevorderen van samenwerking en kennisuitwisseling met lokale belanghebbenden, zoals boeren, natuurbeschermingsorganisaties en bedrijven. Daarnaast kunnen decentrale overheden als investeerder en afnemer optreden, waardoor een stabiele regionale markt voor natuurlijke en biobased koolstofvastleggingsoplossingen ontstaat.

Investeren in lokale koolstofvastleggingsprojecten: Overheden kunnen investeren in bos- en natuurbeheer, wetlandsherstel en duurzame landbouw om CO₂ vast te leggen en tegelijkertijd biodiversiteit en klimaatbestendigheid te bevorderen.¹⁸⁸

Subsidieprogramma's waarmee organisaties financiële ondersteuning kunnen krijgen om hun CO₂-voetafdruk te verkleinen en te compenseren. Een programma dat bedrijven, overheden en non-profitorganisaties bij het meten, reduceren en neutraliseren van hun CO₂-uitstoot door middel van erkende vastleggingsprojecten.

Ondersteuning van koolstoflandbouw: Samenwerking met lokale agrariërs om landbouwpraktijken te promoten die koolstof in de bodem vastleggen, zoals agroforestry, regeneratieve landbouw en het gebruik van vanggewassen. Dit draagt bij aan zowel de lokale economie als de klimaatadaptatie.

Innovatie in biobased economie: Door biobased bouwmaterialen te koppelen aan nieuwe verdienmodellen voor de landbouw, kunnen sectoren als de bouw en landbouw samen bijdragen aan CO₂-vastlegging.

Bij het opzetten en beheren van koolstofvastlegging Initiatieven is het essentieel om:

Gebruik te maken van erkende projectmethodologieën van certificeringsprogramma's en standaarden zoals SNK, Verra of ONCRA. Deze organisaties bieden gevalideerde methodologieën die specifiek zijn afgestemd op verschillende natuurlijke koolstofvastleggingsprojecten.

Projectmethodologieën gebaseerd op de ISO 14064-2 & 3 standaarden toe te passen, om de impact en kwaliteit van projecten nauwkeurig te monitoren, te rapporteren en te certificeren.

Validatie en verificatie door onafhankelijke derde partijen te laten doen die zijn geaccrediteerd door de CDM of IAF en/ of gebaseerd op de ISO 14065.

Volg hierbij de ingetreden EU wetgeving [CRCE](#), dit is Europese wetgeving (sinds 26 december 2024) die certificering van vastlegging reguleert. Dit gaat helderheid scheppen voor de vele private initiatieven.

¹⁸⁸ [Atlas Natuurlijk Kapitaal. Koolstofvastlegging \[online\] \(2024\)](#)

Erkende methodologieën en de ISO-standaard vormen de basis voor betrouwbare en schaalbare projecten en kunnen worden geïntegreerd binnen innovatieprogramma's zoals PIM¹⁸⁹ (Noord-Holland) en Innovation Quarter¹⁹⁰ (Zuid-Holland). Binnen deze programma's is er ruimte om kennis en methodologieën verder te ontwikkelen en te verfijnen. Er zijn al tien vastleggings typeringe geïdentificeerd, maar deze hebben voortdurende innovatie nodig om effectief en toekomstbestendig te blijven. Dit vraagt om experimenteren en praktijkgerichte toepassingen.

Innovatie speelt hierin een sleutelrol: Organisaties zoals LTO en OOSTNL dragen bij aan de ontwikkeling van nieuwe technieken en werkwijzen. Om innovaties te testen en op te schalen bieden modellen zoals het Living Lab-model¹⁹¹ van RVO waardevolle experimenteeruimte. Dit model maakt het mogelijk om in een realistische omgeving nieuwe methodieken te toetsen en door te ontwikkelen.

Goede monitoring is essentieel: Innovatieve technieken die het monitoren van koolstofvastleggingsprojecten verbeteren dragen bij aan meer transparantie, betrouwbaarheid en schaalbaarheid van koolstofvastlegging. Door nauwkeurige meet- en verificatiemethoden, gebaseerd op de ISO 14065, kunnen de effecten van verschillende methodieken beter worden gekwantificeerd en gerapporteerd. Dit leidt tot meer vertrouwen bij investeerders, beleidsmakers en bedrijven die betrokken zijn bij klimaatoplossingen. Bovendien maakt geavanceerde monitoring het mogelijk om sneller te sturen en innovaties effectiever te implementeren. Een technologie als remote-sensing kan koolstofvastleggingsprojecten realtime volgen en optimaliseren.

Het is van belang dat er monitorings- en actualiseringsprogramma's komen voor vegetatieproductiviteit en koolstofopslag, zoals het [Atlas Natuurlijk Kapitaal-systeem](#). Daarnaast kunnen kaders zoals het 4 Returns Framework (zie 4.2.3) van Commonland helpen om koolstofvastlegging structureel te integreren in landschapsherstel en duurzame economische ontwikkeling.

2.1.10 Creër coalities en ontwikkel gezamenlijk beleidskaders koolstofkredieten

Samenwerking en beleidsontwikkeling: Decentrale overheden spelen een sleutelrol in het vormgeven van effectieve en transparante beleidskaders voor koolstofkredieten. Door samen op te trekken met andere overheden, zowel nationaal als internationaal, kunnen zij bijdragen aan de ontwikkeling van duidelijke richtlijnen en standaarden die aansluiten bij Europese en mondiale beleidsdoelen.

Gezamenlijke inspanningen op nationaal niveau (via platforms zoals het Interprovinciaal Overleg – IPO), en op Europees niveau (via samenwerkingen met EU-instellingen en relevante beleidsnetwerken) zijn cruciaal om:

- Beleidsconsistentie te waarborgen tussen verschillende overheidslagen.
- Koolstofkredieten te verankeren in ruimtelijk en duurzaamheidsbeleid.
- Erkenning en regulering van natuurlijke CO₂-vastlegging binnen de EU-wetgeving te bevorderen.

¹⁸⁹[Programma Investeringsgereed Innovatief MKB Noord-Holland \(PIMNH\), Homepage \[online\] \(2024\)](#)

¹⁹⁰[InnovationQuarter, Homepage \[online\] \(2025\)](#)

¹⁹¹[RVO, Living Labs \[online\]](#)

Kennisdeling en beleidsvorming binnen Nederland: Binnen Nederland kunnen provincies, gemeenten en waterschappen gezamenlijk leren van bestaande initiatieven en best practices van natuurlijke koolstofvastlegging en dit delen via andere interbestuurlijke samenwerkingsverbanden. Het organiseren van beleidsbijeenkomsten en strategische werkgroepen kan bijdragen aan een gedeelde kennisbasis en een effectieve implementatie van koolstofkredieten in duurzaamheids- en natuurbeleid. Mogelijk kan het als apart thema opgenomen binnen huidige IPO structuur¹⁹².

Aansluiting bij Europese initiatieven en regelgeving: Op Europees niveau is het essentieel dat decentrale overheden actief participeren in de ontwikkeling van beleidsrichtlijnen en standaarden voor koolstofkredieten. Dit kan door:

- Deelname aan EU-consultaties en wetgevingsprocessen (zoals de ontwikkeling van het EU Carbon Removal and Carbon Farming Regulation – CRCF).
- Aansluiting bij netwerken zoals het European Carbon Removals and Carbon Farming¹⁹³, Expert Group on Carbon Removals (E03861)¹⁹⁴, en initiatieven binnen de EU Green Deal.
- Strategische samenwerking met relevante experts en voorbeelden die er (in)ternationaal al zijn vanuit de communicatie kanalen van de Rijksoverheid zoals de Agrospecials¹⁹⁵. Zo worden bedrijven en andere beleidsmakers geïnspireerd met kansen voor de Europese en wereldwijde koolstofmarkt.

Een gezamenlijke aanpak is noodzakelijk om niet alleen informatie op te halen, maar ook invloed uit te oefenen op de beleidsvorming binnen de EU. Dit voorkomt versnippering en zorgt voor een breed gedragen en effectief kader voor natuurlijke koolstofvastlegging, bijbehorende certificeringsmogelijkheden en eventuele verhandelen van koolstofkredieten.

2.2 Kansen vanuit de eigen bedrijfsvoering

De volgende kansen beschrijven hoe koolstofvastlegging actief onderdeel kan worden van de eigen bedrijfsvoering, de eigen keten en het eigen beheer van zowel decentrale overheden als andere organisaties.

2.2.1 Zichtbare impact d.m.v. transparante koolstofboekhouding

Decentrale overheden kunnen een voortrekkersrol vervullen door binnen hun eigen bedrijfsvoering strategieën te implementeren die zowel gericht zijn op emissiereductie als op natuurlijke koolstofvastlegging in combinatie met klimaatadaptatie. Het is hierbij van groot belang dat de impact meetbaar en inzichtelijk wordt gemaakt d.m.v. een transparante koolstofboekhouding. De volgende stappen ondersteunen daarbij::

Duidelijke nulmeting en monitoring binnen de organisatie

¹⁹² [Interprovinciaal Overleg \(IPO\), Thema's \[online\] \(2024\)](#)

¹⁹³ [Europese Commissie, Carbon removals and carbon farming \[online\] \(2024\)](#)

¹⁹⁴ [Europese Commissie, Register of Commission Expert Groups and Other Similar Entities: Expert Group on Carbon Removals \(E03861\) \[online\] \(2023\)](#)

¹⁹⁵ [Rijksoverheid, Agrospecials \[online\]](#)

Nulmeting en monitoring zijn essentieel en zelfs voorwaardelijk om de impact van natuurlijke koolstofvastlegging te kwantificeren, certificeren en optimaliseren. Ze vormen de basis voor beleidsontwikkeling, certificering, en het genereren van economische waarde door koolstofkredieten.

Nulmeting als vertrekpunt voor natuurlijke CO₂-vastlegging

Een nulmeting brengt de huidige koolstofvastlegging als gevolg van de bedrijfsvoering in kaart en biedt inzicht in de basislijn van CO₂-vastleggingcapaciteit en ecologische impact en zorgt voor een uitgangspunt om vooruitgang te meten en doelen te stellen.

Monitoringsmethoden

Satelliet- en GIS-data: Voor grootschalige projecten zoals herbebossing en blauwe koolstofecosystemen.

Grondmonsters en veldmetingen: Voor bodemgerichte technieken zoals regeneratieve landbouw.

Blockchain en AI-tools: Transparante verificatie van vastlegging, zoals toegepast door platforms zoals Pachama.

2.2.2 Interne vastlegging binnen eigen Scopes GHG-Protocol scopes 1,2,3 (evt 0 en 4)

Vastlegging wordt geïntegreerd in de directe activiteiten van een organisatie, zonder externe afhankelijkheden. Dit scenario vereist minder complexe certificering en kan direct bijdragen aan interne klimaatdoelen. Er wordt inmiddels gesproken over een eventuele toevoeging op de basis scoping van GHGP 1, 2, 3 door de zogeheten scope 0¹⁹⁶ en scope 4¹⁹⁷. Er is nog weinig documentatie van te vinden, maar basaal wordt er gesproken dat scope 0 de historische emissies en de indirecte effecten van marketingactiviteiten betreft, waarbij marketing bijdraagt aan de invloed van bedrijfsactiviteiten buiten de operationele grenzen. Scope 4 daarentegen, behandelt de "vermijdbare emissies" die resulteren uit R&D en innovaties die leiden tot lagere emissies dan voorgaande oplossingen.

Vastlegging binnen eigen omgeving

Overheden kunnen zélf ook CO₂ vastleggen. Dat kan, op kleine schaal, in groenblauwe infrastructuur op terreinen die de overheid in beheer heeft. Denk aan: integratie van groene daken, gevelbegroeiing, verbinding van bomen door de stad en waterdoorlatende bestrating om stedelijke hitte-eilanden te verminderen en wateroverlast te beperken. Deze maatregelen dragen bij aan klimaatadaptatie en verhogen de koolstofvastlegging in stedelijke gebieden. Door het organische-koolstofgehalte in bodems te verhogen, bijvoorbeeld via compostering en het stimuleren van bodemleven, wordt niet alleen CO₂ vastgelegd, maar verbetert ook de waterretentie en vruchtbaarheid van de bodem, wat cruciaal is voor klimaatadaptatie.¹⁹⁸

De gemeente Rotterdam plant bomen in eigen beheer om stadsparken te vergroenen en neemt de vastgelegde CO₂ op in hun Scope 1-rapportages.

Voordelen: Eenvoudigere implementatie en directe zichtbaarheid in duurzaamheidsrapportages.

¹⁹⁶ [ESG Mark, Scope 0 \[online\] \(2024\)](#)

¹⁹⁷ [BigMile, The fourth scope of the GHGP \[online\] \(2024\)](#)

¹⁹⁸ [Omgeving Vlaanderen, Belang van organische koolstof in de bodem \[online\] \(2024\)](#)

Vastlegging binnen de eigen keten of beheer:

Hier wordt CO₂-vastlegging gerealiseerd binnen de bredere waardeketen van een organisatie, zoals bij landbouw- of productiepartners. Dit scenario versterkt de directe koppeling tussen activiteiten en CO₂-vastlegging.

Voorbeeldcase: Een voedselbedrijf werkt met boeren in hun toeleveringsketen om via agroforestry en regeneratieve landbouw de CO₂-vastlegging te verhogen.

Voordelen: Verbetering van de relaties in de waardeketen en bredere impact op ecosystemen.

Vastlegging in een externe keten:

In dit scenario kopen organisaties gecertificeerde koolstofkredieten van projecten buiten hun directe invloedssfeer. Certificering is hierbij cruciaal om transparantie en betrouwbaarheid te waarborgen, vooral bij externe compensatie.

Voorbeeldcase: Een Nederlandse provincie koopt koolstofcredits van een mangroveherstelproject via Gold Standard om restuitstoot te compenseren.

Voordelen: Toegang tot internationale compensatieprojecten en vergroting van klimaatimpact.

Balanceren en compenseren:

Het balanceren van CO₂-uitstoot en -vastlegging vormt een integraal onderdeel van duurzaamheidsstrategieën. Natuurlijke koolstofvastlegging kan hierbij worden ingezet om:

Balanceren: Natuurlijke vastlegging op te nemen in interne emissiereductiedoelen en duurzaamheidsrapportages.

Compenseren: Certificaten of koolstofcredits aan te schaffen om restuitstoot te neutraliseren.

Voorbeeldcase: Een bedrijf dat onvoldoende emissiereducties kan realiseren binnen Scope 1 en 2 koopt gecertificeerde credits via Puro.earth om aan hun netto-nul doelstelling te voldoen.

Verkoopdoeleinden:

CO₂-credits die voortkomen uit gecertificeerde vastleggingsprojecten kunnen worden verkocht via platforms zoals platformCO₂neutraal, Puro.earth, CarbonPlace en Plan Vivo. De marktwaarde varieert afhankelijk van techniek, locatie, en vraag, tussen €50 en €500 per ton CO₂.

Economische kansen:

Certificering verhoogt de waarde van koolstofvastleggingsprojecten. Externe verkoop biedt financieringsmogelijkheden voor nieuwe projecten en herstel van ecosystemen.

Voorbeeldcase: Een agrarisch collectief certificeert hun biokoolproductie en verkoopt credits via Verra aan internationale bedrijven die hun Scope 3-uitstoot willen compenseren.

Belang van betrouwbaarheid versus complexe rapportage (doelmatigheid)

Er bestaat een paradox binnen koolstofvastleggingcertificering: het middel (certificering) mag het doel (impact) niet overschaduw en de reductieopgave niet op het tweede plan stellen. De complexiteit van het certificeringsproces moet geen doel op zich worden. Projecten kunnen positieve impact realiseren zonder overmatige rapportage. Voor kleine projecten kan worden uitgegaan van een gemiddeld positief vastleggingspercentage, maar het is vaak niet realistisch of betaalbaar om dit nauwkeurig te kwantificeren, monitoren en verifiëren. Hierdoor ontstaat een scheve verhouding

tussen grote, middelgrote en kleine projecten(ontwikkelaars): de certificeringsvereisten leggen een onevenredig grote last op kleine projecten, waardoor het proces wordt vertraagd en mogelijk onnodig wordt bemoeilijkt.

Een evenwicht tussen betrouwbaarheid en werkbaarheid is daarom nuttig. Een certificeringsprogramma dat proportioneel is aan de schaal van een project zorgt ervoor dat zowel grote als kleine initiatieven effectief kunnen bijdragen aan de transitie naar een regeneratieve economie zonder onnodige administratieve barrières.

2.2.3 Koper van vastleggings producenten en duurzaam opdrachtgeverschap in projecten

Als inkoper en opdrachtgever is de overheid relevant voor koolstofvastlegging binnen de eigen bedrijfsvoering maar ook als katalysator van nieuwe initiatieven. Denk aan de rol van 'launching customer' van een product dat actief koolstof vastlegt. Hieronder volgen enkele voorbeelden van inkopen met inachtneming van koolstofvastlegging:

Biobased materialen: Stimuleren van het gebruik van materialen die CO₂ vastleggen, zoals hout en andere biobased producten, in bouw- en infrastructuurprojecten¹⁹⁹. Dit draagt bij aan zowel emissiereductie als koolstofvastlegging.

Klimaatadaptieve criteria: Bij aanbestedingen eisen stellen die bijdragen aan klimaatadaptatie, zoals het aanleggen van groene ruimtes en waterbeheeroplossingen, die tevens de lokale biodiversiteit en koolstofvastlegging bevorderen.

Samenwerking met lokale producenten: Decentrale overheden kunnen via inkoopbeleid duurzame landbouw en bosbouw stimuleren door bijvoorbeeld producten af te nemen die bijdragen aan CO₂-vastlegging, zoals houtbouw of regeneratieve landbouwproducten.

