

Koolstofverwijderingsbeleid voor provincies

Achtergrondrapport bij advies



Koolstofverwijderingsbeleid voor provincies

Achtergrondrapport bij advies

Dit rapport is geschreven door:
Maarten de Vries, Jasper Schilling, Kris Manna,
Marieke Nauta en Jasmijn Brouwer

Delft, CE Delft, Juli 2025

Publicatienummer: 25.250103.149b

Opdrachtgever: Provincie Utrecht ism provincies
Gelderland, Noord-Holland en Zuid-Holland

Alle openbare publicaties van CE Delft zijn
verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de
projectleider Maarten de Vries (CE Delft)

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft – Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al sinds 1978 werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.

Inhoud

	Samenvatting	4
1	Inleiding rapport	7
	1.1 Achtergrond en aanleiding	7
	1.2 Onderwerpen	7
	1.3 Afbakening	8
	1.4 Leeswijzer	8
2	Inleiding koolstofverwijdering	9
	2.1 Inleiding	9
	2.2 Introductie koolstofverwijdering	9
	2.3 Koolstofmarkten en koolstofcertificaten	10
	2.4 Beleidsoverzicht	12
3	Koolstofverwijderings methoden voor provincies	17
	3.1 Inleiding	17
	3.2 Overzicht koolstofverwijderingsmethoden	17
	3.3 Tijdelijke methoden	19
	3.4 Permanente methoden	22
	3.5 Kansrijke methoden per provincie	25
4	Beleidsvragen en rollen provincies	34
	4.1 Inleiding	34
	4.2 Beleidsvragen voor koolstofverwijdering	34
	4.3 Mogelijke rollen provincies	41
	Literatuur	43

Samenvatting

De provincies Utrecht, Gelderland, Zuid-Holland en Noord-Holland hebben behoefte aan een richtinggevend advies op het onderwerp koolstofverwijdering, zowel om dit op de politieke agenda te plaatsen als om het beleid omtrent koolstofverwijdering de komende tijd praktisch handen en voeten te geven. CE Delft heeft dit advies in een afzonderlijk document uitgewerkt. Dit rapport biedt achtergrondinformatie bij het advies, op drie onderwerpen:

1. Een inleiding in het begrip koolstofverwijdering en de beleidscontext hiervan.
2. De verschillende koolstofverwijderingsmethoden en in hoeverre deze passen bij de vier provincies.
3. De beleidsvragen rond koolstofverwijdering en de rollen die de provincies hierin kunnen nemen.

Koolstofverwijdering

Naast het verminderen van broeikasgasemissies is koolstofverwijdering noodzakelijk om de klimaatdoelen van Parijs te kunnen halen. Koolstofverwijdering is het actief uit de atmosfeer verwijderen en opslaan van CO₂, waardoor deze CO₂ niet meer bijdraagt aan het broeikaseffect.

Tijdelijke en permanente verwijdering

Er bestaat tijdelijke en permanente koolstofverwijdering. Alleen permanente koolstofverwijdering (voor minimaal meerdere eeuwen) kan fossiele emissies van broeikasgassen compenseren. Tijdelijke koolstofverwijdering gebeurt vaak via natuurlijke methoden en heeft vaak positieve neveneffecten op natuur en biodiversiteit. Hierbij kan niet gegarandeerd worden dat de koolstof voor meerdere eeuwen blijft opgeslagen.

Koolstofcertificaten

Er bestaat een vrijwillige (niet-gereguleerde) markt voor koolstofcertificaten. Deze certificaten kunnen een ton koolstofverwijdering voorstellen, maar ook een ton emissiereductie of vermeden emissies. Omdat de markt niet gereguleerd is, zijn er twijfels over de kwaliteit en milieu-integriteit van sommige koolstofcertificaten.

Nederlands beleid

In Nederland heeft de Wetenschappelijke Klimaatraad (WKR) in 2024 een advies uitgebracht over uitgangspunten en beleid rond koolstofverwijdering. Het kabinet Schoof heeft in 2025, op basis van het WKR-advies, een Routekaart Koolstofverwijdering gepresenteerd. Deze Routekaart geeft een beeld van de noodzaak, vraag naar en het aanbod van koolstofverwijdering en biedt randvoorwaarden en uitgangspunten voor de integratie van koolstofverwijdering in het Nederlandse klimaatbeleid.

Europees beleid

Op Europees niveau is eind 2024 de Carbon Removal and Carbon Farming (CRCF) verordening van kracht geworden. Deze verordening dient als standaard voor de certificering van koolstofverwijdering in de EU. De methodologieën voor de verschillende vormen van koolstofverwijdering worden nog uitgewerkt. In het voorstel voor een nieuw Europees klimaatdoel voor 2040 is geen afzonderlijke doelstelling voor koolstofverwijdering opgenomen. Wel komt de Europese Commissie halverwege 2026 met een voorstel om koolstofverwijdering te koppelen aan het emissiehandelssysteem (EU ETS).

Koolstofverwijderingsmethoden voor provincies

Er bestaan verschillende methoden om CO₂ tijdelijk of permanent uit de atmosfeer te halen en op te slaan. Tijdelijke methoden zijn bijvoorbeeld herbebossing, koolstofopslag in de bodem, toepassing van biochar en koolstofvastlegging in materialen en producten. Omdat tijdelijke methoden vaak op natuurlijke processen zijn gebaseerd, kunnen ze relatief snel worden gerealiseerd. Belangrijke randvoorwaarden voor deze methoden zijn bijvoorbeeld de beschikbaarheid van bepaalde bodemtypen en van voldoende ruimte. De provincies beschikken in verschillende mate over deze randvoorwaarden.

Bij permanente methoden wordt de CO₂ meestal ondergronds opgeslagen, bijvoorbeeld in lege gasvelden. De CO₂ kan uit de atmosfeer, uit de oceaan of uit biomassa worden verkregen. Deze methoden hebben nog meer technologische ontwikkeling nodig dan tijdelijke koolstofverwijderingsmethoden. Randvoorwaarden zijn bijvoorbeeld de beschikbaarheid van infrastructuur voor het transport en de opslag van CO₂ en de beschikbaarheid van voldoende hernieuwbare energie, aangezien ondergrondse opslag veel energie kost. Vooral de kustprovincies die beschikken over CO₂-infrastructuur zijn geschikt voor permanente koolstofverwijderingsmethoden.

Beleidsvragen en rollen provincies

Er zijn verschillende beleidsvragen rond koolstofverwijdering, die op verschillende niveaus beantwoord kunnen worden. Beleidskwesties zoals terminologie, certificering, boekhoudregels en het opzetten van een markt voor koolstofverwijdering kunnen het beste op mondiaal of Europees niveau worden geadresseerd.

Het stimuleren en (financieel) steunen van bepaalde methoden en innovaties, het opzetten van ketens voor koolstofverwijdering en het sturen op positieve neveneffecten kunnen (ook) goed op provinciaal niveau worden bewerkstelligd. De provincie kan daarbij haar regulerende, regisserende en faciliterende rollen goed toepassen op het onderwerp koolstofverwijdering.

1 Inleiding rapport

1.1 Achtergrond en aanleiding

De provincies Utrecht, Gelderland, Zuid-Holland en Noord-Holland hebben behoefte aan een richtinggevend advies op het onderwerp koolstofverwijdering, dat zowel een afwegingskader als een concreet handelingsperspectief biedt. Dit advies kan gebruikt worden om het onderwerp op de politieke agenda te plaatsen alsmede om het beleid omtrent koolstofverwijdering de komende tijd praktisch vorm te geven.

CE Delft heeft dit advies uitgewerkt in een separaat document. Om dit advies beknopt en toegankelijk te houden hebben we ervoor gekozen om een deel van de achtergrondinformatie in dit rapport onder te brengen. Deze informatie is niet noodzakelijk om het advies te begrijpen, maar dient als onderbouwing van en aanvulling op het advies.

1.2 Onderwerpen

We hebben ervoor gekozen om een drietal onderwerpen in dit achtergrondrapport te behandelen, omdat ze relevant zijn voor ons advies, maar zelf geen onderdeel van het advies hoeven uit te maken. Deze drie onderwerpen zijn:

1. **Inleiding koolstofverwijdering.** Dit biedt de lezer basiskennis over wat koolstofverwijdering is, waarom het nodig is en welk beleid voor koolstofverwijdering er al bestaat op nationaal en Europees niveau.
2. **Koolstofverwijderingsmethoden voor provincies.** We introduceren de belangrijkste tijdelijke en permanente methoden die er bestaan om CO₂ uit de atmosfeer te verwijderen en benoemen de randvoorwaarden die nodig zijn om deze methoden toe te passen. Vervolgens koppelen we de kenmerken van de vier provincies aan deze randvoorwaarden, waardoor een overzicht ontstaat van welke methoden het best passen bij elke provincie.
3. **Beleidsvragen en rollen provincies.** We zetten uiteen welke beleidsaspecten van koolstofverwijdering er zijn en op welk bestuursniveau (provincie, nationaal, EU) deze het beste geadresseerd kunnen worden. Vervolgens bespreken we wat in algemene zin de rollen van provincies kunnen zijn op het terrein van koolstofverwijdering.

1.3 Afbakening

Dit rapport is nadrukkelijk bedoeld als achtergronddocument en bevat daarom zelf geen advies. In het adviesrapport vatten we de onderwerpen uit dit achtergrondrapport kort samen omwille van de leesbaarheid.

Koolstofverwijdering is als beleidsveld sterk in ontwikkeling. In dit onderzoek houden we, wat betreft de definities en indeling van de verschillende methoden en dergelijke, zoveel mogelijk het rapport 'De lucht klaren' van de Wetenschappelijke Klimaatraad (WKR) aan alsmede de Routekaart Koolstofverwijdering van het ministerie van Klimaat en Groene Groei (KGG), dat zichzelf ook baseert op het WKR-rapport. Waar relevant geven we aan of er belangrijke aanvullingen of andere zienswijzen zijn.

Onze studie is niet de eerste opdracht van Nederlandse provincies om de mogelijkheden van koolstofverwijdering in kaart te brengen. Er is al eerder een aantal andere relevante rapporten uitgebracht, met name Carbon FikZH voor Zuid-Holland en de rapporten van New Economy voor Gelderland, Utrecht en Noord-Holland. Waar van toepassing, bijvoorbeeld bij de bespreking van de geschikte koolstofverwijderingsmethoden per provincie, geven we het aan als onze analyse afwijkt van deze rapporten en waarom dat zo is.

Het grootste deel van dit rapport is relevant voor en van toepassing op alle Nederlandse provincies. De analyse van de meest kansrijke koolstofverwijderingsmethoden voeren we enkel uit voor de vier provincies die de opdrachtgever voor deze studie vormen.

1.4 Leeswijzer

De drie hierboven genoemde onderwerpen hebben elk hun eigen hoofdstuk in het vervolg van dit rapport. Hoofdstuk 2 gaat in op koolstofverwijdering en het beleid dat hiervoor in ontwikkeling is. In Hoofdstuk 3 bespreken we de verschillende methoden voor koolstofverwijdering en koppelen we dit aan de kenmerken van de vier provincies om tot een overzicht van de meest kansrijke methoden per provincie te komen. Tot slot gaat Hoofdstuk 4 in op de beleidsvragen rond koolstofverwijdering, de meest geschikte bestuurslaag om deze vragen te adresseren en de rollen die provincies in algemene zin kunnen hebben op het terrein van koolstofverwijdering.

2 Inleiding koolstofverwijdering

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk introduceren we het begrip koolstofverwijdering en schetsen we de beleidscontext op zowel Nederlands als Europees niveau. De belangrijkste beleidsvragen rondom koolstofverwijdering worden verderop in dit rapport in meer detail behandeld.

We gaan eerst in op het begrip koolstofverwijdering en de noodzaak daarvan voor klimaatbeleid. Vervolgens bespreken we de huidige vrijwillige koolstofmarkt en koolstofcertificaten. Tot slot behandelen we het bestaande en aankomende beleid voor koolstofverwijdering, eerst op nationaal en vervolgens op Europees niveau.

2.2 Introductie koolstofverwijdering

Grofweg zijn er twee manieren om de concentratie broeikasgassen in de atmosfeer te verminderen. Enerzijds kan de emissie van deze gassen naar de atmosfeer verminderd worden: door emissie te verminderen neemt de concentratie van broeikasgassen na verloop van tijd af, doordat broeikasgassen een bepaalde levensduur hebben (die overigens sterk kan verschillen tussen verschillende typen broeikasgassen). Anderzijds kunnen broeikasgassen ook actief uit de atmosfeer verwijderd worden.

In de beschikbare literatuur worden verschillende definities gebruikt voor de term koolstofverwijdering, met name in verband met de tijdsduur van de verwijdering. Veel bronnen rekenen naast permanente ook tijdelijke verwijdering tot de definitie, waarbij vaak ook geen expliciete keuze gemaakt wordt voor een tijdsduur. 'Tijdelijk' kan sterk variëren: van enkele jaren tot enkele decennia.¹ Het is belangrijk om onderscheid te maken tussen tijdelijke en permanente koolstofverwijdering, omdat bij tijdelijke verwijdering het broeikasgas op enig moment weer in de atmosfeer terechtkomt, of in ieder geval niet gegarandeerd kan worden dat dit niet gebeurt. Alleen permanente

¹ Nog kortere tijdsduren zijn ook mogelijk, bijvoorbeeld als koolstof uit de atmosfeer gebruikt wordt om brandstof te produceren, en daarmee direct weer in de atmosfeer terechtkomt (kortcyclisch), maar dan wordt het niet tot koolstofverwijdering gerekend. Voor koolstofverwijdering is het essentieel dat de koolstof ten minste tijdelijk wordt opgeslagen en zo ten minste voor enige tijd uit de kringloop verdwijnt. Zie ook Paragraaf 3.2.

koolstofverwijdering kan daarom gebruikt worden om fossiele (rest)emissies mee te compenseren. We hanteren in dit rapport de volgende definitie voor koolstofverwijdering, in lijn met ons eerdere rapport (CE Delft, 2023): *maatregelen die als doel hebben om CO₂ tijdelijk of permanent aan de atmosfeer te onttrekken*².

Koolstofverwijdering wordt steeds vaker gezien als mogelijk onderdeel van klimaatbeleid. Dit heeft er onder andere mee te maken er op verschillende niveaus (zowel landelijk als Europees) een doelstelling is om klimaatneutraal te zijn in 2050, maar er in dat jaar naar verwachting nog restemissies zullen zijn. In alle scenario's van het IPCC is koolstofverwijdering nodig om klimaatneutraliteit in 2050 te bereiken. Daarnaast zal koolstofverwijdering ook nodig zijn om de overschrijding (overshoot) van het mondiale koolstofbudget voor een maximale opwarming van 1,5°C te compenseren³.

2.3 Koolstofmarkten en koolstofcertificaten

Op dit moment bestaat er een vrijwillige (niet-gereguleerde) koolstofmarkt, die de laatste jaren sterk gegroeid is. Er zijn verschillende certificeringsschema's en er worden verschillende typen certificaten verhandeld. Enerzijds zijn er certificaten voor het realiseren van beperking van uitstoot (door emissiereductie of vermijden van uitstoot) en anderzijds zijn er certificaten voor het verwijderen van CO₂ uit de atmosfeer (zie Tekstkader 1). De certificaten krijgen een waarde doordat er een vraag is van partijen die haar emissies administratief willen compenseren (bijvoorbeeld doordat zelf emissie reduceren duurder is en meer voeten in de aarde heeft). De waarde van koolstofcertificaten voor koolstofverwijdering is hoger dan voor certificaten voor emissiereductie of vermijding van emissies.