2.2.4 Afnemen in lokale koolstofvastleggingsprojecten

Ondersteuning van koolstoflandbouw: Samenwerken met lokale agrariërs om landbouwpraktijken te promoten die koolstof in de bodem vastleggen, zoals agroforestry en het gebruik van vanggewassen. Dit versterkt zowel de lokale economie als de klimaatbestendigheid.

Bos- en natuurbeheer: Investeren in het aanplanten en duurzaam beheren van bossen en natuurgebieden om CO₂ vast te leggen en tegelijkertijd recreatie en biodiversiteit te bevorderen.²⁰⁰ Een passend raamwerk hiervoor is het 4 Returns Framework van Commonland (zie 4.2.3), dat een holistische aanpak heeft voor landschapsherstel en klimaatverandering.

¹⁹⁹[Building Balance. Ketenontwikkeling GWW \[online\] \(2024\)](#)

²⁰⁰[Atlas Natuurlijk Kapitaal. Koolstofvastlegging \[online\] \(2024\)](#)

2.2.5 Als koper - eigen uitstoot compenseren (Net-Zero)

Overheid als koper van koolstofkredieten: Investeren in gecertificeerde CO₂-vastleggingsprojecten. Waarbij het raadzaam is om de rekening te houden met de onderstaande principes:

- **SBTi** biedt een geschikt kader voor decentrale overheden die ambitieuze, wetenschappelijk onderbouwde koolstofreductie en vastlegging doelen willen stellen en langetermijnstrategieën voor klimaatactie willen ontwikkelen.
- **The Oxford Principles** geven richtlijnen voor het aankopen van koolstofkredieten, met een sterke focus op de kwaliteit en effectiviteit van de projecten die deze kredieten genereren.
- **Betrouwbaarheid:** Kies voor kredieten van instanties die projectmethodologieën hebben ontwikkeld gebaseerd op de ISO 14064-2 & 3 methodes of andere bewezen certificering methodes.
- **Geaccrediteerde Instanties:** In zijn algemeen is het belangrijk om bij kredieten goed te kijken naar de instanties die voldoen aan overkoepelende principes zoals die van ICVCM en CRCF om zekerheid te hebben over de betrouwbaarheid en impact van de aangeschafte carbon credits. Voornamelijk de Europese Carbon Removal & Carbon Farming (CRCF) wordt van groot belang voor koolstofvastleggingsprojecten in Europa. Deze overkoepelende 'standaard' heeft de verschillende certificeringsprogramma's op de vrijwillige koolstofmarkt vergeleken en de best-practices eruit gehaald. Dit document is een belangrijk leidraad voor projectontwikkelaars en toekomstige natuurlijke vastleggingsprojecten.

Voor decentrale overheden die actief willen deelnemen aan vrijwillige koolstofmarkten, bieden deze richtlijnen en organisaties een betrouwbare basis om hoogwaardige carbon credits te selecteren en bij te dragen aan duurzame klimaatactie.

2.2.6 Relatie tot inkoopindicatoren decentrale overheden (MVI)

Decentrale overheden spelen een cruciale rol in het bevorderen van duurzame ontwikkeling door middel van Maatschappelijk Verantwoord Inkopen (MVI²⁰¹) of Maatschappelijk Verantwoord Opdrachtgeven en Inkopen (MVOI²⁰²). Dit instrument biedt hen de mogelijkheid om via inkoopprocessen niet alleen klimaatdoelen en biodiversiteitsherstel te ondersteunen, maar ook bij te dragen aan de transitie naar een circulaire economie. Het integreren van CO₂-vastlegging als criterium in inkoopindicatoren versterkt de milieuprestaties van projecten en stimuleert economische en sociale meerwaarde binnen de regio.

Door CO₂-vastlegging te koppelen aan inkoopindicatoren kunnen overheden strategische keuzes maken die 1) voldoen aan vastgestelde Net-Zero Standards voor organisaties, zoals SBTi en 2) aansluiten bij internationale certificeringsstandaarden, zoals ISO 14064. Het SBTi biedt een methodologie voor het berekenen van emissiedoelen die klimaatwetenschappelijk zijn onderbouwd. Het vereist zowel interne emissiereducties als het gebruik van gecertificeerde koolstofkredieten voor resterende emissies. Het internationale certificeringsstandaard ISO 14064-2 biedt een solide basis

²⁰¹[PIANOo, Milieubewust inkopen toegelicht \[online\] \(2024\)](#)

²⁰²[Gemeente Utrecht, Maatschappelijk Verantwoord Opdrachtgeven en Inkopen \[online\] \(2024\)](#)

voor betrouwbaarheid, transparantie en controle, waardoor projecten niet alleen voldoen aan lokale duurzaamheidsdoelen, maar ook aan Europese richtlijnen en de Duurzame Ontwikkelingsdoelen (SDG's).

Standaarden zoals ISO en SBTi versterken deze voordelen door de betrouwbaarheid, meetbaarheid en legitimiteit van CO₂-vastleggingsprojecten te waarborgen. Dit vergroot niet alleen de impact van individuele projecten, maar biedt ook schaalvoordelen bij grotere aanbestedingen en internationale samenwerkingen.

2.2.7 Relevantie van CO₂-vastlegging binnen MVI en indicatoren voor duurzame inkoop

CO₂-vastlegging kan worden geïntegreerd in bestaande milieukritische inkoopcriteria die decentrale overheden hanteren. Dit biedt een unieke kans om duurzaamheidsdoelen zoals CO₂-reductie, biodiversiteitsherstel en circulaire economie te koppelen aan inkooppraktijken.

Certificeringsstandaarden zoals ISO en SBTi ondersteunen deze integratie door concrete kaders te bieden voor kwantificering en monitoring.

Mogelijkheden voor decentrale overheden:

Biodiversiteitsdoelen versterken: Via natuurvriendelijke oplossingen zoals herbebossing of regeneratieve landbouw.

Klimaatdoelen behalen: Door koolstofvastlegging te stimuleren via landschapsbeheer en innovaties in bouw en infrastructuur.

Economische waarde creëren: Door lokale initiatieven te ondersteunen en projecten met CO₂-certificering te bevorderen.

Voorbeelden van toepassing in inkooppraktijken:

Groen beheer en CO₂-vastlegging:

Door eisen te stellen aan alternatieve maaitechnieken dragen decentrale overheden bij aan CO₂-vastlegging in bodems.

Voorbeeldcase: Een gemeente past extensief maaibeheer toe, waarbij een deel van het bermgras wordt omgezet in biokool om koolstof vast te leggen.

Biobased materialen in aanbestedingen:

Het opnemen van biobased bouwmaterialen, zoals hout of hennepbeton, in aanbestedingscriteria bevordert CO₂-vastlegging en circulariteit.

Voorbeeldcase: De provincie Noord-Brabant schrijft biobased materialen voor bij de bouw van bruggen.

Certificering van koolstofkredieten:

Decentrale overheden kunnen projecten selecteren op basis van betrouwbare CO₂-certificering via standaarden zoals CRCF.

Voorbeeldcase: De provincie Utrecht gebruikt een eerlijke CO₂-prijs in hun MKBA's en stimuleert projectcertificering.

Indicatoren voor duurzame inkoop

Om de impact van natuurlijke koolstofvastlegging te meten en te monitoren, kunnen decentrale overheden de volgende indicatoren opnemen in hun inkoopbeleid:

- 1. CO₂-reductie per ton:** Aanbieder toont meetbare vastlegging aan, bij voorkeur gecertificeerd volgens ISO 14064.
- 2. Biodiversiteitswinst:** Meetbare verbeteringen in flora en fauna binnen het projectgebied, bijvoorbeeld gevalideerd via CRCF of Plan Vivo.
- 3. Circulariteitsindex:** Percentage biobased materialen of circulaire oplossingen dat wordt toegepast.
- 4. Koolstofkredieten:** Transparantie en validatie van certificeringen via internationale standaarden zoals CRCF of ISO-doelen.

Voordelen voor decentrale overheden MVI

Het integreren van CO₂-vastlegging in MVI en inkoopbeleid biedt decentrale overheden diverse voordelen:

Duurzaamheid: Stimuleert een duurzamer beheer van openbare ruimte, bouwprojecten en landbouwgronden.

Financiële transparantie: Het toepassen van een eerlijke CO₂-prijs in MKBA's maakt de maatschappelijke waarde van CO₂-vastlegging zichtbaar.

Regionale versterking: Door lokale projecten en initiatieven te ondersteunen, versterken overheden de regionale economie en dragen ze bij aan landelijke klimaatdoelen.

Bovenstaande is een overzicht van de complexiteit van de huidige koolstofmarkt, gemaakt door het certificeringsprogramma Puro.earth. De schets geeft een gecategoriseerd beeld van de organisaties dichtbijstaande stakeholders. Aangezien deze kaart is gecreëerd door een belanghebbende, geeft het niet de complete markt, met alle bestaande actoren, weer. Echter, laat het wel zien dat de koolstofmarkt (en daarmee de koolstofvastleggingsketen) bestaat uit een scala aan verschillende actoren (belanghebbenden) en stappen die samenwerken om koolstofvastlegging betrouwbaar, meetbaar en verhandelbaar te maken. De keten loopt van projectontwikkelaars (facilitating supply) tot (accreditering- en) certificeringsorganisatie (Building trust & integrity) tot de uiteindelijke koper (End-buyers) van carbon credits. Hiertussen zitten nog andere stakeholders zoals kennisinstellingen, faciliteerders en Carbon Credit marktplaatsen, etc. Voor een decentrale overheid zijn de volgende stappen en bijbehorende belanghebbende relevant:

1. *Facilitating Supply*
 - a. Projectontwikkelaars
2. *Building trust & integrity*
 - a. Governance & Accreditation
 - b. Standards & Registries
 - c. Validation & Verification Bodies
3. *Facilitating Demand*
 - a. Marktplaatsen
 - b. Faciliteerders
4. *End-buyers*
 - a. Kopers van kredieten

3.1.1 Definities koolstofmarkt & stakeholders

De onderscheiding tussen methodologieën, programma's, standaarden en registers kan verwarrend zijn, aangezien de termen losjes gedefinieerd zijn. Bijvoorbeeld, verschillende programma's noemen zichzelf 'standaarden', zoals de Verified Carbon Standard of Gold Standard, en 'registers' zoals International Carbon Registry (ICR), hoewel dit onafhankelijke certificeringsprogramma's zijn met dezelfde basisfunctie en componenten (voor verdere verduidelijking zie toelichtingsdocument 1.3.4 Building Trust & Integrity: accreditatie, standaarden & verificatie).

Projectmethodologieën: Deze bevatten richtlijnen en regels voor de boekhouding rondom broeikasgassen en programmavereisten met betrekking tot kwantificering, monitoring, rapportage, verificatie en certificering. Met andere woorden, deze methodologieën definiëren de procedures en criteria om de geschiktheid van een project te beoordelen, evenals de additionaliteit, de basislijn en de projectemissies voor een specifiek project.

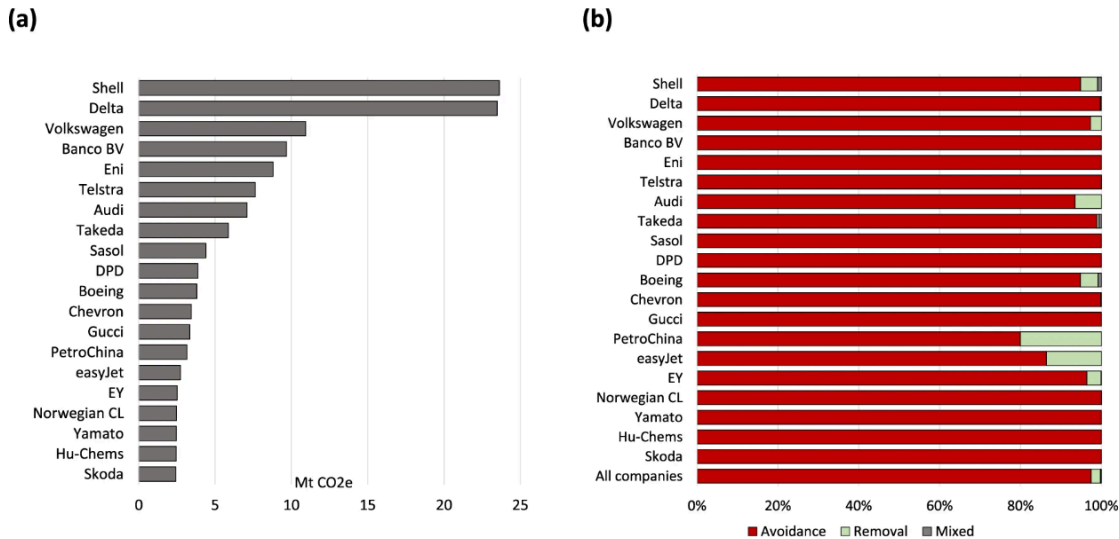
Standaarden: Standaarden kunnen methodologieën en handleidingen omvatten. Deze standaarden bieden richtlijnen en/of specificaties voor de kwantificering, monitoring en rapportage van broeikasgassen (BKG).

Registers: Een koolstofkredietregister is een systeem voor het rapporteren en bijhouden van informatie over koolstofprojecten, waaronder de projectstatus, projectdocumenten, gegenereerde kredieten, eigendom, verkoop en intrekking. Certificeringsprogramma's moeten gebruik maken van een register.

3.1.2 Omschrijving type koolstofkredieten: Removal, Reduction en Avoidance Credits

Fig. 1: Volume of offset retirements and proportion of emissions avoidance and emissions removal.

From: [Demand for low-quality offsets by major companies undermines climate integrity of the voluntary carbon market](#)



Figuur 9. Aandeel Removal, Reduction en Avoidance²⁰⁵

Op de vrijwillige koolstofmarkt spelen 3 type koolstofkredieten een rol in het compenseren van uitstoot (zie figuur 9. Aandeel Removal, Reduction en Avoidance). Dit zijn de volgende:

Removal Credits: Vastleggingskredieten worden toegekend aan projecten die actief koolstof uit de lucht vastleggen en langdurig opslaan. Koolstofvastlegging kan op verschillende manieren, van natuurlijke oplossingen (bebossing) tot technische oplossingen (direct air capture).

Reduction Credits: Koolstofreductie is een actie die de uitstoot van broeikasgassen vermindert in vergelijking met eerdere praktijken voor het project. Deze kredieten worden toegekend aan projecten die de uitstoot van broeikasgassen verminderen ten opzichte van bestaande referentiesituaties. Dit betekent dat deze projecten door efficiëntere technologieën, schonere energiebronnen of verbeterde processen, minder CO₂ of andere broeikasgassen uitstoten vergeleken met de relevante 0-meting. Reductiekredieten worden gemeten en gekwantificeerd ten opzichte van de baseline-emissies van de bestaande technologie of het bestaande proces.

Avoidance Credits: Dit zijn koolstofkredieten die worden gegenereerd door projecten die de uitstoot van broeikasgassen vermijden. Het is een actie die voorkomt dat een koolstofuitstotende activiteit plaatsvindt. In plaats van koolstof actief uit de atmosfeer vast te leggen (zoals 'Removal Credits'), richten deze projecten zich op de emissies die mogelijk waren uitgestoten als dit project niet was gefinancierd. Dit kan verwarrend zijn want veel 'Avoidance Credits' worden ook 'Reduction Credits' genoemd. Echter, worden dit type kredieten wel het meest aangeschaft door grote bedrijven (zie figuur 9. Aandeel Removal, Reduction en Avoidance).

²⁰⁵ [Trencher, G., et al., Demand for low-quality offsets by major companies undermines climate integrity of the voluntary carbon market \[pdf\]. Nature Communications \(2024\).](#)

Aangezien het bij 'Avoidance credits' niet mogelijk is om precies te zien wat er zonder de financiering van een project zou zijn gebeurd, wordt bij het berekenen van de geschatte hoeveelheid vermeden CO₂-uitstoot gekeken naar hoeveel uitstoot er waarschijnlijk zou zijn geweest, maar die uiteindelijk niet plaatsvond. Deze basislijn geeft weer wat er zonder het project zou zijn gebeurd. Omdat deze basislijn niet direct wordt gemeten, is er onzekerheid over hoeveel CO₂-kredieten projecten die uitstoot hebben vermeden, daadwerkelijk zouden moeten opleveren. Als de basislijn niet goed wordt vastgesteld, kan een project te veel CO₂-kredieten toekennen.

Dit lijkt een systeemfout te zijn in dit systeem van reductie- en avoidance credits; de afgelopen jaren zijn er vele voorbeelden van grote overschattingen naar buiten gekomen. Zo zijn de 'regenwoud-credits' van de grootste certificeerder Verra voor 90% nutteloos²⁰⁶ gebleken. Vastleggingscredits kennen deze problemen veel minder. Zie ook 2.1.3 Vastleggingskredieten en toepasbaarheid.

3.1.3 Hoe natuurlijke vastlegging bijdraagt aan meerdere SDGs

Naast een positief klimaateffect kent natuurlijke vastlegging meer voordelen, o.a. in het kader van brede welvaart en voor het behalen van SDGs. Voor zowel de removers als de certificeerders staan de Sustainable Development Goals hierbij centraal. Bij 10 van de 15 onderzochte certificeringsprogramma's is het realiseren van diverse SDGs naast het vastleggen van koolstof een aandachtsgedebied. Certificeringsprogramma's zoals Gold Standard eisen dat projectontwikkelaars min. 2 SDG's meenemen in hun project voor natuurlijke vastlegging. Andere certificeerders laten in hun programma's, ook zien dat het belangrijk is om de omliggende voordelen ook mee te nemen in een natuurlijk vastleggingsproject. Verschillende certificeringsprogramma's hebben zelfs aanvullende standaarden voor juist deze realisatie. (Verra en Plan Vivo). Verra heeft een aanvullend 'Climate, Community & Biodiversity' standaard²⁰⁷ dat projecten kunnen behalen om zo een omslachtigere impact te hebben op het klimaat en de mensen en organismen eromheen. Plan Vivo heeft een vergelijkbare standaard al in hun hoofdprogramma zitten. Anderen die zich niet specifiek focussen op bepaalde SDGs, richten zich toch nog steeds vaak op het verbeteren van biodiversiteit en de rechten van lokale gemeenschappen.

3.2 Verkenning koolstofmarkt

De koolstofmarkt, oftewel de koolstofvastleggingsketen, bestaat uit een scala aan verschillende rollen (stakeholders) en stappen die samenwerken om het koolstofvastleggingsproces betrouwbaar, meetbaar en verhandelbaar te maken.

Rollen in de vrijwillige en gereguleerde koolstofmarkten

Er zijn een aantal rollen in de koolstofmarkt die gezamenlijk werkelijke en betrouwbare reductie en vastlegging van CO₂ kunnen leiden (zie toelichtingsdocument 1.3). De belangrijkste zijn:

²⁰⁶ [The Guardian, 'Revealed: Forest carbon offsets from biggest provider 'worthless'', The Guardian \[online\] \(18 januari 2023\)](#)

²⁰⁷ [Verra, CCBS – Climate, Community & Biodiversity Standards, Verra \[online\] \(2024\)](#)

1. **Kopers** (bedrijven die uitstoot compenseren, een 'klimaatbijdrage' doen, en overheden die betalen voor vastlegging als service voor het algemeen belang. Houden zich in toenemende mate aan GHG Protocol en Oxford Offsetting Principles).
2. **Tussenhandel** (adviseert kopers, speculeert soms op waardeinstijging).
3. **Projectontwikkelaars** (ondernemers (removers), bedenken en organiseren projecten. Voorbeeld: koolstofboeren, biobased bouwers, energiebedrijven)
4. **Validatie en Verificatie Bodies** (VVB's) (onafhankelijke beoordelaars. Voorbeeld: Bureau Veritas, DNV-GH))
5. **Certificeerders** (beoordelen projecten volgens hun standaard en geven carbon credits uit die zij registreren in een register, in feite een grootboek voor CO₂. Voorbeeld: SNK, ONCRA)
6. **Accreditatie organisaties**: accrediteren certificeerders. Voorbeeld: ICVCM, ICROA).
7. **Publieke certificeerders en accreditatie** (uitvoering van wetgeving, voorbeeld [EU CRCE](#), [CAR](#)), en ISO normen.

Kopers van (vastleggings-)kredieten spelen een belangrijke rol in de markten. Zowel bedrijven als overheden kunnen als koper optreden. Er bestaat een zeer actuele discussie over de wijze waarop kopers credits in mogen zetten en of grote vervuilers ook credits mogen gebruiken. Dit is zeer relevant; zo is Shell de grootste koper in de vrijwillige markt (zie Figuur 9. Aandeel Avoidance, Reduction en Removal Credits). Voor alle kopers speelt de vraag of het compenseren van uitstoot wel mag resulteren in de claims zoals 'net zero' of 'klimaatneutraal'. Compenseren van uitstoot betekent immers niet dat die uitstoot niet plaatsvindt. Een aanpak die door regulering zoals het Europese Green Claims Directive wordt voorgestaan is de 'bijdrage aan' claim, waarbij niet gesuggereerd wordt dat er geen uitstoot meer is maar wel dat de koper bijdraagt aan een klimaatoplossing.

De centrale overweging voor decentrale overheden is daarmee of het kopen van credits daadwerkelijk bijdraagt aan de transitie van de fossiele naar een regeneratieve circulaire economie. Zowel de 'bijdrage aan' claim als ook de prijs van de credits kunnen immers leiden tot 'greenwashing', wat een vertragend effect kan hebben op de transitie. Een credit van een paar euro heeft weinig invloed op het businessmodel van een vervuiler, terwijl credits van €100 of meer neerkomen op een vrijwillige koolstofprijs, en, indien gereguleerd, wél kan leiden tot systemische verandering. Ook hier lijkt het meest effectief dat overheden zowel het bepalen als verwaarden van koolstofvastlegging strikt reguleren, waarbij de vastlegging uit algemene middelen wordt gefinancierd en zo een klimaatpositieve koolstofeconomie wordt opgebouwd.

Algemene observatie marktonderzoek (zie Toelichtingsdocument 1.4 Marktonderzoek Nederlandse en Internationale belanghebbenden)

De tabel in het toelichtingsdocument toont aan dat Nederlandse projectontwikkelaars gebruikmaken van nationale en internationale raamwerken en projectmethodologieën van certificeerders zoals SNK, ONCRA, Proba.earth, Verra VCS, Gold Standard of Plan Vivo (zie 4.2.3. Certificeringsprogramma's, Standaarden & Methodologieën). Onderliggend aan deze projectmethodologieën en raamwerken zijn de ISO 14064-2 & 3 normen, die als basis dienen voor monitoring, rapportage en verificatie (zie 4.3.3 Onderliggende Principes Certificeringsprogramma's & Projectmethodologieën). Daarnaast worden

deze methodologieën overkoepelend gereguleerd door accreditatiebureaus zoals ICVCM, ICROA en CRCF. Wat betreft project focus richten de meeste Nederlandse ontwikkelaars zich op bebossing, herbebossing, landbouw en Direct-Air-Capture (DACs), waarbij vooral natuurlijke oplossingen centraal staan in hun strategieën voor koolstofvastlegging.

De tabel laat ook zien dat internationale projectontwikkelaars naast veel gebruikte standaarden zoals Verra VCS, Gold Standard en Plan Vivo, ook gebruikmaken van andere programma's zoals Carbon Standars International en Puro.earth (zie 4.2.2. Certificeringsprogramma's, Standaarden & Methodologieën). De projectmethodologieën binnen deze certificeringsprogramma's zijn, net als bij Nederlandse projectontwikkelaars, gebaseerd op ISO 14064-2 & 3 normen voor monitoring, rapportage en verificatie. Daarnaast blijkt uit de tabel dat veel internationale projectontwikkelaars zich richten op bebossing, herbebossing, biokool en landbouw als primaire vormen van koolstofvastlegging.

3.2.1 Projectontwikkelaars

Projectontwikkelaars of 'removers' zijn de ondernemers die een project willen opstarten dat koolstof actief vastlegt uit de atmosfeer. Voordat een project in aanmerking komt voor koolstof vastleggingskredieten, moet worden aangetoond dat het voldoet aan de kwaliteitseisen. Dit proces vereist een projectmethodologie die specifiek is voor het type project (typering) dat de koolstofvastlegging genereert. Het vastleggen van koolstof ten opzichte van het basisscenario (baseline), vastlegging zonder menselijke interventie, wordt gedefinieerd als *additionaliteit*. Dit houdt in dat een project extra vastlegging moet opleveren. De meeste certificeringsprogramma's en standaarden voor koolstofkreditering hebben een bibliotheek met een breed scala aan goedgekeurde projectmethoden. Projectontwikkelaars kunnen ook nieuwe methodologieën voorstellen voor goedkeuring en opname in het certificeringsprogramma.

Het marktonderzoek toont aan (zie Toelichtingsdocument 1.4 Marktonderzoek Nederlandse en Internationale belanghebbenden) dat veel van de methodologieën, gebruikt door projectontwikkelaars voor hun projecten, zijn ontwikkeld door certificeringsprogramma's en standaarden (i.e. Verra, ONCRA of SNK). Om de kwaliteit en integriteit van deze methodes te waarborgen is het belangrijk dat deze ook aan een norm voldoen. Het marktonderzoek toont aan dat projectmethodologieën voornamelijk zijn gebaseerd op de ISO 14064-2 en ISO 14064-3 norm. Deze normen geven de richtlijnen en eisen voor het kwalitatief opzetten van een methodologie en de manier van rapporteren (zie [4.3.3 Onderliggende principes Certificeringsprogramma's & Projectmethodologieën](#)).

3.2.2 Onafhankelijke Validatie en Verificatie Bodies (VVBs)

Validatie en Verificatie Bodies (VVB's) spelen een cruciale rol in de koolstofmarkt omdat zij ervoor zorgen dat projecten die koolstofuitstoot reduceren of vastleggen voldoen aan internationale standaarden. Ze werken als onafhankelijke derde partijen die de claims van projectontwikkelaars beoordelen. Hier is een overzicht van het proces:

Validatieproces

De validatie wordt uitgevoerd voordat het project wordt geïmplementeerd en richt zich op het beoordelen van de haalbaarheid en betrouwbaarheid van het projectplan. Het doel is om te bevestigen dat het project potentieel heeft om de beloofde koolstofreducties of vastlegging te realiseren. Met de volgende stappen:

1. **Beoordeling van het projectontwerp:** De VVB controleert de projectdocumentatie, zoals de gebruikte methodologie, berekeningsmodellen en aannames over koolstofreductie of -vastlegging. Ze evalueren of het project voldoet aan de vereisten van het gekozen koolstofprogramma (bijvoorbeeld Verra, Gold Standard of CDM).
2. **Toetsing van additionaliteit:** De VVB beoordeelt of het project *additioneel* is, wat betekent dat het project daadwerkelijk extra koolstofreductie of -vastlegging oplevert die zonder de financiering van koolstofkredieten niet zou plaatsvinden.
3. **Contextanalyse:** Ze analyseren de omgevings- en socio-economische impact van het project, evenals de potentiële risico's.
4. **Validatierapport:** Als de validatie succesvol is, verstrekt de VVB een rapport waarin wordt bevestigd dat het project voldoet aan de normen en kan doorgaan naar de uitvoeringsfase.

Verificatieproces

De verificatie vindt plaats nadat een project is uitgevoerd of een bepaalde tijd actief is geweest. Het richt zich op het controleren van de daadwerkelijk behaalde koolstofreductie of vastlegging. Met de volgende stappen:

1. **Controle van emissierapporten:** De VVB analyseert de monitoringsgegevens die door het project zijn verzameld. Dit omvat bijvoorbeeld hoeveel CO₂ daadwerkelijk is vastgelegd door een herbebossingsproject of hoeveel emissies zijn vermeden door een windpark.
2. **Sitebezoek:** Vaak voert de VVB fysieke inspecties uit om te controleren of de activiteiten en resultaten overeenkomen met de gerapporteerde gegevens.
3. **Beoordeling van onzekerheden:** De VVB controleert of de gebruikte methodologieën en gegevens betrouwbaar zijn, en of eventuele onzekerheden goed worden gemanaged.
4. **Verificatierapport:** Bij een succesvolle verificatie stelt de VVB een rapport op dat bevestigt hoeveel emissiereducties zijn gerealiseerd. Op basis hiervan kunnen koolstofkredieten worden uitgegeven.

Validation and Verification Bodies (VVB's) spelen een rol bij het waarborgen van vertrouwen, transparantie en geloofwaardigheid in de koolstofmarkt. Ze voorkomen over-creditering en beschermen tegen greenwashing door onafhankelijke validatie en verificatie van reductie- en vastleggingsclaims. VVB's zorgen ervoor dat projecten voldoen aan internationale standaarden zoals

ISO 14064-2&3 en de eisen van programma's zoals Verra en Gold Standard. Daarnaast verhogen ze de internationale acceptatie van koolstofkredieten en minimaliseren ze risico's door het evalueren van onzekerheden en projectfalen, wat de betrouwbaarheid en duurzaamheid van de koolstofmarkt versterkt.

Wel is een groot aantal fundamentele misstanden in de markt opgetreden ondanks dat VVBs zeer uitgebreide rapporten opstellen (zie hoofdstuk 4.2.3 [Fundamentele kritiek vanuit de wetenschap en markt](#)). VVBs bieden dus niet altijd zekerheid over de kwaliteit van een project. Bovendien verhogen VVBs de kosten van carbon credits dusdanig dat kleinere projecten, zoals voedselbossen of regeneratieve boerenbedrijven, de kosten van certificering niet kunnen dragen. Bij de inzet van VVBs moet daarom worden bepaald wat zij wel en niet moeten beoordelen, en moet groepsgewijze certificering en leereffecten door middel van open data worden ingebouwd om kosten te beheersen.

3.2.3 Certificeringsprogramma's, standaarden & methoden koolstofmarkt

Certificeringsprogramma's en standaarden voor koolstofvastlegging zijn instanties en systemen op de koolstofmarkt die ervoor zorgen dat koolstofvastleggingsprojecten voldoen aan strikte normen voor effectiviteit en integriteit. Ze stellen strikte criteria en methodologieën vast voor projecten om ervoor te zorgen dat de koolstofkredieten daadwerkelijk leiden tot de additionele, permanente en meetbare koolstofvastlegging. In andere woorden, de taak van certificeerders is om projecten van ondernemers te certificeren en zo koolstofcertificaten te genereren. Echter, is het niet toegestaan om de certificaten als certificeerder te verkopen. Dit gebeurt via faciliteerders en andere marktplatformen. Sommige certificeerders nemen wel de rol van verkoper op zich. Dit komt de onafhankelijkheid en integriteit van de certificering niet ten goede, en wordt door accreditatie organisaties zoals ICVCM dan ook ontraden (zie ook Rollen in tabel 'Vergelijking van certificeerders').

Gebaseerd op het marktonderzoek (zie Toelichtingsdocument 1.4 Marktonderzoek Nederlandse en Internationale belanghebbenden) zijn de meest relevante projectmethodologieën voor koolstofvastlegging ontwikkeld volgens de raamwerken en richtlijnen van toonaangevende internationale certificeerders. Deze certificeerders hebben gestandaardiseerde en uitgewerkte methodologieën opgesteld, die door projectontwikkelaars worden gehanteerd. De belangrijkste certificeringsprogramma's zijn:

Nederlandse Markt

Op de Nederlandse markt zijn er 3 verschillende certificeerders, Stichting Nationale Koolstofmarkt (SNK), ONCRA en Proba.earth, die een groot aandeel van Nederlandse projecten certificeren en koolstofkredieten uitgeven. Van deze organisaties richt ONCRA zich specifiek op alleen vastlegging van koolstof, terwijl SNK zich ook focust op credits voor het reduceren van CO₂-uitstoot. SNK en

ONCRA focussen zich beide ook op projecten die natuurherstel en biodiversiteit bevorderen. Proba.earth hanteert twee methodologieën specifiek voor de agri-industrie en constructie.

SNK (Stichting Nationale Koolstofmarkt)

SNK is een Nederlands platform dat zich richt op de certificering van koolstofreductie- en vastleggingsprojecten binnen de nationale koolstofmarkt. Het biedt bedrijven en overheden een manier om hun koolstofemissies te compenseren door te investeren in projecten die CO₂ uitstoot voorkomen en/of uit de atmosfeer verwijderen, bijvoorbeeld door bosaanplant of bodemherstel. SNK biedt een manier om koolstofkredieten te genereren. De projectontwikkelaar is zelf verantwoordelijk voor het verhandelen van de certificaten, die aangeboden kunnen worden op *platformCO₂neutraal* binnen Nederland. Projectontwikkelaars kunnen de vastgestelde methoden gebruiken om een projectplan op te stellen en de te behalen koolstofreductie of -vastlegging te berekenen. Zodra de gerealiseerde reductie of vastlegging is geverifieerd, verstrekt SNK CO₂-certificaten aan het project. Door deze certificaten te verkopen, kunnen projectontwikkelaars inkomsten genereren om de projectkosten (gedeeltelijk) te dekken. Om de betrouwbaarheid van deze klimaatprestaties te waarborgen, is een zorgvuldige procedure binnen SNK van cruciaal belang. Dit omvat het valideren van projectplannen, het verifiëren van behaalde emissiereducties of koolstofvastlegging, het uitgeven van certificaten en het nauwkeurig registreren daarvan²⁰⁸. SNK werkt uitsluitend binnen Nederland. SNK heeft vijf projectmethodologieën die focussen op het vastleggen van koolstof:

1. SNK Vastlegging Bodem 001: Methode voor vaststelling van CO₂-vastlegging in de bodem (klei, zand, löss).
2. SNK CO₂-vastlegging in de bodems 005: CO₂-vastlegging in de bodem door toepassing van blijvend grasland (klei, zand, löss).
3. SNK Biobased 002: Langdurige koolstofopslag via biobased bouwmaterialen.
4. SNK Nieuwbos 001: Aanleg van nieuw bos en aanleg van boomweides en lijnvormige beplanting buiten bosverband.
5. SNK Olivijn 001: CO₂-vastlegging door gebruik van Olivijn in bouwstoffen.
6. SNK Hennep 002: Methodocument Hennep voor langdurige koolstofopslag

ONCRA (Open Natural Carbon Removal Accounting)

ONCRA is een certificeringsraamwerk voor natuurlijke koolstofvastlegging, ontwikkeld door Stichting Climate Cleanup, dat methodes biedt voor alleen het vastleggen van koolstof met natuurlijke processen in gebouwen, bodems en ecosystemen. ONCRA werkt met vier protocollen die over de hele wereld mogen worden toegepast.

1. Land Stored Carbon
2. Construction Stored Carbon
3. Ocean Stored Carbon
4. Rock Stored Carbon

Deze certificeerder maakt het mogelijk om de hoeveelheid koolstof die wordt vastgelegd door natuurlijke oplossingen, zoals bosherstel en regeneratief landbouwbeheer, te bepalen en certificeren. ONCRA is geschikt voor zowel kleinschalige als grootschalige projecten en biedt transparantie en

²⁰⁸ [Stichting Nationale CO₂-markt \(SNK\), Proces uitgifte certificaten: van plan tot certificaat \[pdf\] \(april 2022\)](#)

wetenschappelijke onderbouwing. ONCRA is een raamwerk dat projectontwikkelaars actief ondersteunt terwijl het de beste en meest effectieve praktijken voor koolstofboekhouding combineert. Het integreert bestaande methoden, ontwikkeld door CDM, Gold Standard, Verra, Puro en anderen, met de financiële PCAF-standaard, de nieuwe richtlijnen voor koolstofvastleggingskredieten van de Europese Commissie (CRCF) en het GHG-protocol (zie hieronder)²⁰⁹.