De kosten van koolstofverwijderingsmethoden verschillen, en daarmee ook de prijs van certificaten. Over het algemeen zijn de kosten van natuurlijke methoden (zoals het aanplanten van bomen) lager dan de kosten van technische methoden en dit geldt dan ook voor de bijbehorende certificaten. Kosten van technische methoden vallen hoger uit door de vaak hogere kapitaalkosten, energiekosten en mogelijk ook kosten voor benodigde infrastructuur van opslag van de CO₂. Wel is de verwachte opslagduur van CO₂ is voor natuurlijke methoden meestal korter dan bij technische methoden (over het algemeen vallen natuurlijke methoden onder 'tijdelijke koolstofverwijdering').

² De verschillende op dit moment bekende methodes van koolstofverwijdering betreffen alleen CO₂, geen andere broeikasgassen.

³ In het Parijsakkoord, dat de basis vormt voor mondiaal klimaatbeleid, is afgesproken dat de wereldwijde temperatuurstijging ten opzichte van de pre-industriële periode maximaal 2 graden mag bedragen, maar dat landen zich inspannen om de temperatuurstijging tot 1,5 graden te beperken.

Tekstkader 1 - Koolstofverwijdering, emissiereductie en vermeden emissies

Zoals in de inleiding uitgelegd definiëren we **koolstofverwijdering** als maatregelen die als doel hebben om CO₂ tijdelijk of permanent aan de atmosfeer te onttrekken. In sommige gevallen overlapt koolstofverwijdering met andere veel gebruikte termen. Zo is **CCU (Carbon Capture and Usage)** het afvangen van CO₂ en gebruik daarvan voor producten. In het geval hierbij de CO₂ in materialen wordt opgeslagen, kan sprake zijn van tijdelijke koolstofverwijdering (afhankelijk van de periode dat het vastgelegd wordt). In het geval van gebruik van de CO₂ voor een brandstof of een ander kortlevend chemische product is echter geen sprake van koolstofverwijdering. De term **CCS (Carbon Capture and Storage)** slaat op het afvangen en geologisch opslaan van CO₂. Als deze CO₂ fossiel van aard is, is er sprake van emissiereductie (zie onder). Als de CO₂ afkomstig is van biomassa (biogeen) of direct uit de atmosfeer, is er sprake van koolstofverwijdering, omdat er netto CO₂ uit de atmosfeer wordt verwijderd en opgeslagen.

Activiteiten die slechts **emissiereductie** bewerkstelligen of **emissies vermijden** vallen niet onder koolstofverwijdering. **In het geval van** koolstofverwijdering gaat het om een fysieke onttrekking van CO₂ aan de atmosfeer, terwijl bij emissiereductie (c.q. vermeden emissies) alleen minder CO₂ naar de atmosfeer wordt uitgestoten ten opzichte van een referentiesituatie.

Circulaire economie is een model van productie en consumptie, gericht op het langer in de productieketen houden van grondstoffen (door hergebruik, recycling, etc.) en daarmee het beperken van afval tot een minimum. Koolstofverwijdering kan een onderdeel zijn van een circulaire economie. Zo kan onttrokken koolstof uit de atmosfeer toegepast worden in recycling-processen of in biogeen materiaal waarbij koolstof langdurig wordt vastgelegd (zoals bijvoorbeeld bij houtbouw het geval kan zijn). Het begrip circulaire economie is echter breder dan koolstofverwijdering. Andersom is permanente koolstofverwijdering niet circulair, omdat de koolstof permanent wordt opgeslagen en dus niet meer ergens anders voor gebruikt kan worden.

Hoewel er wel kwaliteitsstandaarden zijn waar certificeringsschema's in meer of mindere mate bij zijn aangesloten, bestaan er zorgen over de kwaliteit van de certificaten en daarmee over in hoeverre de schema's permanente koolstofverwijdering (kunnen) faciliteren. Dit komt onder meer doordat de markt voornamelijk bestaat uit certificaten voor tijdelijke verwijdering, omdat tijdelijke koolstofverwijdering over het algemeen goedkoper te realiseren is dan permanente.

Hoewel er nog geen koolstofmarkt bestaat die onder wettelijk toezicht valt, zijn er op EU-niveau wel ontwikkelingen die hier naartoe kunnen leiden. Hieronder wordt daar verder op ingegaan.

2.4 Beleidsoverzicht

Beleidsmatig staat koolstofverwijdering nog veel meer in de beginfase dan emissiereductie, maar is het wel op zowel Europees als nationaal niveau in ontwikkeling. In dit hoofdstuk bespreken we de huidige beleidscontext, achtereenvolgens in Nederland en in de EU.

2.4.1 Nederlandse context

De Wetenschappelijke Klimaatraad (WKR) heeft in 2024 een advies uitgebracht over uitgangspunten en beleid rond koolstofverwijdering (WKR, 2024b). Het advies wordt in Tekstkader 2 samengevat.

Tekstkader 2 - Adviesrapport 'De lucht klaren?'

De Wetenschappelijke Klimaatraad (WKR) heeft in 2024 een advies uitgebracht over uitgangspunten en beleid rond koolstofverwijdering. In het rapport wordt besproken welke methoden voor koolstofverwijdering er zijn, welke eigenschappen zij hebben (inclusief potentie in Nederland) en welke aandachtspunten er zijn in verband met het duurzaam potentieel. Daarnaast adviseert de WKR op een aantal uitgangspunten voor, de noodzaak van en de vormgeving van beleid.

De voornaamste aanbevelingen zijn:

- Zet maximaal in op het beperken van de uitstoot en zet verwijdering vooral in voor het beperken en terugdringen van een temperatuuroverschrijding.
- Voer als Nederlandse overheid, in samenhang met Europees beleid, CO₂-verwijderingsbeleid.
- Stel limieten in op Europees, nationaal en sectoraal niveau voor de inzet van CO₂-verwijdering voor de compensatie van restemissies.
- Compenseer fossiele broeikasgasuitstoot en de uitstoot van broeikasgassen met een lange verblijftijd in de atmosfeer alleen met permanente CO₂-verwijdering.
- Richt het Nederlandse CO₂-verwijderingsbeleid op permanente methoden.
- Stimuleer tijdelijke CO₂-verwijdering in Nederland, maar alleen als onderdeel van ander beleid.
- Start een door de Nederlandse overheid geleid inkoopprogramma voor permanente CO₂-verwijdering, om vóór 2035 ervaring op te doen met diverse methoden van CO₂-verwijdering in Nederland.
- Neem het initiatief om met andere lidstaten Europese beleidsinstrumenten voor het creëren van een vraag naar CO₂-verwijdering te onderzoeken, en hun invoering te stimuleren.
- Houd CO₂-verwijdering zo lang mogelijk uit het ETS, om zo de prikkel voor emissiereductie zo lang mogelijk te behouden. Als CO₂-verwijdering onderdeel van het ETS wordt, laat de overheid de enige partij zijn die CO₂-verwijderingscertificaten op de markt kan brengen.

Zorg ervoor dat uitstoters vanaf nu bijdragen aan de toekomstige kosten van het beperken en terugdringen van de temperatuuroverschrijding, door hiervoor manieren te ontwerpen en in te voeren.

De WKR heeft naast het hoofdrapport een achtergrondrapport geschreven met een advies over het verantwoord inzetten van tijdelijke koolstofverwijdering. Hierin wordt gesteld dat alleen uitstoot die uit de korte koolstofcyclus komt met tijdelijke koolstofverwijdering mag worden gecompenseerd. In praktijk gaat dit om compensatie van biogene CO₂- of methaanuitstoot, met een paar uitzonderingen (WKR, 2025).

Het Nederlandse kabinet heeft in maart 2025 (parallel aan het uitbrengen van het Klimaatplan 2025-2035) de Routekaart Koolstofverwijdering⁴ gepubliceerd (Ministerie van KGG, 2025b). Het advies van de Wetenschappelijke Klimaatraad heeft gediend als input voor de Routekaart en de Routekaart vormt de kabinetsreactie op dit advies. De Routekaart geeft een beeld van de noodzaak, vraag naar en het aanbod van koolstofverwijdering en biedt randvoorwaarden en uitgangspunten voor de integratie van koolstofverwijdering in klimaatbeleid. In de Routekaart wordt geen volumedoelstelling voor koolstofverwijdering gepresenteerd. Wel wordt er een indicatieve jaarlijkse bijdrage van 20 tot 25 Megaton CO₂-verwijdering in Nederland in de periode 2040-2050 genoemd, maar hiervoor wordt geen vertaling gemaakt naar provinciaal of gemeentelijk niveau. De inhoud van de Routekaart wordt in Tekstkader 3 samengevat.

Tekstkader 3 - Routekaart Koolstofverwijdering

Het kabinet heeft vijf uitgangspunten geformuleerd voor beleid:

1. Het reduceren van broeikasgasemissies blijft voorop staan.
2. Langlevende broeikasgassen, zoals CO₂, worden zoveel mogelijk gecompenseerd met permanente koolstofverwijdering; kortlevende broeikasgassen, zoals methaan, kunnen met zowel permanente als tijdelijke koolstofverwijdering worden gecompenseerd.
3. Alleen koolstofverwijdering met een robuuste methodologie en boekhouding wordt benut, waarbij de inzet is CO₂-opslagcapaciteit zo hoogwaardig mogelijk te gebruiken.
4. Koolstofverwijderingsbeleid sluit zoveel mogelijk aan bij andere beleidsdoelen.
5. Het beleid rond koolstofverwijdering wordt zoveel mogelijk Europees en mondiaal uitgerold. Nederland rolt alleen eerder beleid uit waar wenselijk, zoals bij het stimuleren van innovatie door onze bedrijven als onderdeel van groene groei.

⁴ Na de val van het kabinet in juni 2025 is de Routekaart Koolstofverwijdering door de Tweede Kamer controversieel verklaard.

Daarnaast onderscheidt het kabinet drie in elkaar overlopende fases voor wat betreft de ontwikkeling van een koolstofmarkt en de rol van de overheid daarin:

- Tot circa 2030: de opstartfase met nadruk op innovatie en het ontwikkelen van regelgeving.
- Vanaf circa 2030: de opschalingsfase met nadruk op opschaling middels een koolstofmarkt.
- Vanaf circa 2040: de internationaliseringsfase met nadruk op een volwassen koolstofmarkt die steeds mondialer wordt en zich voorbereidt op netto negatieve emissies.

Het kabinet houdt in het Klimaatplan 2025-2035 rekening met een indicatieve jaarlijkse bijdrage van 20 tot 25 megaton koolstofverwijdering per jaar in Nederland tussen 2040 en 2050. Het kabinet wil zich internationaal inzetten voor een gedegen emissieboekhouding rond koolstofverwijdering, wil zich inzetten voor koolstofbeleid en creatie van een koolstofmarkt op Europees niveau en zet ten slotte in op het op orde krijgen van randvoorwaarden en het realiseren van een nationaal stimuleringsprogramma voor innovatie en vroege opschaling van de koolstofmarkt in Nederland, dat zoveel mogelijk gebruikmaakt van de bestaande nationale (en Europese) innovatie-instrumenten.

2.4.2 Europese context

Op EU-niveau wordt een kader ontwikkeld voor certificering: in 2024 is de *Carbon Removals and Carbon Farming* (CRCF) Regulation van kracht geworden, die hieronder besproken wordt. Andere relevante ontwikkelingen op EU-niveau zijn:

- De Europese Commissie heeft in 2024 een aanbeveling gedaan voor een EU-breed emissiereductiedoel van 90% voor 2040 ten opzichte van 1990. Een wetsvoorstel hiervoor is op 2 juli 2025 gepubliceerd (European Commission, 2025). Er wordt in de aanbeveling een indicatie gegeven van de benodigde hoeveelheid koolstofverwijdering in dat jaar, namelijk tot 400 Mton (EC, 2024). In het wetsvoorstel is echter geen aparte doelstelling voor koolstofverwijdering opgenomen.
- De Europese Commissie zal in 2026 een voorstel doen voor de opname van koolstofverwijdering binnen het EU Emission Trading System (ETS), en over hoe binnen dit systeem verantwoording voor permanente koolstofverwijdering afgelegd kan worden zonder dat de noodzakelijke voortgang in emissiereductie in gevaar gebracht wordt (EU, 2023). Omdat het aantal nieuw beschikbare ETS-rechten per jaar in 2040 naar nul gaat, zou het mogen inzetten van koolstofverwijdering binnen het ETS de industrie de ruimte geven om in 2040 nog restemissies te hebben. Ook zou dit een verplichte markt (*compliance market*) voor koolstofverwijdering creëren, waardoor de vraag naar hoge kwaliteit koolstofverwijderingskredieten waarschijnlijk zou stijgen. Het is nog niet zeker hoe de

Commissie koolstofverwijdering in het ETS wil opnemen, maar waarschijnlijk zullen alleen de permanente methoden DACCS en BECCS hiervoor kwalificeren (zie Paragraaf 3.4). Om te voorkomen dat bedrijven minder gaan inzetten op emissiereductie, komt er waarschijnlijk een bepaalde 'wisselkoers' tussen ETS- en koolstofverwijderingsrechten, waarbij er meerdere tonnen CO₂ moeten worden verwijderd om 1 ETS-recht te verdienen.

- Hoewel niet specifiek gericht op koolstofverwijdering, wordt in de Net Zero Industry Act (NZIA) een doelstelling vastgesteld voor CO₂-opslagcapaciteit van jaarlijks 50 miljoen ton vanaf 2030. De Commissie heeft hiervoor tevens specifieke doelen op bedrijfsniveau gepubliceerd. Carbon Capture and Storage (CCS) kan gebruikt worden voor fossiele CO₂ (om emissiereductie bij de industrie te realiseren), maar is ook van groot belang voor permanente koolstofverwijderingsmethoden.
- De Europese Commissie is ook bezig met een aankoopprogramma voor koolstofverwijderingskredieten, om daarmee de vraag naar deze kredieten te stimuleren en daarmee de markt op gang te brengen. Een rapport hierover, waar CE Delft aan meegewerkt heeft, komt binnenkort uit.

EU Carbon Removals and Carbon Farming (CRCF) Regulation

Eind 2024 is in de EU een kader voor certificering van koolstofverwijdering van kracht geworden: de *Carbon Removals and Carbon Farming (CRCF) Regulation* (EU, 2024). De verordening biedt een vrijwillig kader bedoeld om hoogwaardige koolstofverwijderingsactiviteiten en activiteiten ter vermindering van bodememissies in de EU te faciliteren en aan te moedigen. In de verordening worden de volgende activiteiten onderscheiden:

- **Permanente koolstofverwijdering** waarbij atmosferische of biogene koolstof gedurende meerdere eeuwen (minimaal 200 jaar) wordt vastgelegd en opgeslagen. Hieronder vallen bijvoorbeeld BECCS en DACCS.
- **Koolstofopslagactiviteiten waarbij koolstof wordt vastgelegd en opgeslagen in langlevende producten gedurende minstens 35 jaar** (zoals houtgebaseerde bouwproducten).
- **Carbon farming-activiteiten** die de koolstofvastlegging en -opslag in bossen en bodems versterken, of die de uitstoot van broeikasgassen uit bodems verminderen, uitgevoerd over een periode van minstens vijf jaar (bijvoorbeeld herbebossing, herstel van veengebieden of wetlands of verbeterd gebruik van meststoffen).