Proba.earth

Proba.earth is een in Amsterdam gevestigde start-up die zich richt op het transformeren van de manier waarop de agri-food industrie omgaat met emissies. Het bedrijf biedt een innovatief insetting-platform aan dat landbouwcoöperaties, grondstof handelaren en mest producenten helpt bij het certificeren van koolstofreductie inspanningen binnen hun eigen toeleveringsketens. Proba's aanpak omvat het omzetten van duurzaamheidsinitiatieven in geverifieerde en verhandelbare certificaten. Deze eenheden vertegenwoordigen meetbare reductie of vastlegging van broeikasgassen binnen de toeleveringsketen van een bedrijf en helpen bij het bereiken van Scope 3 reductiedoelstellingen, in lijn met wereldwijde standaarden zoals het Green House Gas Protocol en de Science Based Targets initiative. Op het moment heeft Proba twee projectmethodologieën voor koolstofreductie en vastlegging:

1. PM.0001 Short Rotation Paulownia Tree Cultivation (geverifieerd)
2. PM.0002 Low Carbon Fertilizer Production (in beoordeling)

Internationale Markt

Op de vrijwillige koolstofmarkt gebruiken Europese en globale projectontwikkelaars voornamelijk certificeringsprogramma's, zoals Puro.earth, Gold Standard, Verified Carbon Standard (VCS) en Plan Vivo. Deze certificeerders bieden betrouwbare, wetenschappelijk onderbouwde systemen voor het certificeren van koolstofvastleggingsprojecten. Puro.earth richt zich op technologieën zoals biokool en direct air-capture, terwijl Gold Standard projecten ondersteunt die zowel CO₂-reductie als sociale voordelen opleveren. VCS is een van de meest erkende certificeerders voor zowel emissiereductie als koolstofvastlegging en Plan Vivo biedt gestandaardiseerde benaderingen voor natuurlijke oplossingen en gemeenschapsprojecten.

Puro.earth

De Puro-standaard richt zich uitsluitend op koolstofvastlegging en wordt erkend als de eerste standaard specifiek voor technische methoden van koolstofvastlegging binnen de vrijwillige koolstofmarkt. De Puro-standaard omvat projectmethodologieën voor koolstofvastlegging via producten of processen die koolstof uit de atmosfeer halen. Volgens Puro zijn deze methodologieën in overeenstemming met de IPCC-definitie van koolstofvastlegging. De koolstofvastleggingsmethoden die zijn gecreëerd onder de Puro-standaard zijn:

- Biokool
- Geologically Stored Carbon (GSC)
- Carbonated Materials
- Enhanced Rock Weathering (Versterkte verwerking van gesteente)
- Terrestrial Storage of Biomass

²⁰⁹ [Oncra, Oncra Guidelines \[pdf\] \(24 juli 2024\)](#)

De Puro-standaard kent alleen kredieten toe voor netto-vastlegging, die uitsluitend 'ex post' (na afloop) worden uitgegeven, na verificatie van de gerealiseerde koolstofvastlegging. De koolstofkredieten van Puro.earth worden aangeduid als CO₂ Removal Certificates (CORCs) en zijn alleen beschikbaar voor CO₂ afkomstig van biogene bronnen of direct air-capture. Om een sterke controle te waarborgen, maakt Puro gebruik van een externe adviesraad die toezicht houdt op de methodologieën. Deze methodologieën definiëren de systeemgrenzen, formules voor koolstofboekhouding, maatregelen voor milieubescherming en de vereiste documentatie voor projecten.

Vergelijking van certificeerders

Naam	Rollen*	Vastleggingsmethoden	Kosten	Regio scope	Alleen vast-legging	Alleen natuur-lijk	Eisen aan kopers	Open** source	Non profit
Carbon Future	quantify-verify-certify- ledger-marketplace	Biokool/Biochar	~€3500 + €1 per credit	EU	✓	✗	✗	✗	✗
Carbon Registry	quantify-verify-certify- ledger-marketplace	Open for all, innovation focused	€750/y + €1000/proj + ~€0,10/credit (*)	Iceland, Global	✗	✗	✗	✗	✗
Global Carbon Council	quantify-verify-certify- ledger-marketplace	Mangroves and Forestry	\$3000/ Project \$1000/ Registry Fee \$1000/ Annual Maintenance 0.03-0.15% Issuance Fee 0.04 Transfer Fees	Global (South)	✗	✗	✓	✓	✗
Gold Standard	quantify-verify-certify- ledger-marketplace	Various, many energy related	~\$40k upfront + fee per credit	Global	✗	~	✗	✗	✓
Onkra	quantify-verify-certify- ledger-marketplace	Land, Constructions, Rocks and Oceans	€3 per ton, €1 per brokered unit + €3 in startup phase. Fixed fee for constructions	EU, global	✓	✓	✓	✓	✓
Plan Vivo	quantify-verify-certify- ledger-marketplace	Agriculture and Forestry	\$1000 / Project \$1500 / method + \$0.40 Issuance fees	Global	✗	~	✗	✗	✓
Platform CO2 Neutraal	quantify-verify-certify- ledger-marketplace	Peat, afforestation, grassland, (hemp, blue carbon, agroforestry)	€5000 / method, €2500 / project, €0,50 transact fee	NL	✗	✗	✗	✗	✓
Puro	quantify-verify-certify- ledger-marketplace***	Biokool, Biobased Building, Underground	€900 + 20% - 0,2% fee on sales	Global	✓	✗	~	✗	✗

Naam	Rollen*	Vastleggingsmethoden	Kosten	Regio scope	Alleen vast-legging	Alleen natuur-lijk	Eisen aan kopers	Open** source	Non profit
Rabo Acorn	quantify-verify-certify-ledger-marketplace	Agroforestry	Fee on sales	Global	✓	✗	✗	✓	✗
Rabo Carbon Bank	quantify-verify-certify-ledger-marketplace	Carbon farming, Agroforestry	Fee on sales	NL	✓	✗	✗	✗	✗
Social Carbon	quantify-verify-certify-ledger-marketplace	Reforestation, Mangroves, Peatlands, and Regenerative Agriculture	N.A.	UK	✗	✓	✗	✓	✓
Stichting Nationale Koolstofmarkt	quantify-verify-certify-ledger-marketplace	Peat, afforestation, grassland, (hemp, blue carbon, agroforestry)	€5000 / method, €2500 / project, €1,12 ledger fees	NL	✗	~	✗	✗	✓
Verra VCS	quantify-verify-certify-ledger-marketplace	Various, also NbS related	~\$40k upfront + fee per credit	Global	✗	✗	✗	✗	✓

*Rol in het carbon accounting / certificatie ecosysteem ** Open source betekent dat ook ruwe data en berekeningen worden gedeeld ***formerly also marketplace

Verra - Verified Carbon Standard (VCS)

Verified Carbon Standard (VCS)²¹⁰ is een van de grotere standaarden die wordt gebruikt om koolstofreductie en vastlegging in de vrijwillige markten te certificeren. Het wordt beheerd door Verra en ondersteunt projecten in verschillende sectoren door de certificering van koolstofreductie en vastlegging en de uitgifte van geverifieerde koolstofeenheden (VCUs). De VCS staat projecten toe onder 16 typering. Van deze typering zijn landbouw, bosbouw en ander landgebruik (AFOLU), Carbon Capture and Storage (CCS) en mogelijk Construction het meest relevant voor koolstofvastleggingsprojecten. De VCS heeft 46 goedgekeurde project methodologieën en 53 modules ter ondersteuning van verschillende aspecten van de projectbeoordeling. Deze dekken de berekening van emissies uit verschillende bronnen, het vaststellen van grenzen, de beoordeling van additionaliteit, en zelfs de beoordeling van gedomesticeerde dieren populaties voor mestbeheer projecten. De VCS vereist dat projecten ten minste drie SDG's bijdragen aan het einde van de eerste monitoringsperiode en in elke daaropvolgende monitoringsperiode. Alternatief kunnen projecten met aanzienlijke positieve voordelen voor de SDG's ervoor kiezen om een aanvullende verificatie uit te voeren volgens een van de parallelle certificeringen van Verra: het Climate, Community & Biodiversity (CCB) Program.

Het Climate, Community & Biodiversity (CCB) Program²¹¹ is een certificeringssysteem dat projecten evalueert op hun bijdrage aan klimaatverandering, gemeenschappen en biodiversiteit. Het richt zich op het ondersteunen van projecten die niet alleen koolstof reduceren of vastleggen, maar ook positieve sociale en ecologische impact hebben. Het CCB-programma vereist dat projecten voldoen aan strikte normen voor milieu- en sociale voordelen, en biedt verificatie om ervoor te zorgen dat deze voordelen daadwerkelijk worden gerealiseerd en gevolgd. Het programma helpt projecten om brede, duurzame voordelen te leveren die verder gaan dan de vermindering van koolstofemissies alleen.

Gold Standard

De Gold Standard (GS) is een certificeerder voor CO₂-compensatie voor de vrijwillige markt die zich exclusief richt op projecten die blijvende sociale, economische en milieugerelateerde voordelen bieden in lijn met de Sustainable Development Goals (SDG's) van de VN. Het GS-programma is van toepassing op zowel vrijwillige compensatieprojecten als Clean Development (CDM)-projecten. De GS werd opgericht in 2003 en is een bekende standaard die streeft naar milieu integriteit en bijdraagt aan duurzame ontwikkeling, historisch gezien vooral voor koolstofreductie projecten.

De GS biedt momenteel vier methodologieën voor koolstofvastlegging:

- Methodology for Afforestation/ Reforestation (A/R) GHGs Reduction & Sequestration v2024
- Methodology for Soil Organic Carbon v2020
- Methodology for Sustainable Management of Mangroves v2024
- Methodology for Biomass Fermentation with Carbon Capture and Geological Storage v2024
- Methodology for Carbon Sequestration through Accelerated Carbonation of Concrete Aggregate v2022

²¹⁰ [Verra, VCS Standard v4.7 \[pdf\] \(15 april 2024\)](#)

²¹¹ [Verra, CCBS – Climate, Community & Biodiversity Standards \[online\] \(2024\)](#)

Plan Vivo - PV Climate Standard

De Plan Vivo Carbon Standard v.5 (PV Climate)²¹² is een geüpdatete versie van de standaard die wordt gebruikt voor het certificeren van projecten die zich richten op koolstofcompensatie met positieve effecten voor gemeenschappen.. De Plan Vivo standaard is ontworpen om duurzaam landgebruik te ondersteunen en koolstofkredieten te genereren via projecten die lokale gemeenschappen ten goede komen, het levensonderhoud verbeteren en bijdragen aan milieu. Hier zijn de belangrijkste aspecten van versie 5 van de PV Climate:

1. **Betrokkenheid gemeenschap:** Een van de kernprincipes van de Plan Vivo Standard is de nadruk op gemeenschappelijke betrokkenheid. Versie 5 legt de nadruk op de noodzaak dat projecten worden ontwikkeld met de actieve deelname van lokale gemeenschappen, zodat zij sociaal en economisch profiteren van de projecten. De benadering is gericht op het versterken van de capaciteiten en veerkracht van de gemeenschap.
2. **Koolstofvastlegging door landgebruik:** De standaard richt zich op koolstofvastleggingsprojecten in de landbouw, bosbouw en andere landgebruik sectoren. Dit omvat herbebossing, reforestation, agroforestry en duurzame landbeheer praktijken die emissies verminderen en de koolstofvastlegging in bodem en vegetatie verbeteren.
3. **Robuuste monitoring en rapportage:** Versie 5 verbetert de vereisten voor monitoring, rapportage en verificatie (MRV), waardoor het voor projectontwikkelaars eenvoudiger wordt om de voortgang en impact van koolstofreductie of -vastleggingsprojecten bij te houden en te rapporteren. Dit zorgt voor de geloofwaardigheid en transparantie van de koolstofkredieten die onder de Plan Vivo Standard worden uitgegeven.
4. **Lokale en mondiale voordelen:** De Plan Vivo standaard beoogt zowel lokale als mondiale voordelen. Het draagt niet alleen bij aan mitigatie van klimaatverandering door koolstof uit de atmosfeer vast te leggen, maar bevordert ook de bescherming van biodiversiteit, beter waterbeheer en verbeterde levensomstandigheden in de lokale gemeenschappen waar de projecten worden uitgevoerd.
5. **Duurzame ontwikkelingsdoelen (SDG's):** Versie 5 van de PV Climate is afgestemd op de Duurzame Ontwikkelingsdoelen (SDG's). Door zich te richten op projecten die aanvullende voordelen bieden, zoals verbeterde voedselzekerheid, gendergelijkheid en economische ontwikkeling, zorgt de standaard ervoor dat koolstofprojecten bijdragen aan bredere sociale en milieudoelen.
6. **Verbeterde geloofwaardigheid en transparantie:** Met de updates in versie 5 bevat de standaard verbeterde bestuursmechanismen, duidelijke criteria voor geschiktheid en strengere validatie- en verificatieprocessen. Dit helpt het vertrouwen in de koolstofkredieten die via het Plan Vivo-systeem worden gegenereerd te vergroten.

²¹² [Plan Vivo, PV Climate Documentation \[online\] \(2024\)](#)

Samenvattend richt Version 5 van de Plan Vivo Carbon Standard (PV Climate) zich op het waarborgen van gemeenschap geleide koolstofreductie of -vastlegging projecten, die zowel milieu- als sociale voordelen bieden en strikte normen volgen voor monitoring en verificatie. Het doel is om langdurige, duurzame oplossingen te creëren die bijdragen aan mondiale klimaatdoelen, terwijl het levensonderhoud van lokale gemeenschappen wordt verbeterd.

Carbon Standards International - European Biochar Certificate & Global Biochar C-Sink

Het European Biochar Certificate (EBC)²¹³ was het eerste systeem dat een methode bood om het koolstofvastlegging potentieel van Biokool/Biochar te certificeren. Dit was een cruciale stap richting de duurzame vestiging van planetaire koolstofputten. Na een uitgebreid proces met belanghebbenden werd de nieuwe Global Biochar C-Sink-norm in juni 2024 gepubliceerd.

Toen de EBC C-Sink in 2020 werd gepubliceerd, was het niet alleen de eerste certificering voor biokool carbon removal, maar ook voor alle langetermijn geologische carbon sinks. Sindsdien hebben honderden biokool-bedrijven hun biokool removal gecertificeerd en verhandeld onder de EBC, wat heeft geleid tot de oprichting van een geheel nieuwe CDR (Carbon Dioxide Removal) bedrijfstak. In de afgelopen jaren zijn er verschillende kleine updates van de biokool-norm gepubliceerd. De tijd is echter gekomen voor een ingrijpende herziening, wat heeft geleid tot de creatie van de nieuwe Global biokool C-Sink-norm (2024).

De permanente aromatische koolstof (PAC) fractie van de in de bodem toegepaste biokool wordt nu erkend als een geologische koolstofput. De minder persistente fractie van biokool kan worden gebruikt als een tijdelijke koolstofput om methaanemissies te compenseren. biokool koolstofvastlegging wordt gemonitord van de fabriekspoort tot de toepassingslocatie, en elke carbon sink moet geregistreerd worden in het C-Sink Register. Emissies van biomassa- en biokool producenten, -verwerkers en -handelaren worden in kaart gebracht en moeten gecompenseerd worden. Koolstof- en energie-efficiëntie worden geëvalueerd. biokool-gebaseerde materialen worden geclassificeerd als tijdelijke carbon sinks.

Carbonfuture²¹⁴

Carbonfuture is een certificeerder en aanbieder (marktplaats) van hoogwaardige, duurzame koolstofvastleggingskredieten. Het bedrijf biedt een data-gedreven digitaal platform dat de integriteit waarborgt gedurende het hele proces van koolstofvastlegging. Dit omvat diensten zoals due diligence, monitoring, rapportage en verificatie (MRV), evenals toegang tot koolstofvastlegging portefeuilles. Elke projectontwikkelaar en elk project ondergaat een grondige due diligence, wordt geverifieerd door derden en gecertificeerd volgens gevestigde standaarden. Dit zorgt voor transparantie en betrouwbaarheid van elk uitgegeven koolstofvastleggingskrediet. Hoofdzakelijk, bestaat de diensten van Carbonfuture uit 2 producten:

²¹³ [Carbon Standards, Service 501: Global Biochar C-Sink \[online\] \(z.d.\)](#)

²¹⁴ [Carbonfuture, Homepage, Carbonfuture \[online\] \(2025\)](#)

1. **Carbonfuture MRV+** ondersteunt de volledige levenscyclus van koolstofvastlegging. Dit omvat begeleiding bij de start van koolstofvastleggingsprojecten, een grondige due diligence, en een strikt digitaal traceringsproces. Daarnaast vereenvoudigt het de verificatie door derden en waarborgt het de hoogste standaarden op het gebied van kwaliteit en betrouwbaarheid.
2. **De Carbonfuture API** stelt leveranciers in staat om het beheer en de monitoring van hun koolstofvastleggingsprojecten te optimaliseren, terwijl kopers eenvoudig kredieten kunnen aanschaffen en intrekken, waardoor het proces soepel en efficiënt verloopt.

International Carbon Registry²¹⁵

Het International Carbon Registry (ICR) is een wereldwijd platform dat zich richt op het faciliteren en opschalen van klimaatmaatregelen door middel van een GHG-programma en een intuïtief registratiesysteem voor klimaatprojecten. Het platform is ontworpen om de registratie, uitgifte, handel en intrekking van hoogwaardige koolstofkredieten te beheren.