De tweede en derde categorieën in bovenstaande zijn beide vormen van tijdelijke koolstofverwijdering, maar met een verschillende tijdshorizon.

In de verordening zijn vier criteria vastgesteld die voorwaardelijk zijn voor het ontvangen van certificering (samengevat in het acronym QU.A.L.ITY):

- **Kwantificering (QU):** projecten moeten een gekwantificeerd netto voordeel voor het klimaat opleveren. De hoeveelheid koolstofverwijdering (of reductie van bodememissies) moet gedurende de hele periode verder gaan dan een bepaalde baseline en moet groter zijn dan de broeikasgasuitstoot gepaard met de implementatie van de activiteit.
- **Additionaliteit (A):** projecten moeten additioneel zijn, dat wil zeggen dat de ondernomen activiteiten niet al door bestaande wetgeving van hen vereist worden. Daarnaast moet de activiteit financieel haalbaar worden dankzij het stimulerings-effect van de certificering.
- **Langdurige opslag (L):** projecten moeten gericht zijn op langdurige opslag, daarvoor dienen uitvoerders te monitoren gedurende een zogenaamde monitoringsperiode, tijdens welke zij ook aansprakelijk zijn. De precieze regels zijn afhankelijk van het type activiteit (zie hierboven).
- **Duurzaamheid (ITY):** projecten moeten voldoen aan minimale duurzaamheids-eisen, die waar passend zullen voortbouwen op de 'Do No Significant Harm' (DNSH) toetsingscriteria zoals vastgesteld in de Taxonomieverordening.

Het CRCF-kader heeft op zichzelf geen verplichtend karakter, maar de verwachting is dat bestaande certificeringsschema's (in de vrijwillige koolstofmarkt) zich aan de regels van het CRCF zullen gaan houden en dat het CRCF een belangrijke rol gaat spelen in de Europese en mogelijk ook de mondiale markt voor koolstofverwijderingskredieten.

Naar verwachting worden in 2026 de methodologieën voor de verschillende typen activiteiten aangenomen. Dit gebeurt via aanvullende wetgeving onder de CRCF-verordening, die op dit moment in ontwikkeling is.⁵ In deze methodologieën komen de precieze regels voor certificering te staan voor de afzonderlijke koolstofverwijderingsactiviteiten. Een belangrijk onderdeel hiervan is de berekening om de netto negatieve emissies van een koolstofverwijderingsproject te bepalen: emissies voor bijvoorbeeld het materiaal- en energiegebruik van de koolstofverwijdering moeten verrekend worden met de bruto CO₂-verwijdering. Als de methodologieën gereed zijn zullen waarschijnlijk snel de eerste projecten onder het CRCF gecertificeerd worden. In 2028 komt de Europese Commissie met een Uniebrede registratie voor koolstofverwijdering (EU, 2024).

⁵ Namelijk via zogenoemde Gedelegeerde Handelingen (Delegated Acts), die de Commissie in staat stellen om de details van bestaande Europese wetgeving nader in te vullen.

3 Koolstofverwijderingsmethoden voor provincies

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk behandelen we de verschillende methoden voor koolstofverwijdering in de context van provinciaal beleid. Daartoe geven we eerst een overzicht van de bestaande koolstofverwijderingsmethoden, waarbij we aangeven wat de belangrijkste randvoorwaarden zijn om deze methoden goed toe te kunnen passen. We doen dat eerst voor de tijdelijke en vervolgens voor de permanente methoden. Vervolgens bekijken we de relevante kenmerken van de vier provincies (Zuid-Holland, Noord-Holland, Utrecht en Gelderland) en komen we per provincie tot de conclusie welke koolstofverwijderingsmethoden het meest kansrijk zijn.

3.2 Overzicht koolstofverwijderingsmethoden

In deze studie sluiten we ons aan bij de classificatie die de Routekaart Koolstofverwijdering en het WKR-rapport '*De lucht klaren?*' hanteren (Ministerie van KGG, 2025b; WKR, 2024b). Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen tijdelijke en permanente koolstofverwijderingsmethoden om zo duidelijk het verschil te maken tussen koolstofverwijdering van enkele decennia en koolstofverwijdering van honderden jaren.⁶ De belangrijkste koolstofverwijderingsmethoden die worden behandeld in deze studie staan in Tabel 1.

⁶ Zoals ook genoemd in het vorige hoofdstuk geldt volgens de Carbon Removal and Carbon Farming (CRCF) verordening van de Europese Commissie een minimale opslagduur van 5 jaar voor koolstoflandbouw, 35 jaar voor koolstofopslag in materialen en producten en minstens 200 jaar voor permanente opslag. In lijn hiermee wordt ook wel eens een driedeling gemaakt in tijdelijke, langdurige en permanente opslag, waarbij bijvoorbeeld Biochar dan in de categorie langdurig valt. Het essentiële punt is dat alleen permanente koolstofverwijdering gebruikt kan worden om fossiele restemissies te compenseren.

Tabel 1– Overzicht van belangrijkste CO₂-verwijderingsmethoden in Nederland

Methodes	Opslagduur	Korte beschrijving	Randvoorwaarden
Aanplanten en herstellen van bossen	Tijdelijk	CO ₂ -opslag in biomassa zoals bomen.	Voldoende ruimte/oppervlak, behoud van bos.
Koolstofopslag in de bodem	Tijdelijk	CO ₂ -vastlegging via organische stof in landbouw- en veengrond.	Geschikte bodems, aangepast bodembeheer, aanwezigheid van veenweiden.
Biochar	Tijdelijk*	Koolstofrijk materiaal uit pyrolyse van biomassa.	Beschikbaarheid duurzame biomassa, bodemtype, stabiliteit van de biochar.
Blue carbon	Tijdelijk	CO ₂ -opslag in mariene ecosystemen zoals kwelders, zeegrasvelden en algen.	Kustligging, geschikte groeiomstandigheden, behoud/ontwikkeling mariene ecosystemen.
Koolstofopslag in materialen en producten	Tijdelijk**	CO ₂ -vastlegging in biobased bouwmaterialen en producten (hout, bioplastics, etc.).	Voldoende biomassa, vezelgewassen, afzetmogelijkheden eindproduct.
BioCCS/BECCS	Permanent	CO ₂ -afvang bij bioraffinage en opslag ondergronds.	Aanwezigheid CCS-infrastructuur, voldoende biomassa beschikbaarheid.
DACSS	Permanent	Directe afvang van CO ₂ uit lucht en opslag ondergronds.	Hoog elektriciteits- en waterverbruik, beschikbaarheid hernieuwbare energie, to aanwezigheid CCS-infrastructuur.
DOCCS	Permanent	CO ₂ uit zeewater halen en opslaan (elektrochemisch proces).	Kustligging, beschikbaarheid hernieuwbare energie, toegang tot CCS-infrastructuur.
Mineralisatie	Permanent	Reactie CO ₂ met alkalische gesteenten (zoals olivijn) tot vaste carbonaatmineralen.	Beschikbaarheid vulkanisch gesteente, ruimte, landelijke aanpak, zuiverheid, emissies bij mijnen.

* De opslagduur is voorwaardelijk: Volgens het voorstel voor het EU Carbons and Carbon Farming Removal Certification (CRCF) Regulation kan biochar als permanente koolstofverwijdering gelden als de koolstof meer dan 100 jaar stabiel blijft. Dit moet worden onderbouwd met wetenschappelijke gegevens zoals de H/C-verhouding (waterstof-tot-koolstofverhouding) en de toepassing in de bodem.

** Koolstofopslag in producten hangt af van de levensduur en verwerking na gebruik (bijvoorbeeld verbranding, recycling, etc.).