Voor leveranciers biedt ICR ondersteuning bij elke fase van hun projecten, van registratie tot de uitgifte en levering van koolstofkredieten aan kopers. Het platform fungeert als een betrouwbare partner die leveranciers verbindt met kopers die zich inzetten voor betekenisvolle klimaatmaatregelen.

Voor kopers vereenvoudigt ICR het proces van het selecteren, veilig overdragen, beheren en intrekken van koolstofkredieten. Het platform biedt uitgebreide ondersteuning en tools voor efficiënt beheer en veilige transacties.

ICR hanteert een ISO-gealigneerd GHG-programma en een modern registratiesysteem dat gebruikmaakt van Web 3.0-technologie. Dit zorgt voor een veilige en transparante omgeving voor het volgen en verhandelen van koolstofkredieten. Door deze technologieën te integreren, biedt ICR een gestroomlijnd platform dat de reis van klimaatprojecten van ontwerp tot levering versnelt via API-integraties. De ICR heeft een flexibele benadering voor projectmethodologieën om koolstofprojecten te ontwikkelen. Projectontwikkelaars kunnen gebruik maken van ICR ontwikkelde en goedgekeurde projectmethodologieën:

1. AR-ACM-003: Afforestation and reforestation of lands except wetlands v2.0.
2. AR-AM0014: Afforestation and reforestation of degraded mangrove habitats v.2.0.
3. AR-AMS0003: Afforestation and reforestation project activities implemented on wetlands v.3.0.

Global Carbon Council²¹⁶

De Global Carbon Council (GCC) is een internationaal certificeringsprogramma voor koolstofkredieten en duurzame ontwikkeling, opgericht in 2016 door de Gulf Organisation for Research and Development (GORD). Het is het eerste programma dat is gevestigd in het globale zuiden. Het GCC-programma streeft naar een duurzamere en koolstofarme toekomst door wereldwijd hoogwaardige projecten te registreren die aantoonbaar bijdragen aan de vermindering of vastlegging van broeikasgasemissies. Bij de uitvoering van deze projecten wordt ervoor gezorgd dat er geen netto schade wordt toegebracht aan het milieu en de samenleving. GCC kent verhandelbare

²¹⁵ [Carbon Registry, Homepage, Carbon Registry \[online\] \(2024\)](#)

²¹⁶ [Global Carbon Council, Who We Are \[online\] \(2024\)](#)

koolstofkredieten toe aan geregistreerde projecten op basis van hun geverifieerde prestaties in het verminderen of vastleggen van broeikasgasemissies. Hierdoor stroomt broodnodige klimaatfinanciering naar projecten die klimaatverandering tegengaan en bijdragen aan de Duurzame Ontwikkelingsdoelen (SDG's) van de Verenigde Naties. De door GCC gecertificeerde kredieten kunnen door overheden en bedrijven worden gebruikt om hun klimaatambities te realiseren en te versterken. Gehanteerde projectmethodologieën:

1. GCCMA001: NBS Methodology for forestry project activities on lands except wetlands.
2. GCCMA002: NBS Methodology for project activities on degraded mangrove habitats.

3.2.4 Fundamentele kritiek vanuit de wetenschap en markt

Kritiek op koolstofkredietssystemen zoals Verra en Gold Standard is fundamenteel en wijdverspreid. Uit verschillende onderzoeken en analyses blijkt dat een groot deel van de uitgereikte koolstofkredieten niet leidt tot daadwerkelijke emissiereducties. Een studie in opdracht van de Europese Commissie concludeerde dat 73% van het potentiële aanbod van Verra, 's werelds grootste certificeerder van koolstofkredieten, een lage waarschijnlijkheid had om echte, meetbare en additionele emissiereducties op te leveren²¹⁷. Recente onderzoeken naar Verra suggereren dat meer dan 90% van de regenwoudkredieten waardeloos zijn en geen werkelijke ontbossing hebben voorkomen²¹⁸. Southpole, Europa's grootste verkoper van vrijwillige koolstofkredieten, kwam zeer negatief in het nieuws met een fors (400%) overschat project in Kenia²¹⁹. Critici stellen dat veel compensatieprojecten leiden tot overcreditering, overdrijving van de additionaliteit en het verschuiven van emissies naar andere gebieden. Fundamentele problemen zijn de moeilijkheid om additionaliteit aan te tonen, informatieasymmetrie tussen projectontwikkelaars en toezichthouders, en perverse prikkels in het systeem. Deze kritiek ondergraaft het vertrouwen in koolstofmarkten als effectief instrument voor klimaatmitigatie.

Aan de kant van de kopers (die credits kopen van de ontwikkelaars) is dat zij greenwashen, omdat 'netto-nul' of 'klimaatneutraal' claims impliceren dat er geen uitstoot meer is. Toezichthouders raden daarom aan om uitsluitend 'bijdrage aan klimaatactie' als claim toe te staan, en het idee van 'compensatie' van uitstoot daarmee los te laten. De kritiek op greenwashing brengt een fundamenteel punt naar voren: de legitimiteit van het compenseren van uitstoot door bedrijven en de vraag of dit systemisch bijdraagt aan de transitie van fossiel naar regeneratief. Bovendien staat ter discussie in hoeverre dit daadwerkelijk een positief effect heeft op het klimaat.

Het Europese CRCF is een poging van de Europese Commissie om deze fundamentele problemen aan te pakken. Het verdient daarom aanbeveling voor lokale overheden om de normen van het CRCF te volgen bij het inrichten van beleid voor natuurlijke koolstofvastlegging.

Andere initiatieven zoals de Oxford Principles (zie 4.3.4 Richtlijnen Kopers Koolstofkredieten) stellen dat compensatie strategieën moeten focussen op koolstofvastlegging, hoogwaardige kredieten moeten gebruiken, transparantie en integriteit moeten waarborgen en moeten bijdragen aan de

²¹⁷ [Öko-Institut e.V., How additional is the Clean Development Mechanism \[pdf\] \(2017\)](#)

²¹⁸ [The Guardian, 'Revealed: Forest carbon offsets from biggest provider 'worthless'', The Guardian \[online\] \(18 januari 2023\)](#)

²¹⁹ [FTM, 'South Pole en Kariba: Meer uitstoot dan gecompenseerd', FTM \[online\] \(2023\)](#)

transitie naar netto-nul uitstoot. Een goed voorbeeld om greenwashing te voorkomen is de CO₂-prestatieladder²²⁰. Dit stelt dat koolstofvastleggingskredieten onder bepaalde voorwaarden in de CO₂-uitstoot van een bedrijf mee mogen worden genomen. Alleen koolstofvastleggingskredieten binnen de eigen waardeketen mag worden meegenomen en wordt gezien als 'in-setting'. Buiten de waardeketen wordt gezien als CO₂-compensatie. Om verwarring te voorkomen betekent het dat je als bedrijf goed moet duiden waaraan de organisatie bijdraagt met het kopen van koolstofkredieten.

3.2.5 Relevante Raamwerken Nederland

Naast de raamwerken en richtlijnen van grote certificeringsprogramma's, hebben organisaties een eigen of tevens relevant raamwerk ontwikkeld zoals het '4 Returns Framework' van Commonland²²¹. Het raamwerk verbindt ecologie, gemeenschappelijke waarden, spirit en cultuur, zakelijke belangen en lange termijn economische duurzaamheid op landschapsniveau. Het biedt overheden, bedrijven en gemeenschappen de mogelijkheid om samen een gedeelde visie te creëren en te realiseren voor een veerkrachtig landschap Met de volgende kernpunten:

1. Het doel: 4 RETURNS

Het raamwerk is zowel een conceptueel als praktisch hulpmiddel om betrokkenen te ondersteunen bij het behalen van vier returns (opbrengsten):

- **Inspiratie:** Herstel van hoop en betrokkenheid bij het landschap.
- **Sociale opbrengsten:** Versterking van gemeenschappen en sociale structuren.
- **Natuurlijke opbrengsten:** Herstel van ecosystemen en biodiversiteit.
- **Financiële opbrengsten:** Ontwikkeling van duurzame economische activiteiten.

2. De aanpak: 5 ELEMENTEN

De returns worden bereikt door het volgen van vijf belangrijke processen:

- **Een landschap partnerschap:** Samenwerking tussen diverse belanghebbenden zoals gemeenschappen, overheden en bedrijven.
- **Gedeeld begrip:** Inzicht in de uitdagingen, kansen en unieke eigenschappen van het landschap.
- **Een landschapsvisie en gezamenlijke planning:** Het formuleren van een gedeelde lange termijn strategie.
- **Actie ondernemen:** Praktische en gecoördineerde maatregelen uitvoeren.
- **Monitoren en leren:** Voortdurend evalueren en verbeteren van aanpak en resultaten.

3. Het gebied: 3 ZONES

Het raamwerk is gericht op een multifunctioneel landschap dat wordt opgedeeld in drie zones:

- **Natuurlijke zones:** Gebieden die gericht zijn op natuurherstel en biodiversiteit.
- **Gecombineerde zones:** Gebieden waar menselijke activiteiten en natuurlijke processen samenkomen, zoals agroforestry of duurzaam toerisme.
- **Economische zones:** Gebieden waar economische activiteiten worden uitgevoerd met oog voor duurzaamheid, zoals landbouw of industrie.

²²⁰ [CO₂-Prestatieladder, Homepage, CO₂-Prestatieladder \[online\] \(2024\)](#)

²²¹ [Commonland, How to Get Started \[online\] \(2024\)](#)

4. De tijd: minimaal 20 JAAR

Transformatie van een landschap vereist een realistische tijdshorizon. Het framework richt zich op een minimumperiode van 20 jaar om blijvende veranderingen te bewerkstelligen.

De 4 Returns Framework biedt decentrale overheden een effectief middel om landschapsherstel en duurzame ontwikkeling te realiseren door samenwerking te bevorderen, multifunctionele landschappen te beheren en langetermijndoelen te ondersteunen. Het framework stelt hen in staat om stakeholders samen te brengen en beleidsdoelen zoals natuurbeheer, landbouw en economische groei te integreren. Met een tijdshorizon van 20 jaar helpt de decentrale overheden bij het plannen van duurzaam beleid en het bijdragen aan nationale en mondiale doelstellingen, waaronder de SDG's, met een sterke nadruk op partnerschappen (SDG 17).

3.2.6 Nieuwe initiatieven voor koolstofkrediet en vastleggingsmethoden

Naast raamwerken, zijn er ook een aantal noemenswaardige initiatieven op het vlak van koolstofkredieten projectmethodologieën. Deze focussen zich op nieuwe methodes om koolstofvastlegging om te zetten tot betrouwbare koolstofkredieten. Initiatieven zoals 'Valuta voor Veen', 'Blijvend Grasland' en 'Silphie' zijn hier relevante voorbeelden van.

Valuta voor Veen

Volgens de informatie op de site van Valuta voor Veen:

Valuta voor veen²²² is een methodiek voor het vaststellen van emissiereductie CO₂-eq, gecontroleerd door het SNK, die het mogelijk maakt om aantoonbaar CO₂ te besparen in het veenweidegebied.



Deze methodiek houdt in dat het waterpeil in het veenweidegebied omhoog gaat en voorkomt daarmee de uitstoot van CO₂. Deze vermindering van CO₂-uitstoot kan op geld worden gezet (valuta voor veen) en worden verkocht in de vorm van CO₂-certificaten aan bedrijven, overheden en burgers die op vrijwillige basis hun CO₂-uitstoot willen voorkomen. Hiermee is VvV een nieuw model waarmee de inkomstenderving van agrariërs kan worden gecompenseerd. Belangrijk uitgangspunt bij VvV is dat de verhoging van het sloot- en grondwaterpeil plaatsvindt op vrijwillige basis en dat het gebied zijn agrarische functie behoudt. Een hoger waterpeil (waardoor er minder of geen veenoxidatie optreedt) heeft echter wel gevolgen voor de verschillende aspecten van de bedrijfsvoering van een melkveehouder in het veenweidegebied. Onder andere t.a.v. graskeuze, -productie, -opbrengst, dragend vermogen van de grond etc. etc.

²²² ['Valuta voor Veen' \[online\] \(2024\)](#)

Deze methode is een verband met het LULUCF, waarbij een toename aan emissies vanwege LULUCF-activiteiten ten minste sprake moet zijn van compensatie door koolstofvastlegging.

Silphie Cert Programma

Volgens de uitleg van CO₂-certificaten op de site van Silphie:

Cert²²³ programma biedt de mogelijkheid om CO₂ certificaten te kopen. Hiermee geeft U aan dat uw bedrijf of instantie hun CO₂ footprint vermindert of zelfs helemaal neutraliseert (Net-Zero).

Het doel van dit programma is om boeren te stimuleren om een langjarig gewas als Silphie te verbouwen (minimum 5 jaar). Koolstofvastlegging en omzetting naar Humus verloopt geleidelijk over meerdere jaren. Hiermee haal je tonnen broeikasgassen uit de lucht waarbij de koolstoffen in de grond worden opgeslagen. Carbon Farming heet dat.

De opbrengsten van de certificaten gaan overigens naar de Boer. Een non-profit initiatief dus.

Prijzen Silphie Cert Programma:

- 1 ton vastgelegde CO₂ = 1 Silphie Certificate
- 1Ha Silphie = ~ 6 Ton CO₂ koolstofvastlegging per jaar. Dit wordt met Coördinaten in het certificaat gewaarborgd;
- 1 Silphie Certificate = EUR 50,-
- Commitment 5 jaar
- Optioneel: Reclamebord bedrijf bij Veld 50×80 cm EUR: 75,-

Blijvend Grasland

Volgens GreenDutch, een projectontwikkelaar voor koolstofreductie of -vastlegging in Nederlandse bodems, ligt de oplossing voor koolstofreductie in ons land voor een deel in Hollandse gras bodems liggen²²⁴. Het bedrijf biedt agrarische ondernemers de kans op extra inkomsten door grasland tien jaar lang in stand te houden met de intentie van een nog langere periode. Ongeveer 40% van het landbouwareaal in Nederland bestaat uit blijvend grasland, wat een enorm potentieel biedt voor koolstofvastlegging in de bodem. Via het Blijvend Grasland programma van GreenDutch nemen al 40 boeren deel aan deze duurzame oplossing. Dit initiatief draagt niet alleen bij aan de vastlegging van koolstof, maar ook aan een gezondere bodem en een toegenomen biodiversiteit. De belangrijkste voorwaarden voor deelname aan het programma zijn:

1. Grasland mag 10 jaar lang niet gescheurd of vernietigd worden.
2. Minimaal 50% van het landbouwareaal moet blijvend grasland zijn.

Hierbij is opvallend dat binnen dit programma is gecertificeerd door SNK met de methodologie 'Blijvend grasland op minerale gronden'. Bij deze methode is de toename van CO₂ zo klein dat hij niet of nauwelijks meetbaar is, en dat er daarom uitsluitend een model gebruikt wordt om te certificeren. Een risico is dat het in stand houden van grasland ook het instandhouden van veehouderij kan

²²³ [Silphie, Homepage, Silphie \[online\] \(2024\)](#)

²²⁴ [GreenDutch, 'CO₂-certificaten kopen: Project Blijvend Grasland'. GreenDutch \[online\] \(2024\)](#)

betekenen omdat er extra geld voor het grasland komt, en mestrechten verbonden zijn aan dit grasland.

Rotterzwam



Volgens de informatie op de site van Rotterzwam:

Rotterzwam²²⁵ is een organisatie in Rotterdam die zich richt op het verduurzamen van de stad door het kweken van eetbare paddenstoelen op reststromen, zoals koffiedik. Het is een innovatief project dat circulaire economie in de praktijk brengt. De paddenstoelen worden gekweekt op basis van organisch afval, wat bijdraagt aan het verminderen van voedselverspilling en het bevorderen van duurzame productiemethoden. Sinds 2021 heeft Rotterzwam een methodiek ontwikkeld die CO₂ vastlegt via het kweken van paddenstoelen in reststromen. Met deze methodiek kwantificeren ze de hoeveelheid CO₂ die zij kunnen vastleggen via hun primaire bedrijfsactiviteiten. Deze CO₂ is als carbon credits verkocht aan andere bedrijven. Naast het vastleggen van CO₂, focust Rotterzwam ook op verschillende SDGs.

De Natuurverdubbelers - Rekenen en Tekenen

Het project Biobased (ver)bouwen: rekenen en tekenen²²⁶ onderzoekt de mogelijkheden van biobased bouwmaterialen in Nederland, zoals vlas, hennep en inheemse bomen. Samen met BOOM Landscape hebben de Natuurverdubbelers een verkennend onderzoek gedaan naar de kansen van het telen en gewassen voor biobased bouw in Nederland. Het richt zich op de teelt van gewassen voor biobased materialen in het landschap, en brengt de economische en maatschappelijke waarde in kaart. Het heeft een rekentool ontwikkeld om de baten en kosten van deze teelten te analyseren. Uit het programma bleek dat er nog knelpunten zitten in teelkosten, het gebrek aan een stabiele markt voor afname en

²²⁵ [RotterZwam, 'CO₂-certificaten te koop', RotterZwam \[online\] \(2021\)](#)

²²⁶ [Natuurverdubbelers, 'Biobased verbouwen: rekenen en tekenen', Natuurverdubbelers \[online\] \(2024\)](#)

gezonde prijsvorming van afname van vezels, evenals het ontbreken van verwaarding van de maatschappelijke, klimaatgerelateerde en ecologische diensten die deze teelten leveren of met deze teelten in het landschap mogelijk worden. Desalniettemin, de introductie van biobased teelten levert wel een reductie op van de uitstoot van stikstof en broeikasgassen ten opzichte van huidig landgebruik.