3.3 Tijdelijke methoden

Tijdelijke koolstofverwijdering omvat methoden waarbij CO₂ voor een beperkte periode wordt vastgelegd, bijvoorbeeld in biomassa, bodems, materialen en producten. Daarbij bestaat het risico dat de opgeslagen CO₂ op een later moment weer vrijkomt. Tijdelijke koolstofverwijdering biedt daarom onvoldoende zekerheid om fossiele restemissies te compenseren voor het behalen van klimaatneutraliteit.⁷ Wel hebben tijdelijke koolstofverwijderingsmethoden vaak positieve neveneffecten, bijvoorbeeld op het terrein van verbeterd waterbeheer, een sterkere biodiversiteit of lichter en goedkoper bouwen met houtbouw.

3.3.1 Aanplanten en herstellen van bossen

Het herstellen en aanplanten van bossen is een voorbeeld van tijdelijke CO₂-verwijdering, omdat bomen CO₂ uit de lucht opnemen en opslaan in hun hout, bladeren en wortels. De koolstof blijft daarbij tijdelijk vastgelegd en komt pas vrij wanneer de bomen of bossen sterven of het organisch materiaal vergaat. De opslag is daarom tijdelijk, zolang de bossen behouden blijven. Volgens het WKR is het herstel en het aanplant van bossen wereldwijd verantwoordelijk voor het grootste deel van de door mensen gerealiseerde CO₂-verwijdering, jaarlijks zo'n 3 gigaton CO₂ (WKR, 2024b). Belangrijke randvoorwaarden bij het aanplanten en herstellen van bossen zijn bijvoorbeeld het beschikbare oppervlak en ruimte.

3.3.2 Koolstofopslag in de bodem

Koolstofopslag in de bodem is een andere methode voor tijdelijke koolstofverwijdering. Daarbij gaat het vooral om het gehalte organische stof in de bodem dat wordt gerealiseerd met aangepast bodembeheer zoals landbouwbodembeheer of beheer van veenweiden. Het actief opslaan van biomassa onder de grond (zoals in het geval van het Underground Forest in Zuid-Holland) valt in deze indeling ook onder koolstofopslag in de bodem.

In landbouwbodems vindt koolstofverwijdering voornamelijk plaats door organisch materiaal zoals plantenresten, dierlijke mest en humus. Planten nemen CO₂ op tijdens de groei. Een deel hiervan wordt opgeslagen in wortels die in de bodem blijven nadat ze vergaan. Micro-organismen zoals wormen, bacteriën en schimmels breken plantenresten (maar ook dierenrestanten) af tot een soort humus die dan in de bodem blijft liggen.

Daarnaast spelen veenweiden een belangrijke rol in tijdelijke koolstofvastlegging. Veengebieden worden voornamelijk in natte, zuurstofarme gebieden gevormd waar plantenresten zich opstapelen en nauwelijks vergaan doordat ze afgesloten zijn van de

⁷ Het gaat hier dus niet om de intentie van een project, maar om de principiële onzekerheid dat niet gegarandeerd kan worden dat bijvoorbeeld een aangeplant bos niet door een volgende generatie toch gekapt wordt.

buitenlucht. (Trikt & Ahrens, 1997). Veenbodems kunnen daardoor voor langere tijd koolstof vastleggen via een natuurlijk proces. Belangrijke randvoorwaarden zijn daar bijvoorbeeld de een stabiel en voldoende hoog grondwaterpeil om het risico op oxidatie door drooglegging te vermijden (Jia, 2019). Momenteel wordt het realistisch potentieel ingeschat tussen 0,5-0,9 Mton CO₂/jaar in Nederland (CE Delft, 2023; WKR, 2024b).

3.3.3 Biochar

Biochar is een koolstofrijk product dat wordt gemaakt door organisch materiaal zoals houtresten en landbouwafval te verhitten. Dat gebeurt voornamelijk in de afwezigheid van zuurstof, ook wel pyrolyse. Afhankelijk van de gebruikte grondstoffen en productiemethode variëren eigenschappen zoals biochar porositeit, pH-waarde, waterhoudend vermogen, elementverhoudingen (H/C en O/C) en asgehalte, die samen de stabiliteit, adsorptiecapaciteit en effectiviteit in bodemverbetering en koolstofopslag bepalen.

Naast koolstofvastlegging biedt biochar ook toegevoegde waarde door te combineren met andere toepassingen, bijvoorbeeld door laagwaardige reststromen als grondstof te benutten. Biochar als bodemverbeteraar wordt vaak genoemd waar het effectief in tropische gebieden wordt toegepast, waar bodems doorgaans arm zijn aan organische stof en gevoelig voor uitspoeling van voedingsstoffen. In dergelijke regio's draagt biochar bij aan een verbeterde bodemvruchtbaarheid, waterretentie en beschikbaarheid van voedingsstoffen. In Nederland, waar bodems vaak al een hoog gehalte aan organische stof bevatten, is dat effect relatief beperkt. Desondanks kan biochar in specifieke gronden zoals zandgronden de water- en voedingsstoffenhuishouding verbeteren en bijdragen aan (langdurige) koolstofopslag.

Daarnaast zijn er ook potentiële toepassingen in andere sectoren zoals in de bouwsector (vervanging van materialen met een hoge CO₂-intensiteit), in het verwijderen van bodemverontreiniging en als katalysator voor bepaalde processen in de industrie.

De mate van permanentie van koolstofvastlegging is afhankelijk van: het koolstofgehalte in biochar, de hoeveelheid stabiele koolstof in de biochar, en de stabiliteit van biochar onder verschillende omstandigheden en tijdsperiodes (Lehmann et al., 2021).

De permanentie van biochar onder deze wisselende omstandigheden wordt momenteel uitvoerig onderzocht.

Het bovenstaande vormt daarmee meteen belangrijke randvoorwaarden voor biochar als methode om koolstof vast te leggen. Daarbij komt dat ook voldoende beschikbaarheid van duurzame biomassa belangrijk is.

3.3.4 Blue carbon

Blauwe koolstof (of blue carbon) is een methode waarbij koolstof wordt vastgelegd in mariene ecosystemen zoals kwelders⁸, kustgebieden, zeegrasvelden en mangroven. Nederlandse kwelders slaan al ongeveer 60 kton CO₂ op per jaar (Hoefsloot et al., 2020). Het Nederlands potentieel ligt op ongeveer 500 kton CO₂ per jaar (WKR, 2024b). In dergelijke gebieden nemen (water)planten CO₂ op uit de lucht tijdens de groei en wordt deze opgeslagen in de zuurstofarme bodem wanneer ze afsterven. Ook algen kunnen bijdragen aan blauwe koolstofverwijdering wanneer zij na afsterven afzinken en onderin de zeebodem begraven raken, waardoor de opgeslagen koolstof langdurig kan worden vastgelegd.

De mate van permanentie is moeilijk te kwantificeren en is sterk afhankelijk met de ontwikkelingen van mariene ecosystemen. Bij het droogvallen van kwelders of kustgebieden kan de vastgelegde koolstof namelijk weer vrijkomen, doordat het afbraakproces van planten velen malen sneller verloopt bij aanwezigheid van zuurstof. Ook bij algen is de opslagduur onzeker en hangt die sterk af van de omstandigheden waarin ze groeien en van wat er met de biomassa gebeurt na opname, zoals verbranding, consumptie of opslag in zuurstofarme zeebodems.

Belangrijke randvoorwaarden voor 'blauwe' koolstofverwijdering zijn dan ook bijvoorbeeld de ligging aan de kust en de aanwezigheid van geschikte groeiomstandigheden waarin mariene biomassa kan gedijen.

3.3.5 Koolstofvastlegging in materialen en producten

Koolstofvastlegging vindt ook plaats in materialen en producten. Hout dat wordt gebruikt als bouw materiaal is daar een praktisch voorbeeld van. Bomen nemen tijdens hun groei CO₂ op uit de lucht. Het hout dat vervolgens wordt gebruikt in de bouw bevat dan nog steeds deze vastgelegde CO₂. De methode valt onder tijdelijke vastlegging omdat de gefabriceerde producten kunnen vergaan of worden verbrand, waardoor de vastgelegde CO₂ weer vrij komt.