3.3 Onderliggende principes 'vastleggingsketen'

De koolstofmarkt of 'vastleggingsketen', van removers en projectontwikkelaars naar certificeerders en verificateurs tot faciliteerders en uiteindelijk kopers, is gebaseerd op verschillende onderliggende principes. Deze alinea legt de prominente principes uit waar actoren op de markt hun werkzaamheden, raamwerken en methodes op baseren. Deze principes bieden richtlijnen voor de vastleggingsketen van koper (SBTi en Oxford) tot remover- en certificeerders (ISO). Ook brengt het de nodige integriteit voor de vrijwillige koolstofmarkt met accreditatie van certificeerders (ICVCM, ICROA en CRCF). ICVCM en ICROA zijn initiatieven om de problemen met de vrijwillige markt te beheersen.

3.3.1 Richtlijnen kopers koolstofkredieten

Verschillende belanghebbenden, van projectontwikkelaars tot kopers, houden zich aan raamwerken en richtlijnen die focussen op effectieve klimaatdoelstellingen voor hun eigen organisatie. Hierbij zijn de Oxford Principles en SBTi toepasselijke richtlijnen die worden gebruikt in het kader van duurzaamheid en emissiereductie. Ze zijn vooral relevant voor bedrijven, investeerders en ook voor kopers van koolstofkredieten.

Oxford-Principles²²⁷

De 'Oxford-principles for net zero aligned carbon offsetting' werden in 2020 opgesteld door onderzoekers van de Universiteit van Oxford in samenwerking met experts uit verschillende sectoren. Deze principes helpen organisaties om CO₂-compensaties effectief en duurzaam bij te dragen aan de mondiale klimaatdoelen.

De vier kernprincipes zijn:

1. Verminder uitstoot en gebruik hoogwaardige compensaties
 - Geef prioriteit aan het verminderen van eigen uitstoot.
 - Maak gebruik van betrouwbare en verifieerbare koolstofkredieten.
 - Zorg voor transparantie in doelen, boekhouding en gebruikte kredieten.
2. Schakel over naar carbon removal credits
 - Vermijd compensaties die enkel uitstoot voorkomen en richt je op projecten die CO₂ uit de atmosfeer vastleggen.
3. Richt op langdurige vastlegging

²²⁷ [Smith School of Enterprise and the Environment. Oxford Offsetting Principles \[pdf\] \(2020\)](#)

- Geef de voorkeur aan koolstofvastlegging met lage risico's op vrijkomen, oftewel permanente vastlegging (>100 jaar)²²⁸
- Investeer in methodologieën voor duurzame koolstofvastlegging.

4. Stimuleer de markt voor carbon removal credits

- Gebruik langetermijncontracten om CO₂-vastleggingsprojecten te ondersteunen.
- Werk samen met andere sectoren om deze markt te laten groeien.
- Bescherm en herstel ecosystemen voor hun koolstofvastlegging en intrinsieke waarde.
- Integreer deze principes in regelgeving en normen.

De Oxford Principles bieden een kader voor het effectief en ethisch integreren van klimaatmitigatie- en koolstofvastleggingsprojecten, zoals biokool of andere natuur gebaseerde oplossingen, in hun beleid. Ze benadrukken het belang van focus op vastlegging in plaats van reductie, transparantie, eerlijkheid en de noodzaak van een robuust toezicht, wat decentrale overheden helpt bij het opzetten van betrouwbare en verantwoorde systemen voor koolstofvastlegging. Door deze principes te volgen, kunnen organisaties bijdragen aan het behalen van klimaatdoelen, terwijl ze tegelijkertijd het vertrouwen van hun gemeenschappen versterken en de integriteit van koolstofmarkten waarborgen.

Science Based Targets initiative (SBTi)

Het Science Based Targets initiative (SBTi)²²⁹ ondersteunt bedrijven bij het formuleren van ambitieuze klimaatdoelstellingen die in overeenstemming zijn met de nieuwste klimaatwetenschap. Meer dan 5.000 bedrijven volgen de SBTi richtlijnen, met een sterke focus op directe emissiereducties binnen hun eigen waardeketen, waarbij het gebruik van koolstofkredieten als compensatie minder prioriteit krijgt. De Net Zero Standard van SBTi, waaraan ruim 3.000 bedrijven zich hebben gecommitteerd, biedt een kader voor het bereiken van netto-nul emissies, in lijn met het beperken van de opwarming van de aarde tot 1,5°C, zoals vastgelegd in het Akkoord van Parijs. Netto-nul wordt bereikt door het verminderen van broeikasgasemissies en het vastleggen van CO₂ uit de atmosfeer.

Voor sectoren die sterk afhankelijk zijn van landgebruik, zoals de voedingsmiddelenindustrie, heeft SBTi de Forest, Land, and Agriculture (FLAG)-richtlijn ontwikkeld²³⁰. Dit initiatief helpt bedrijven om wetenschappelijk onderbouwde klimaatdoelen te stellen voor de sectoren bosbouw, landgebruik en landbouw. Het biedt een kader voor bedrijven om hun emissies te verlagen en duurzame praktijken toe te passen, waarbij rekening wordt gehouden met de ecologische impact van land- en bosbeheer. De SBTi FLAG richt zich op het stellen van targets die bijdragen aan het wereldwijd verminderen van broeikasgasemissies, door te focussen op het behoud van ecosystemen, regeneratie van land en het bevorderen van verantwoorde productiemethoden. Het doel is om bedrijven te helpen hun bijdrage aan klimaatverandering te verminderen en tegelijkertijd biodiversiteit en duurzame land praktijken te bevorderen.

²²⁸ [Rijksoverheid, Ontwerp-Klimaatplan 2025-2035 \[online\] \(2024\)](#)

²²⁹ [Science Based Targets, Homepage, Science Based Targets \[online\] \(2024\)](#)

²³⁰ [Science Based Targets, SBTi FLAG Guidance \[pdf\] \(2023\)](#)

3.3.2 Onderliggende principes 'Validation & Verification Bodies' (VVBs)

Voor de analyse zijn de criteria van 15 certificeringsprogramma's voor VVB's geanalyseerd (zie toelichtingsdocument). Daarbij zijn de onderliggende principes bekeken, daaruit blijkt dat de volgende 3 van toepassing zijn.

1. UNFCCC - Clean Development Mechanism Accreditation Standaard
2. Erkend door International Accreditation Forum (IAF)
3. ISO 14065 for Greenhouse Gas Validation and Verification Bodies (VVBs)

UNFCCC - Clean Development Mechanism Accreditation Standaard

De CDM Accreditation Standaard is een set regels en vereisten die zijn opgesteld door de United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) om ervoor te zorgen dat instanties die projecten binnen het Clean Development Mechanism (CDM) beoordelen en valideren, onafhankelijk, competent en betrouwbaar zijn. Deze standaard is specifiek gericht op het accrediteren van *Designated Operational Entities (DOEs)*, oftewel VVB's, de organisaties die verantwoordelijk zijn voor het valideren en verifiëren van CDM-projecten. De standaard stelt eisen aan de organisaties die verantwoordelijk zijn voor het valideren (vooraf) en verifiëren (achteraf) van koolstofreductie en -vastlegging claims van CDM-projecten. Het doel is om een hoge mate van integriteit en betrouwbaarheid te waarborgen in het proces.

Belangrijkste aspecten van de CDM Accreditation Standaard:

1. **Competentie:**
VVB's moeten beschikken over gekwalificeerd personeel met technische expertise in emissiereducties, projectmanagement en specifieke sectoren, zoals energie, landbouw of industrie.
2. **Onafhankelijkheid en onpartijdigheid:**
VVB's mogen geen belangenconflict hebben bij de beoordeling van een project. Dit betekent dat zij niet betrokken mogen zijn geweest bij de ontwikkeling of financiering van het project.
3. **Managementsysteem:**
Organisaties moeten een robuust intern kwaliteitsmanagementsysteem hebben om consistentie en betrouwbaarheid te garanderen.
4. **Validering en verificatieprocessen:**
Strengere richtlijnen voor hoe projecten moeten worden gevalideerd (bijvoorbeeld door de additionaliteit van een project te bewijzen) en hoe koolstofreductie en -vastlegging claims moeten worden geverifieerd.
5. **Periodieke beoordeling en heraccreditatie:**
VVB's worden regelmatig beoordeeld door de UNFCCC om ervoor te zorgen dat ze blijven voldoen aan de accreditatie-eisen.
6. **Risicobeheer:**
Organisaties moeten mechanismen hebben om fouten, onzekerheden en risico's te identificeren en te beperken in het validatie- en verificatieproces.

International Accreditation Forum (IAF)

Het International Accreditation Forum (IAF) is een wereldwijd samenwerkingsnetwerk van accreditatie-instanties en andere belanghebbenden. Het doel van de IAF is om de consistentie en kwaliteit van certificeringen wereldwijd te waarborgen.

- **Rol:** IAF accrediteert certificeringsorganisaties die bedrijven of projecten beoordelen volgens internationale normen, zoals de ISO 14065.
- **Relevantie voor de koolstofmarkt:** De IAF zorgt ervoor dat Validation and Verification Bodies (VVB's) voldoen aan strenge eisen voor onafhankelijkheid, competentie en betrouwbaarheid. Dit is essentieel voor het garanderen van geloofwaardige validaties en verificaties in koolstofreductie of -vastleggingsprojecten.
- **Impact:** Certificeringen die via IAF-geaccrediteerde instanties worden uitgevoerd, hebben een hogere mate van internationale erkenning en geloofwaardigheid.

ISO 14065: 2020 General principles and requirements for bodies validating and verifying environmental information

De ISO 14065 is een internationale norm die specifieke eisen stelt aan organisaties (zoals VVB's) die validatie- en verificatie diensten aanbieden voor koolstofreductie en vastlegging claims (zie Toelichtingsdocument 2.1.3).

- **Doel:** Waarborgen dat verificatie- en validatie organisaties onafhankelijk en competent werken bij het beoordelen van projecten en emissieclaims.
- **Koppeling met IAF:** Organisaties die willen opereren onder ISO 14065 moeten vaak worden geaccrediteerd door een instantie die deel uitmaakt van de IAF, wat zorgt voor een wereldwijd erkend kwaliteitsstempel.
- **Relevantie:** ISO 14065 is essentieel voor de koolstofmarkt omdat het een betrouwbare basis biedt voor de beoordeling van koolstofprojecten en emissiereductie claims. Hierdoor ontstaat meer vertrouwen in de vrijwillige en gereguleerde koolstofmarkten.

Figuur 10: De ISO 14060 Familie²³¹

ISO 14064-1	Rules for GHG calculation in organizations (companies, factories, etc.)
ISO 14064-2	Rules for Calculating Project Emission Reductions and Absorptions
ISO 14064-3	Rules for validation and verification of GHG calculations
ISO 14065	Sets forth the requirements for verification bodies.

²³¹ [Plana Earth. 'ISO 14064: Everything you need to know'. Plana Earth \[online\] \(2024\)](#)

3.3.3 Onderliggende principes certificeringsprogramma's & projectmethodologieën

ISO 14064-2 en 14064-3 zijn de voornamelijk onderliggende normen (standaarden) waarop een groot deel van de raamwerken en projectmethodologieën van certificeringsprogramma's zijn gebaseerd.

Figuur 11: De ISO 14060 Familie²³²

ISO 14064-1	Rules for GHG calculation in organizations (companies, factories, etc.)
ISO 14064-2	Rules for Calculating Project Emission Reductions and Absorptions
ISO 14064-3	Rules for validation and verification of GHG calculations
ISO 14065	Sets forth the requirements for verification bodies.

ISO 14064-2 - Guidelines for the quantification, monitoring, and reporting of greenhouse gas (GHG) emissions and removals.

De ISO 14064-2 (ISO)²³³ specificeert principes en vereisten en biedt richtlijnen op projectniveau voor het kwantificeren, monitoren en rapporteren van activiteiten die gericht zijn op het verminderen van broeikasgasemissies (BKG) of het vergroten van verwijderingen²³⁴. De norm biedt een gestructureerde aanpak om de milieuprestaties van projecten te beoordelen en richt zich op de volgende kernonderdelen:

1. **Definitie van het project:** Identificeren en beschrijven van het project dat is gericht op BKG-reductie of -verwijdering.
2. **Baseline vaststellen:** Bepalen wat het referentiescenario zou zijn als het project niet zou plaatsvinden (de "business-as-usual" situatie).
3. **Monitoringplan opstellen:** Ontwikkelen van methodologieën voor het meten en volgen van emissies en verwijderingen.
4. **Kwantificering van emissies:** Berekenen van de werkelijke emissies en de reducties in vergelijking met de baseline.
5. **Validatie en verificatie:** Controle door een onafhankelijke derde partij om te waarborgen dat de methodologie en rapportage betrouwbaar en nauwkeurig zijn.

²³² [Plana Earth, 'ISO 14064: Everything you need to know', Plana Earth \[online\] \(2024\)](#)

²³³ [ISO, ISO-14064-2 Part 2: Specification with guidance at the project level for quantification, monitoring and reporting of greenhouse gas emission reductions or removal enhancements \(2019\)](#)

²³⁴ [Europese Commissie, Carbon Removals with Permanent Storage \[pdf\] \(2023\)](#)

De ISO schrijft geen specifieke criteria en procedures voor, maar biedt algemene vereisten voor GHG-projecten. Het is de bedoeling dat de ISO 14064-2 wordt gebruikt in combinatie met de vereisten van specifieke certificeringsprogramma's. Daarnaast specificeert de ISO 14064-2 geen vereisten voor verificatie- of validatie instanties, of voor verificateurs/validatoren die zekerheid moeten bieden bij uitspraken of claims van GHG-projecten. Dergelijke vereisten worden vastgesteld door de autoriteit van het betreffende GHG-programma en kunnen worden gevonden in ISO 14064-3.

ISO 1406403 - Specification with guidance for the verification and validation of greenhouse gas statements.

De ISO 14064-3²³⁵ biedt een gestructureerd proces voor het valideren en verifiëren van informatie over broeikasgasemissies (GHG-emissies). Het doel is ervoor te zorgen dat gegevens die worden gerapporteerd door bedrijven of projecten accuraat, transparant en betrouwbaar zijn, zodat belanghebbenden er vertrouwen in kunnen hebben. Het proces bestaat uit twee belangrijke stappen:

Stap één gebeurt vóórdat het project is uitgevoerd:

1. Validatie:

- a. Het VVB beoordeelt of de planning van een project voldoet aan de gestelde eisen (i.e. van certificeringsprogramma's/ projectmethodologieën) en of de voorspelde emissiereducties of vastlegging geloofwaardig en haalbaar zijn.
- b. Voorbeeld: Bij een herbebossingsproject controleert een validator of de methodologie realistisch is en aansluit bij internationale standaarden.

Stap 2 gebeurt nadat het project is uitgevoerd:

2. Verificatie:

- a. Het controleert of de gerapporteerde emissiereducties of -vastlegging daadwerkelijk zijn gerealiseerd en accuraat zijn gemeten.
- b. Voorbeeld: Een auditor controleert via gegevens en site bezoeken of een windenergieproject echt zoveel emissies heeft voorkomen als het rapporteert.

Belangrijke onderdelen van de ISO 14064-3²³⁶

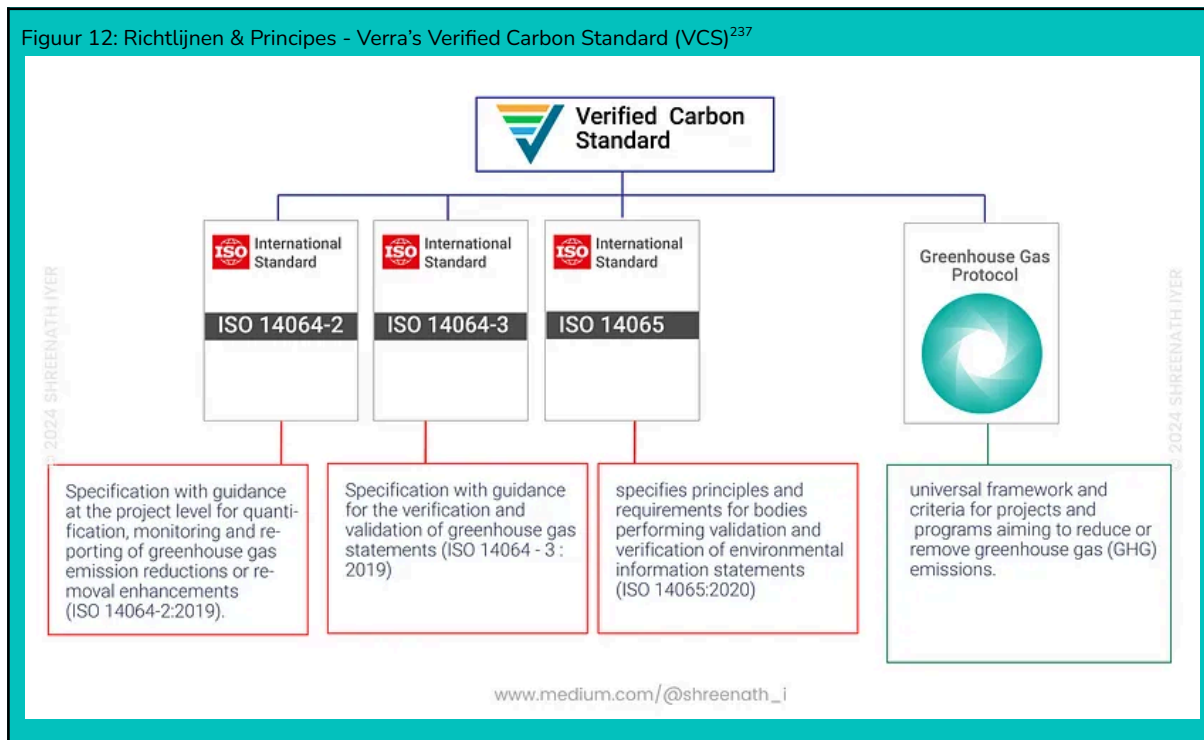
1. **Objectiviteit:** Het proces moet onafhankelijk en onpartijdig zijn. Validators en verificateuren mogen geen belangenconflict hebben.
2. **Transparantie:** Het rapportage- en verificatieproces moet helder en gedetailleerd zijn, zodat de resultaten reproduceerbaar en controleerbaar zijn.
3. **Consistentie:** De methodologieën en standaarden die worden gebruikt, moeten duidelijk en herhaalbaar zijn.
4. **Nauwkeurigheid:** Alle emissies, reducties en vastleggingen moeten zo accuraat mogelijk worden gemeten en gerapporteerd, waarbij onzekerheden minimaal zijn.