Er worden ook steeds meer biobased producten vervaardigd. De gebruikte grondstoffen zijn dan niet meer van fossiele oorsprong, zoals aardolie, maar juist van planten. Zo worden biobased kunststoffen (of green chemicals) zoals bio-PE (bio-polyethyleen) gemaakt uit suikerriet of mais waarvan dan verpakkingsmateriaal wordt vervaardigd. De koolstofbron zit dan in (vezelrijke) planten. Daarnaast gebruikt de chemische industrie biograndstoffen voor de productie van brandstoffen zoals bio-ethanol, bio-diesel en bio-kerosine. CO₂ die door plantaardig materiaal is opgenomen wordt vervolgens verbrand waardoor er geen additionele CO₂ wordt uitgestoten los van de

⁸ Kwelders zijn begroeide stukken land aan zee, die met regelmaat overstromen als gevolg van de getijdenwerking. Daarnaast spelen ze een belangrijke rol als kustverdediging en kunnen ze functioneren als koolstofreservoir (Hoefsloot et al., 2020).

koolstof die al vastgelegd was. De koolstofvastlegging is echter zeer tijdelijk (kortcyclisch) omdat de biobrandstoffen vrij snel weer worden verbrand.

Belangrijke randvoorwaarden bij koolstofvastlegging in materialen en producten zijn de beschikbaarheid van voldoende vezelgewassen (c.q. biomassa) voor de vervaardiging van consumentenproducten en voldoende afzetmogelijkheden voor de geproduceerde eindproducten.

3.4 Permanente methoden

Permanente koolstofverwijdering betekent dat CO₂ voor een extreem lange tijd – eeuwen tot millennia – wordt opgeslagen, zodat het niet meer terug de atmosfeer in kan. Dit gebeurt bijvoorbeeld diep onder de grond in gesteentelagen of door CO₂ om te zetten in vaste materialen. Permanente koolstofverwijdering kan gebruikt worden om eventuele fossiele restemissies te compenseren, om zo klimaatneutraliteit te bereiken.

Daarentegen hebben permanente koolstofverwijderingsmethoden vaak weinig of geen positieve neveneffecten op andere terreinen, en is er juist veel energie voor nodig. Ook zijn de methoden voor permanente koolstofverwijdering technologisch gezien nog minder ontwikkeld en kunnen ze daarom minder snel toegepast worden dan tijdelijke koolstofverwijdering.

3.4.1 BioCCS

BioCCS is een verzamelterm voor verschillende methoden die het opslaan van biogene CO₂ als doel hebben. Afhankelijk van de gebruikte methode wordt biomassa omgezet in warmte, elektriciteit of in sectoren zoals de chemie, waar het gebruikt wordt als bio-grondstof in de bioraffinage, waarbij CO₂ vrijkomt en opgeslagen kan worden.

BECCS (Bio-energie met Carbon Capture and Storage) is een technologie waarbij CO₂ die vrijkomt bij de verbranding van biomassa, wordt afgevangen en opgeslagen om te voorkomen dat het in de atmosfeer terechtkomt. In dit proces wordt biomassa, zoals hout of landbouwafval, verbrand om energie te produceren, wat bijvoorbeeld gebeurt in een biomassacentrale of afvalverbrandingsinstallatie (AVI). De CO₂ die vrijkomt tijdens de verbranding wordt afgevangen en vervolgens opgeslagen in onder de grond, zodat het niet bijdraagt aan de opwarming van de aarde. BECCS biedt daarmee de mogelijkheid om koolstof die door de biomassa tijdens de groei is opgenomen op te slaan.

3.4.2 DACCS

Directe afvang en opslag van CO₂ uit de lucht, ook wel 'Direct Air Capture and Carbon Storage' (DACCS) is een verzamelnaam voor technologieën die CO₂ direct uit de buitenlucht halen. Dit gebeurt meestal met grote ventilatoren die lucht aanzuigen en door een vloeistof, een vaste stof of een membraan leiden. De CO₂ uit de buitenlucht wordt geabsorbeerd, terwijl de rest van de lucht erdoorheen stroomt. De CO₂ wordt daarna

weer uit het materiaal gehaald en gezuiverd. De zuivere CO₂ kan dan vervolgens worden opgeslagen in bijvoorbeeld lege gasvelden diep onder de grond (WKR, 2024a). Twee Nederlandse bedrijven die actief zijn op het gebied van DAC-technologie worden hieronder beschreven.

Carbyon en Skytree ontwikkelen modulaire DAC-technologie

Carbyon in Eindhoven ontwikkelt momenteel een modulaire Direct Air Capture technologie die CO₂ uit buitenlucht verwijdert met behulp van speciaal ontwikkelde sorbent-cartridges. Deze cartridges binden CO₂ wanneer lucht erlangs stroomt. Door het zogeheten *fast swing* principe, waarbij adsorptie en desorptie elkaar in zeer korte tijd (circa 100 seconden) afwisselen, kan de CO₂ snel en energie-efficiënt worden vrijgemaakt door milde verwarming (rond 150 °C). De vrijgekomen CO₂ wordt opgevangen voor opslag of hergebruik. Door het snelle cyclische proces en de modulaire opbouw is het systeem schaalbaar en compact. Hiermee streeft Carbyon ernaar CO₂-afvang mogelijk te maken voor minder dan \$ 50 per ton CO₂ (Carbyon, 2025).

Het Amsterdamse Skytree ontwikkelt modulaire Direct Air Capture technologie die CO₂ direct uit de lucht filteren voor opslag of hergebruik. De technologie werkt via een cyclisch proces van adsorptie en desorptie, waarbij CO₂ uit lucht wordt gebonden aan een absorptiemateriaal, namelijk een amineoplossing, en vervolgens via verwarming wordt vrijgemaakt als zuiver CO₂-gas (Skytree, 2025).

Belangrijke randvoorwaarden voor koolstofvastlegging via directe afvang uit de lucht zijn het hoge energie- en waterverbruik. Vooral het grote elektriciteitsverbruik vraagt om voldoende beschikbaarheid van hernieuwbare stroom. Daarnaast is het belangrijk dat er een goede infrastructuur bestaat om de afgevangen CO₂ te vervoeren en op te slaan, bijvoorbeeld in lege gas- of olievelden diep onder de grond.

3.4.3 DOCCS

Bij Direct Ocean Carbon Capture and Storage (DOCCS) wordt CO₂ uit zeewater gehaald met behulp van elektriciteit. Zeewater bevat van nature opgelost CO₂ en fungeert daarmee als natuurlijk opslagmedium. DOCCS heeft als doel⁹ atmosferische CO₂ te reduceren en vast te leggen door:

- CO₂ uit het zeewater te verwijderen;
- het water vervolgens terug te voeren naar de zee waar het water vanzelf weer CO₂ uit de lucht kan opnemen;
- opgenomen CO₂ te transporteren naar ondergrondse geologische opslaglocaties.

⁹ Additioneel zijn er ook koppelkansen voor andere afzetmarkten waar CO₂ kan worden gebruikt zoals in bouwmaterialen. In dat geval wordt de CO₂ dus niet opgeslagen maar ergens anders voor gebruikt. Er is dan geen permanente koolstofverwijdering maar mogelijk wel tijdelijke. Dit geldt overigens ook voor Direct Air Capture.

Het proces werkt met elektrochemische technologieën zoals bijvoorbeeld elektrolyse of elektrodialyse die het CO₂-gas uit het water haalt, waarna het kan worden opgeslagen of gebruikt. Elektrolyse focust zich daarbij op het splitsen van zeewater in een basische (hoog pH) en zure stroom (laag pH), vaak met coproductie van waterstof. De zure stroom bevat de CO₂ die moet worden afgevangen. De twee stromen worden daarna weer gezamenlijk teruggeleid naar de zee. Doordat het zeewater daarna weer CO₂ opneemt, ontstaat er een kringloop waarmee continu CO₂ uit de atmosfeer kan worden gehaald. Elektrodialyse gebruikt elektriciteit om opgeloste zouten en ionen in zeewater te scheiden via selectieve membranen. Vergelijkbaar met elektrolyse zorgt dat voor zones met laag- en hoog pH water, waarbij CO₂ vrijkomt uit het laag pH water.