²³⁵ [ISO-14064-3 'Specification with guidance for the verification and validation of greenhouse gas statements' \[online\] \(2019\)](#)

²³⁶ [Plana Earth. 'ISO 14064: Everything you need to know'. Plana Earth \[online\] \(2024\)](#)

Met andere woorden, de ISO 14064-3 is de kwaliteitscontrole voor broeikasgas rapportages en projecten, die de geloofwaardigheid en effectiviteit van klimaatinitiatieven waarborgt. Dit heeft veel te maken met de Validation & Verification Bodies (zie 4.2.2).

Figuur 12: Richtlijnen & Principes - Verra's Verified Carbon Standard (VCS)²³⁷



3.3.4 Overkoepelende principes voor betrouwbaarheid vrijwillige marktwerking

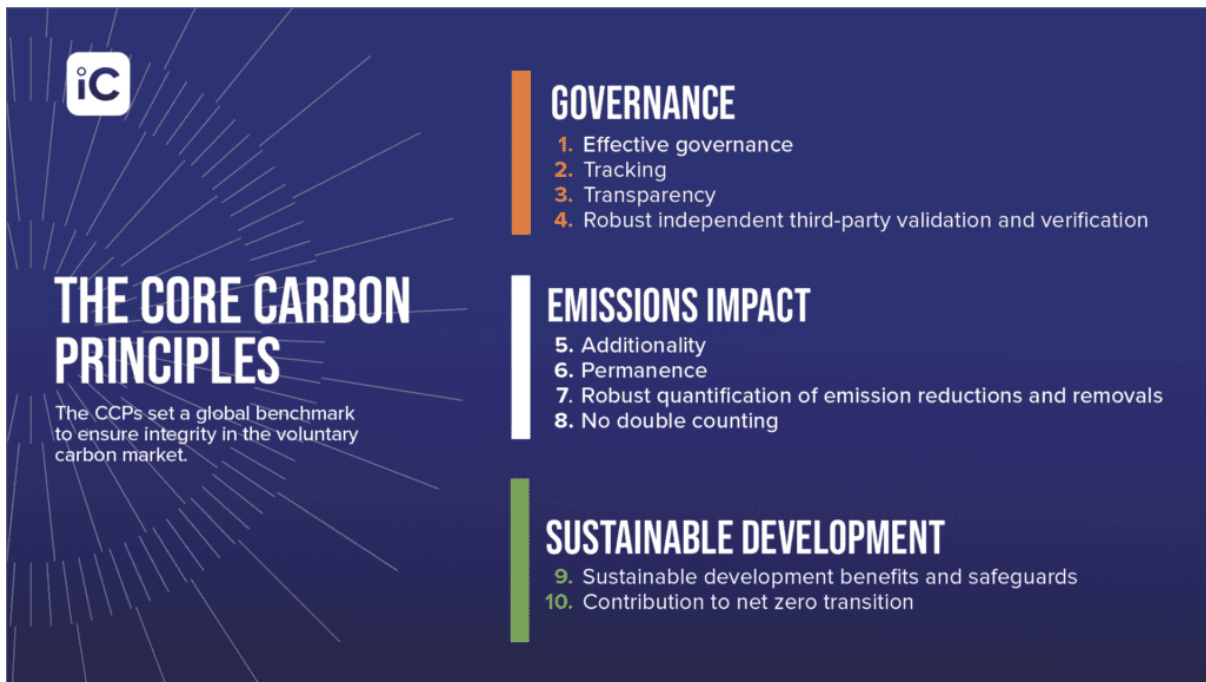
Er ligt een opgave om de vrijwillige markt, die van groot belang is voor de vastleggingsketen, in goede banen te leiden. Accreditatie-instanties zoals de ICVCM, ICROA en CRCF (EU) zijn organisaties die de nodige integriteit voor de vrijwillige koolstofmarkt brengen. Dit is nodig om double-counting, greenwashing en simpelweg het verkeerde gebruik van de koolstofkredieten te voorkomen. ICVCM en ICROA zijn initiatieven om deze problemen met de vrijwillige markt te beheersen, ICVCM vanuit filantropie en ICROA vanuit de koolstofkrediet industrie.

The Integrity Council for the Voluntary Carbon Market (ICVCM)

Doel en Focus: ICVCM is opgericht en wordt betaald vanuit filantropie, en vertegenwoordigt daardoor minder koolstofkrediet industrie belangen dan ICROA (zie onder). Het ICVCM streeft ernaar om de hoogste normen voor ethiek, duurzaamheid en transparantie te waarborgen binnen de wereldwijde vrijwillige koolstofmarkt. Het doel is om een koolstofmarkt met hoge integriteit te bevorderen die actief bijdraagt aan de doelstellingen van het Akkoord van Parijs en de SDG's.

Toepassing en Implementatie: Dit wordt bereikt door het vaststellen en handhaven van een wereldwijde standaard voor hoogwaardige koolstofkredieten, de zogeheten Core Carbon Principles. Dit zijn tien fundamentele, wetenschappelijk onderbouwde principes voor het identificeren van hoogwaardige koolstofkredieten die een reële en verifieerbare klimaatimpact creëren.

²³⁷ [Shreenath I., 'Verified Carbon Standard \(VCS\) v4'. Medium \[online\] \(2024\)](https://www.medium.com/@shreenath_i)



238

Om te voldoen aan de CCP worden certificeringsprogramma's en -systemen tegen de gedetailleerde criteria van het ICVCM Assessment Framework neergelegd. Dit stelt een robuuste, haalbare drempel vast die erop gericht is de normen binnen de markt naar een consistent kwaliteitsniveau te verhogen.

International Carbon Reduction and Offset Alliance (ICROA)

Doel en Focus: ICROA²³⁹ is een industriële gedragscode voor best-practices die zich inzet voor het versterken van de integriteit van de vrijwillige koolstofmarkt ter ondersteuning van de doelstelling van het Akkoord van Parijs. ICROA zet zich in om klimaatleiderschap van bedrijven en overheden mogelijk te maken door best-practices te ontwikkelen en te promoten op het gebied van emissiereductie en het gebruik van koolstofkredieten, zowel vóór als na invoering van regelgeving.

Toepassing en Implementatie Via het ICROA Approval programma kunnen aanbieders van koolstofkredieten (certificeringsprogramma's) de ICROA Accreditation krijgen. Dit houdt in dat een aanbieder op de vrijwillige markt de ICROA gedragscode van best-practices naleeft.²⁴⁰ Deelname vereist een jaarlijkse onafhankelijke audit om naleving van de ICROA Code of Best Practice te garanderen.

EU Carbon Removal and Carbon Farming Framework Regulation (CRCF)

Doel en Focus Het CRCF²⁴¹ is opgezet om koolstofvastlegging in landbouw- en bosbeheer in de Europese Unie te bevorderen. Het richt zich op het ondersteunen van methoden die koolstof vastleggen in bodem en vegetatie. Het raamwerk biedt een systeem voor het monitoren, rapporteren en verifiëren van koolstofvastlegging en ondersteunt de overgang naar een klimaatneutrale economie door het stimuleren van duurzame landbouw- en bosbeheer.

²³⁸ [\[CVCM, Core Carbon Principles \[online\] \(2024\)\]](#)

²³⁹ [\[ICROA \[online\] \(2024\)\]](#)

²⁴⁰ [\[ICROA, Accreditation Programme Guide \[pdf\] \(februari 2024\)\]](#)

²⁴¹ [\[Europese Commissie, Carbon Removals and Carbon Farming \[online\] \(2024\)\]](#)

Toepassing en Implementatie: Het CRCF framework wordt toegepast door het vaststellen van technische richtlijnen en vereisten voor koolstofvastleggingsmethodieken en -praktijken binnen de EU. Dit omvat het ontwikkelen van standaarden voor koolstoflandbouw en -bosbeheer die voldoen aan de eisen van de EU-klimaatwetgeving. Het raamwerk maakt gebruik van een gedetailleerd systeem voor het certificeren van koolstofkredieten die voortkomen uit deze praktijken, en biedt een basis voor de integratie van koolstofvastlegging in de EU koolstofmarkt. Dit omvat ook de monitoring, rapportage en verificatie (MRV) van koolstofvastlegging.

Koolstof Vastleggings Huis Noord-Holland

Koolstof Vastleggings Huis Noord-Holland (Methodieken, beleid en kansen)

Het Koolstofvastlegging Huis Noord-Holland is opgesteld tussen februari en mei 2025 (eindredactie: mei 2025). Het document bestaat uit drie overzichten:

Matrix 1: Een koppeling tussen koolstofvastleggingsmethodieken en beleidsopgaven.

Matrix 2: Overzicht van beleid en initiatieven binnen provincie die koolstofvastlegging ondersteunen.

Matrix 3: Kansen voor beleid of activiteiten voor koolstofvastleggings ontwikkelingen.

Dit document helpt beleidsmakers, initiatiefnemers en uitvoerders om gericht afwegingen te maken binnen de regionale klimaat- en gebiedsopgaven. Vanwege snelle ontwikkelingen in beleid en markt is het aan te raden om voor de meest actuele versie te kijken op: www.neweconomy.eco/koolstof-nh

KOOLSTOF VASTLEGGINGSHUIS NOORD-HOLLAND (METHODIEKEN, BELEID EN KANSEN)

BELEID

● Relevante beleidsmaatregelen & praktijkvoorbeelden in de regio Noord-Holland die aansluiten bij de koolstofvastleggingmethodiek.
● Kansrijk - lopende acties uitbreiden. Er is nog geen officieel beleid, maar dit kan goed bijgevoegd aan deze koolstofvastleggingmethodiek.
● Kansrijk - acties starten. Er is nog geen actief beleid gericht op koolstofvastlegging via deze methodiek.

Methodiek	1. Aanplant voor herbebossing & biobased (voor)materialen	2. Koolstofvastlegging in de bodem	3. Biokool	4. Bio-energie met koolstofafvang & -vastlegging (BECCS)	5. Directe afvang CO2 uit lucht (DACCS) / Zee en vatlegging (OCCS)	6. Versnelde verwerking materialen	7. Herstel van Wetlands	8. Blauwe koolstofbeheer	9. Verhoging van oceanische alkaliniteit	10. Oceanische bemesting	
Beleids Domein (Opmaatopgave)	1. AANPLANT	2. BODEM	3. BIOKOOLEN	4. BIO-ENERGIE	5. CO2 AFVANG	6. MATERIELEN	7. WETLANDS	8. BLAUW	9. OCEANISCH	10. OCEANISCH	
NH-BESTAAND BELEID & PRAKTIJK	1. AANPLANT	2. BODEM	3. BIOKOOLEN	4. BIO-ENERGIE	5. CO2 AFVANG	6. MATERIELEN	7. WETLANDS	8. BLAUW	9. OCEANISCH	10. OCEANISCH	
Industrie en bedrijven	(A) Nationaal Programma Verkeersknooppunten van de Toekomst (B) Onderzoek Actuele Praktijk Biobasedstoffen (2023) (C) Actieroad Circular Economy 2021-2025 (D) Actieroad Circular Economy 2021-2025 (E) Versnelde Circulaire Verkoop (F) C-Creators Project (stepped)	(A) National Program Bioproducts (2022) (B) Eerste Rijksoverheid Circular Economy 2021-2025 (C) C-creators Project (stepped)	(A) Hivos Almar	(A) HVC Group Almar (B) Quik Scan CDR AMR	(A) CCU Quilicon Noordbrabantse regio (B) CCS Quilicon South Pole (C) Energieopslag Akkoord Noord-Hollandse bedrijven	(A) Greenland (Shepi)					
Gebouwd Leefomgeving	(A) Liefdare Stad (B) Conventie Huisbouw (Nieuwpoort/Amsterdam) (C) Circulaire Groen Secundaire Bouwmaterialen 2021 (D) Actieroad Circular Economy 2021-2025 (E) C-Creators Project (stepped)										
Landbouw & Landgebruik	(A) Omgevingsvisie NH-2050 (B) Nationale Bossenstrategie (C) Nationale Programma Landelijk Groen (PPLG) (D) Klimaatopgave Noord-Holland (E) Klimaatopgave Noord-Holland (F) Project 60 hectare (G) Standpuntover 'Toes' for All Project 'De Water' (H) Korte Termijn Acties Landelijk Groen Noord-Holland 2023-2027 (I) Moersteren (J) Agroforestry & Voedselbos (K) Eerste Rijksoverheid Verkenning Circulaire Verkoop	(A) Omgevingsvisie NH-2050 (B) Korte Termijn Acties Landelijk Groen Noord-Holland 2023-2027 (C) Samenwerkend Onderzoek (D) Klimaatopgave Noord-Holland (E) Nationaal Programma Landbouw					(A) Omgevingsvisie NH-2050 (B) Concept NH Regionale Vermeende Strategie 1.0 (C) Analise Watersysteem en Klimaatverandering (D) Innovatie Programma Veen (E) Klimaatopgave Noord-Holland (F) Provincieprogramma Landelijk Groen (PPLG) (G) Regionaal Watersysteem 2022-2027 (H) Overlegprogramma Natuur 2023-2030 (I) Gebiedsprogramma Lagg Holland Veen- en poldergebied Almere/Wetland (J) Initiatief Zuiverwater	(A) Omgevingsvisie NH-2050 (B) Provincieprogramma Landelijk Groen (PPLG) (C) Ruimte voor Zand (D) Innovatie Programma Veen (E) Klimaatopgave Noord-Holland (F) Provincieprogramma Natuur 2023-2030 (G) Provincieprogramma Ruimte voor Natuur (H) Provincieprogramma Natuur 2023-2030 (I) Korte Termijn Acties Landelijk Groen Noord-Holland 2023-2027			
HubBak		(A) N231 Biobased proefplan									

Samenhang en inzichten uit de Nationale Routekaart en de Marktverkenning

De samenhang en inzichten uit de Nationale Routekaart en de Marktverkenning (PDF)
De Nationale Routekaart Koolstofverwijdering van het Rijk ([gepubliceerd 14 maart 2025](#)) en de Marktverkenning Koolstofvastlegging van New Economy ([gepubliceerd 12 maart 2025, en een aangevulde versie mei 2025](#)) zijn onafhankelijk van elkaar ontwikkeld, maar bieden beide waardevolle inzichten voor de beleidskeuzes die de komende jaren nodig zijn.

Dit document brengt de inzichten uit de Nationale Routekaart Koolstofverwijdering en de Marktverkenning Koolstofvastlegging in samenhang bijeen. Het laat zien waar beide publicaties elkaar aanvullen, versterken of vanuit een ander perspectief naar dezelfde opgave kijken. Daarmee biedt het beleidsmakers en andere belanghebbenden waardevolle handvatten om een effectieve koolstofvastleggingsstrategie te ontwikkelen, verrijkt met aanvullende inzichten, concrete handelingsopties, praktijkvoorbeelden en koppelingen met bredere maatschappelijke opgaven.

[Direct download link document](#)

Samenhang en inzichten uit de Nationale Routekaart en de Marktverkenning Koolstofvastlegging



**Routekaart
Koolstofverwijdering**

**Koolstofvastlegging als
organiserend principe voor
economie en ecologie**

Grondvesten van de koolstofeconomie:
handvatten voor decentrale overheden
en gebruikssystemen



project
aanspraken: Provincie Gelderland
Rijksuniversiteit Groningen
Provincie Noord-Holland en Provincie Zuid-Holland

opgesteld door: Huub Visser
Sara Jansen
Saskia van Duuren
Pepijn Duijvestein

uitgever: Provincie Noord-Holland

datum: 08-05-2025
versie: Mei 2025 - algemeen

Info: Dit document brengt twee publicaties in samenhang: de Nationale Routekaart Koolstofverwijdering van het Rijk (gepubliceerd op 14 maart 2025) en de Marktverkenning Koolstofvastlegging van New Economy (gepubliceerd op 12 maart 2025, met een aangevulde versie in mei 2025).

opgesteld door: Huub Visser
Pepijn Duijvestein

datum: 08-05-2025
versie: Mei 2025 - algemeen



Policy Brief Koolstofvastlegging

In aanvulling op deze marktverkenning en om strategievorming te vergemakkelijken is een Policy Brief opgesteld. Deze Policy Brief vat de belangrijkste opgaven, overwegingen, methodieken en bronnen samen in een beknopt en inzichtelijk document voor decentrale overheden en beleidsmakers in andere organisaties. De Policy Brief is te downloaden via: www.neweconomy.eco/koolstof

Koolstofkaart A25 (april 2025)

Deze kaart is opgesteld tussen november 2024 en maart 2025 (eindredactie: maart 2025). Vanwege snelle ontwikkelingen in de koolstofmarkt kan informatie inmiddels gewijzigd zijn. De Koolstofkaart is te downloaden via: www.neweconomy.eco/koolstof
Suggesties of vragen? Neem contact op via contact@neweconomy.eco.

Koolstofvastlegging Huis (april 2025)

Het Koolstofvastlegging Huis geeft beleidsmakers inzicht in effecten van verschillende koolstofvastleggingsmethoden op de maatschappelijke opgaven uit de Nationale Omgevingsvisie (NOVI, 2020). Elke methode kan kwantitatief en kwalitatief aan deze beleidsdoelen worden getoetst.

De analyse toont aan dat vooral natuurlijke koolstofvastlegging meerdere maatschappelijke doelen gelijktijdig versterkt. Natuurlijke vastlegging vermindert stikstofuitstoot en draagt bij aan schoon water, gezond voedsel, materialen voor biobased woningbouw en nieuwe economische kansen. Technologische vastlegging beperkt zich vaker tot één doel, zoals uitsluitend CO₂-reductie, en kan stikstofuitstoot soms zelfs (tijdelijk) verhogen. Bij het kiezen van methoden voor CO₂-vastlegging is daarom een integrale afweging wenselijk. Het Koolstofvastlegging Huis biedt daarvoor een helder afwegingskader.

Het Koolstofvastlegging Huis is opgesteld tussen november 2024 en maart 2025 (eindredactie: maart 2025). Vanwege snelle ontwikkelingen in de koolstofmarkt kan informatie inmiddels gewijzigd zijn. Het volledige Koolstofvastlegging Huis en Policy brief is te downloaden via: www.neweconomy.eco/koolstof
Suggesties of vragen? Neem contact op via contact@neweconomy.eco.

Bijlage 1: Toelichtingsdocument 'Koolstofketen'

[Download deze door hier te drukken](#)

Bijlage 2: Analyse technisch potentieel Biokool voor Nederland

Om het jaarlijkse potentieel voor CO₂-sequestratie met biokool in Nederland tegen 2030 te schatten, analyseren we drie belangrijke factoren: beschikbaarheid van landbouwgrond, beschikbaarheid van biomassa als grondstof, en de koolstofsequestratie-efficiëntie van biokool. Hier is de uitsplitsing:

1. Beschikbaarheid van landbouwgrond²⁴²

Totale landbouwgrond: ~1,8 miljoen hectare (43,6% van het totale oppervlak van Nederland, inclusief weilanden en akkerland).

Doel biologische landbouw: 15% van de landbouwgrond (~270.000 hectare) tegen 2030, maar momenteel is slechts 4,5% (81.500 hectare) biologisch. Niet-biologische grond kan nog steeds biokool toepassen.

2. Beschikbaarheid van biomassa als grondstof²⁴³

Lignocellulose biomassa: ~6,14 miljoen droge ton/jaar tegen 2030 (landbouw-/bosbouwresten, bioafval).

Duurzame toewijzing: Aannemende dat 30-50% van deze biomassa wordt gebruikt voor biocharproductie: Ondergrens: 1,84 miljoen ton/jaar. Bovengrens: 3,07 miljoen ton/jaar.

3. Biokoolproductie en CO₂-sequestratie

Conversiesnelheid: ~35% van de biomassa wordt biokool²⁴⁴.

Biocharopbrengst: 0,64-1,07 miljoen ton/jaar.

CO₂-sequestratiesnelheid: 3,17 ton CO₂ per ton biochar²⁴⁵.

Jaarlijks sequestratiepotentieel: Conservatief: 0,64 Mt biochar × 3,17 = 2,03 Mt CO₂/jaar. Optimistisch: 1,07 Mt biochar × 3,17 = 3,39 Mt CO₂/jaar.

4. Toepassingsnelheid per hectare

- Aanbevolen snelheid: 2 ton biochar/hectare voor sequestratie.
- Landbedekking: Conservatief: 0,64 Mt biochar ÷ 2 t/ha = 320.000 hectare (18% van landbouwgrond). Optimistisch: 1,07 Mt biochar ÷ 2 t/ha = 535.000 hectare (30% van landbouwgrond).

5. Belangrijkste beperkingen

²⁴²[Europese Commissie, Visie op Biomassa \[pdf\] \(2023\)](#)

²⁴³[Rabou, L.P.L.M., Deurwaarder, E.P., Elbersen, H.W., Scott, E.L., Biomass in the Dutch Energy Infrastructure in 2030 \[pdf\] \(Wageningen Universiteit & Onderzoek en ECN, 2006\)](#)

²⁴⁴[Al-Rumaihi, A., Alherbawi, M., McKay, G., Mackey, H., Parthasarathy, P., en Al-Ansari, T., 'Assessing plastic and biomass-based biochar's potential for carbon sequestration: an energy-water-environment approach', Frontiers in Sustainability \[online\] \(2023\)](#)

²⁴⁵[Haffner Energy, 'Séquestration du CO₂ : le biochar candidat idéal?', Haffner Energy \[online\] \(2024\)](#)

- Concurrentie om grondstoffen: Biomassa wordt ook gebruikt voor energie, groen gas en materialen.
- Beleidsafstemming: Het Nederlandse Klimaatakkoord streeft naar 55% broeikasgasreductie tegen 2030²⁴⁶, wat prioritering van biochar in duurzaamheidsplannen vereist.
- Bodemcompatibiliteit: De effectiviteit van biochar varieert per bodemtype en gewassysteem²⁴⁷.

Eindschatting

Jaarlijks CO₂-sequestratiepotentieel met biochar in Nederland tegen 2030:

- Conservatief: 2,0-2,2 miljoen ton CO₂/jaar.
- Optimistisch: 3,3-3,4 miljoen ton CO₂/jaar.

Dit vertegenwoordigt ~1-2% van de Nederlandse uitstoot in 2022 (166 Mt CO₂e) en sluit aan bij het EU-potentieel voor biochar van 6 Mt CO₂/jaar tegen 2030²⁴⁸. Het opschalen van deze technologie zal afhangen van de toewijzing van biomassa, beleidsprykkels en de adoptie door boeren²⁴⁹.

De berekening voor het CO₂-sequestratiepotentieel van biochar in Nederland tegen 2030 is gebaseerd op verschillende factoren. Hier is een uitsplitsing van hoe de range van 2,0 - 3,4 miljoen ton CO₂/jaar tot stand komt:

Berekening

1. Beschikbare biomassa:
 - Geschat op 6,14 miljoen droge ton/jaar lignocellulose biomassa tegen 2030²⁵⁰.
 - Aanname: 30-50% hiervan wordt gebruikt voor biocharproductie.
 - Resulteert in 1,84 - 3,07 miljoen ton biomassa/jaar voor biochar.
2. Biokoolopbrengst:
 - Conversiesnelheid: ~35% van biomassa wordt biochar²⁵¹.
 - Berekening: 1,84 - 3,07 × 0,35 = 0,64 - 1,07 miljoen ton biochar/jaar.
3. CO₂-sequestratiesnelheid:
 - 3,17 ton CO₂ per ton biochar¹.
4. Jaarlijks sequestratiepotentieel:
 - Conservatief: 0,64 × 3,17 = 2,03 miljoen ton CO₂/jaar.
 - Optimistisch: 1,07 × 3,17 = 3,39 miljoen ton CO₂/jaar.
5. Afronding:
 - Conservatieve schatting: 2,0 - 2,2 miljoen ton CO₂/jaar.
 - Optimistische schatting: 3,3 - 3,4 miljoen ton CO₂/jaar.

²⁴⁶ Carbon Gap. 'Carbon Removal Policy in the Netherlands'. *Carbon Gap Policy Tracker* [online] (2023)

²⁴⁷ Wageningen Universiteit & Research. 'Co-benefits from enhanced weathering and biochar combinations'. *Wageningen Universiteit & Research* [online] (2023)

²⁴⁸ Haffner Energy. 'Séquestration du CO₂ : le biochar candidat idéal?'. *Haffner Energy* [online] (2024)

²⁴⁹ Interreg VB North Sea Region Programme. 'The future of Carbon Farming in the Netherlands'. *North Sea Region Programme* [online] (2021)

²⁵⁰ Interreg VB North Sea Region Programme. 'The future of Carbon Farming in the Netherlands'. *North Sea Region Programme* [online] (2021)

²⁵¹ Celignis. 'Biochar as a Tool for Carbon Sequestration'. *Celignis Biomass Laboratory* [online] (2023)

Toelichting op de range

De range van 2,0 - 3,4 miljoen ton CO₂/jaar komt voort uit:

1. Variatie in biomassabeschikbaarheid: De aanname dat 30-50% van de beschikbare biomassa wordt gebruikt voor biocharproductie leidt tot een spreiding in de hoeveelheid geproduceerde biochar.
2. Onzekerheden in conversiesnelheid: Hoewel een gemiddelde van 35% wordt aangenomen, kan dit variëren afhankelijk van de productiemethode en biomassatype.
3. Afronding en marges: De berekeningen zijn afgerond en er is rekening gehouden met kleine marges om een realistische range te geven.

Deze berekening houdt rekening met de technische potentie, maar niet met praktische beperkingen zoals economische haalbaarheid of beleidsondersteuning. De daadwerkelijke implementatie kan lager uitvallen afhankelijk van deze factoren²⁵².

²⁵² [Mašek, O., Buss, W., Brownsort, P., Rovere, M., Tagliaferro, A., Zhao, L., Cao, X., & Xu, G., 'Potassium doping increases biochar carbon sequestration potential by 45%, facilitating decoupling of carbon sequestration from soil improvement', *Scientific Reports* \[pdf\] 9:5514 \(2019\).](#)

Bijlage 3. Inschatting potentieel voor CO₂ vastlegging door olivijn steenmeel en zandsuppletie voor Nederland

Het wereldwijde potentieel voor koolstofvastlegging met behulp van olivijn steenmeel in landbouwgronden kan worden geschat door de vastleggingspercentages per hectare te combineren met het beschikbare landbouwareaal. Hier volgt een orde van grootte berekening op basis van beschikbare gegevens:

Belangrijkste inputs

1. CO₂-vastleggingspercentage
 - Studies suggereren dat olivijntoepassing jaarlijks 0,15-5 ton CO₂ per hectare kan vastleggen onder verschillende omstandigheden^{253 254}.
 - Hogere schattingen (3-5 ton/ha/jaar) gaan uit van optimale deeltjesgrootte, regenval en toepassingspercentages, terwijl lagere schattingen (0,15-1 ton/ha/jaar) aride of suboptimale omstandigheden weerspiegelen.²⁵⁵
2. Wereldwijde beschikbaarheid van landbouwgrond
 - Totale landbouwgrond: 4,7-5 miljard hectare²⁵⁶.
 - Akkerland (bouwland + permanente gewassen): 1,6 miljard hectare²⁵⁷.
 - Voor conservatieve schattingen, ga uit van 25-50% adoptie (400-800 miljoen hectare) vanwege logistieke en economische beperkingen.

Berekening

Met gemiddelde aannames:

- Vastleggingspercentage: 2,5 ton CO₂/ha/jaar (gemiddelde van 0,15-5 ton).
- Adoptiegebied: 600 miljoen hectare (37,5% van het wereldwijde akkerland).

Jaarlijks vastleggingspotentieel:

2,5 ton ha×600 miljoen ha=1,5 miljard ton CO₂ jaar

2,5ton ha×600miljoen ha=1,5miljard ton CO₂ jaar

Bereik van schattingen

Scenario

Vastleggingspotentieel (Miljard ton CO₂/jaar)

²⁵³ [Schuiling, R. D., & Krijgsman, P. \(2006\)](#). Enhanced weathering: An effective and cheap tool to sequester CO₂. *Climatic Change*, 74(1-3), 349-354.

²⁵⁴ [Renforth, P. \(2012\)](#). The potential of enhanced weathering in the UK. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 10, 229-243.

²⁵⁵ [Beerling, D. J., et al. \(2020\)](#). Potential for large-scale CO₂ removal via enhanced rock weathering with croplands. *Nature*, 583(7815), 242-248.

²⁵⁶ [FAO. \(2020\)](#). *World Food and Agriculture - Statistical Yearbook 2020*. Rome.

²⁵⁷ *ibid*

Conservatief (laag percentage, beperkte adoptie)	0,06-0,6
Gematigd (gemiddeld percentage, matige adoptie)	1-3
Optimistisch (hoog percentage, brede adoptie)	4-10

Contextuele factoren

- Efficiëntie: Verwerkingssnelheid is afhankelijk van deeltjesgrootte, regenval en temperatuur. Vermalen olivijn (<100 µm) versnelt reacties maar verhoogt kosten²⁵⁸.
- Nevenvoordelen: Verbeterd bodem-pH en beschikbaarheid van voedingsstoffen, mogelijk ter compensatie van toepassingskosten.
- Uitdagingen: Mijnbouw, vermalen en transport stoten CO₂ uit (~5% van de bruto vastlegging)²⁵⁹.

Conclusie

Olivijntoepassing op wereldwijde akkerlanden heeft het potentieel om jaarlijks 1-10 miljard ton CO₂ vast te leggen, afhankelijk van adoptiepercentages en milieuomstandigheden. Voor deze rapportage is het gemiddelde van de range uit het gematigde scenario gekozen: 1,5 gigaton per jaar op wereldschaal. Omdat de Nederlandse grond respectievelijk de kustlijn 0,03% en 0,05% van de wereldwijde oppervlaktes zijn, is dit voor Nederland ongeveer 0,48 plus 0,65 = 1,13 Mton CO₂/j.

²⁵⁸ [Strefler, J., et al. \(2018\)](#). Potential and costs of carbon dioxide removal by enhanced weathering of rocks. Environmental Research Letters, 13(3), 034010.

²⁵⁹ [Moosdorf, N., et al. \(2014\)](#). Carbon dioxide efficiency of terrestrial enhanced weathering. Environmental Science & Technology, 48(9), 4809-4816.

Begrippenlijst

Afforestation & Reforestation (A/R) – Het aanplanten van nieuwe bossen (afforestation) of het herstellen van gedegradeerde bossen (reforestation) voor koolstofvastlegging.

BECCS (Bio-Energy with Carbon Capture and Storage) – Technologie waarbij biomassa wordt gebruikt om energie op te wekken, terwijl de vrijgekomen CO₂ wordt afgevangen en opgeslagen.

Biochar (Biokool) – Houtskoolachtig materiaal geproduceerd door pyrolyse van biomassa, gebruikt voor langdurige opslag van CO₂ in de bodem.

Blue Carbon Management – Koolstofvastlegging in mariene en kustecosystemen zoals mangroves, zeegrasvelden en zoutmoerassen.

Carbon Capture and Storage (CCS) – Technologie om CO₂ bij de bron af te vangen en op te slaan in geologische formaties.

Carbon Capture and Utilization (CCU) – Technologie waarbij afgevangen CO₂ wordt hergebruikt in industriële processen, bijvoorbeeld voor synthetische brandstoffen.

Carbon Dioxide Removal (CDR) – Verzamelnaam voor methoden die actief CO₂ uit de atmosfeer verwijderen en langdurig opslaan.

CO₂-certificaten – Kredieten die worden uitgegeven voor projecten die CO₂-uitstoot vermijden, reduceren of verwijderen. Voorbeelden zijn Verra en Gold Standard.

Direct Air Capture (DAC) – Technologie om CO₂ direct uit de lucht te filteren en op te slaan.

Direct Air Carbon Capture and Storage (DACCS) – DAC gecombineerd met permanente opslag in ondergrondse reservoirs.

DOCSS (Direct Ocean Carbon Capture and Storage) – Technologie die CO₂ uit oceaankwater haalt en opslaat.

Ecologie – De wisselwerking tussen organismen, populaties en levensgemeenschappen

EOR (Enhanced Oil Recovery) – Techniek waarbij afgevangen CO₂ wordt gebruikt om olievelden efficiënter leeg te pompen, waardoor de netto-klimaatwinst van CCS wordt verminderd.

ETS (Emissiehandelssysteem) – Het Europese systeem waarbij bedrijven emissierechten kunnen verhandelen als onderdeel van klimaatbeleid.

EU CRCF (Carbon Removal and Carbon Framing Regulation) – Europees certificeringskader voor koolstofverwijdering en vastlegging.

Green Claims Directive – EU-richtlijn die misleidende claims over duurzaamheid en CO₂-neutraliteit tegengaat.

GHG Protocol (Greenhouse Gas Protocol) – Internationale standaard voor het meten en beheren van broeikasgasemissies.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) – VN-klimaatpanel dat wetenschappelijke inzichten levert over klimaatverandering.

ISO 14064-2 – Internationale standaard voor de kwantificering, monitoring en rapportage van broeikasgasemissies en -verwijderingen.

LULUCF (Land Use, Land-Use Change and Forestry) – EU-regelgeving voor emissies en koolstofvastlegging in landgebruik en bosbeheer.

Nature-Based Solutions (NbS) – Natuurlijke processen zoals herbebossing, veenherstel en regeneratieve landbouw voor koolstofopslag en klimaatadaptatie.

Oxford Offsetting Principles – Richtlijnen voor bedrijven en overheden om verantwoorde CO₂-compensatie en -verwijdering toe te passen.

Projectmethodologieën – Richtlijnen voor het meten, monitoren en verifiëren van CO₂-reductie en -verwijdering.

Reductie-, Avoidance- en Removal Credits – Verschillende soorten CO₂-kredieten die respectievelijk uitstoot verminderen, voorkomen of actief verwijderen.

Superkritische Watervergassing (SCWG) – Technologie waarbij biomassa onder hoge druk en temperatuur wordt omgezet in groen gas, met mogelijkheid voor CO₂-opslag.

Validation & Verification Bodies (VVBs) – Onafhankelijke partijen die CO₂-verwijderingsprojecten valideren en verifiëren.

Versnelde verwerking van mineralen (Enhanced Weathering) – Het verspreiden van gemalen gesteente zoals olivijn om CO₂ chemisch te binden.

Wetland Restoration – Herstel van wetlands zoals veengebieden en moerassen om natuurlijke CO₂-opslag te bevorderen.