SeaO2 en Brineworks werken aan CO₂-verwijdering uit zeewater

Het Nederlandse bedrijf SeaO2 richt zich op het verwijderen van CO₂ uit zeewater. Daarbij gebruikt het bedrijf elektrodialyse waarbij CO₂ uit het zeewater wordt gehaald met behulp van hernieuwbare energie (SeaO2, 2024). Ook Brineworks is een Nederlands bedrijf dat technologie ontwikkelt om CO₂ en waterstof uit zeewater te halen. Daarbij maken ze gebruik van elektrolyse om zeewater te splitsen in CO₂ en waterstof. De CO₂ kan vervolgens worden opgeslagen terwijl de geproduceerde waterstof kan dienen als energiebron (Brineworks, 2024).

Belangrijke randvoorwaarden voor DOCCS zijn ten eerste een geschikte ligging aan de zee. DOCCS zal een directe toegang tot zeewater nodig hebben. Een ligging vlak bij de zee zal daarmee transportkosten kunnen beperken. Ten tweede verbruiken dergelijke elektrochemische technieken elektriciteit waarvoor toegang tot hernieuwbare energie noodzakelijk is. Ten derde is een CCS-infrastructuur belangrijk om CO₂ te vervoeren naar opslaglocaties zoals lege gas- of olievelden diep onder de grond.

3.4.4 Mineralisatie

Mineralisatie is een geo-chemische koolstofverwijderingsmethode waarbij CO₂ reageert met bepaalde soorten gesteente, zoals olivijn of basalt, waardoor het wordt omgezet in vaste carbonaatmineralen. Deze vaste mineralen blijven langdurig in de bodem opgeslagen. Dit is een natuurlijk proces dat verweering wordt genoemd. Door het gesteente eerst fijn te malen en over een groot gebied te verspreiden, denk bijvoorbeeld aan landbouwgrond, wordt dat proces versneld. Het (realistisch) potentieel voor mineralisatie als koolstofverwijderingsmethode wordt in Nederland geschat op circa 5,4 Mton CO₂/jaar (CE Delft, 2023; WKR, 2024a).

Belangrijke randvoorwaarden voor koolstofvastlegging door mineralisatie zijn de beschikbaarheid van geschikte mineralen. Olivijn en basalt zijn vulkanische gesteenten die carbonaatmineralen kunnen vormen en van nature voorkomen in bergachtige gebieden. Voor toepassingen in Nederland moeten deze materialen daarom worden geïmporteerd. Bovendien is voldoende ruimte nodig om deze fijngemalen gesteenten op grote schaal uit te strooien. Ook de zuiverheid is niet te garanderen. Bij versnelde

verwerking van olivijn komt bijvoorbeeld nikkel vrij wat potentieel gevaarlijk kan zijn als dat wordt opgenomen door gewassen.

Daarnaast vereist versnelde verwerking het mijnen, vervoeren en vermalen van de mineralen, wat energie kost en CO₂-uitstoot veroorzaakt, vooral als deze ketenemissies grotendeels buiten Nederland plaatsvinden. Daarbij geldt verder: hoe fijner het materiaal, hoe hoger het energieverbruik. Daardoor kunnen de totale emissies soms hoger uitvallen dan de hoeveelheid CO₂ die wordt vastgelegd. De effectiviteit van versnelde verwerking hangt dus sterk af van de beschikbaarheid van goedkope, hernieuwbare energie, grondstoffen en zuiverheid (CE Delft, 2023). Vanwege deze onzekerheden ligt het voor de hand om versnelde verwerking van mineralen niet op provinciaal niveau op te pakken, maar eerder landelijk te coördineren. In Paragraaf 3.5 laten we mineralisatie daarom buiten beschouwing.

3.5 Kansrijke methoden per provincie

Welke koolstofverwijderingsmethoden in principe het meest geschikt zijn voor een provincie is afhankelijk van verschillende randvoorwaarden zoals: de geografische ligging, het ruimte- en landgebruik, de bodemsoort en de aanwezigheid van industrie. De randvoorwaarden worden hieronder beschreven en vervolgens per provincie verder toegelicht.

3.5.1 Geografische ligging

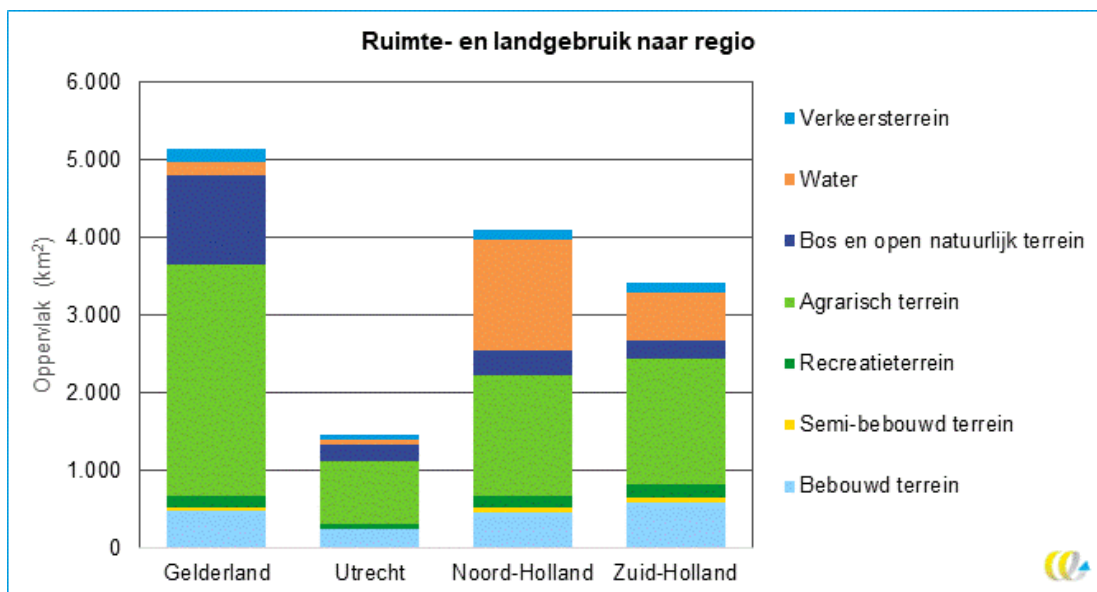
De geografische ligging van een provincie is een belangrijke randvoorwaarde voor koolstofverwijderingsmethoden omdat het bepaalt welke natuurlijke hulpbronnen er beschikbaar zijn om koolstof vast te leggen. In gebieden met veel bossen, moerassen of graslanden kan meer koolstof worden opgeslagen doordat de aanwezige biomassa het vermogen heeft om koolstof op te nemen. Daarnaast kunnen provincies die bijvoorbeeld dicht bij de zee liggen, gunstigere mogelijkheden bieden voor koolstofverwijderingsmethoden die koolstof met name in lege gasvelden onder de zeebodem opslaan.

3.5.2 Ruimte- en landgebruik

Hoe de ruimte in een provincie wordt gebruikt, bepaalt welke methoden voor koolstofvastlegging goed kunnen werken. In drukke, stedelijke en dichtbevolkte gebieden is minder plek voor de aanleg van bossen. Wel bieden zulke gebieden kansen voor onderzoek en ontwikkeling van pilotprojecten op het gebied van koolstofverwijdering. Op het platteland is er meer ruimte beschikbaar waardoor methoden voor landbouw en natuurherstel beter geschikt kunnen zijn.

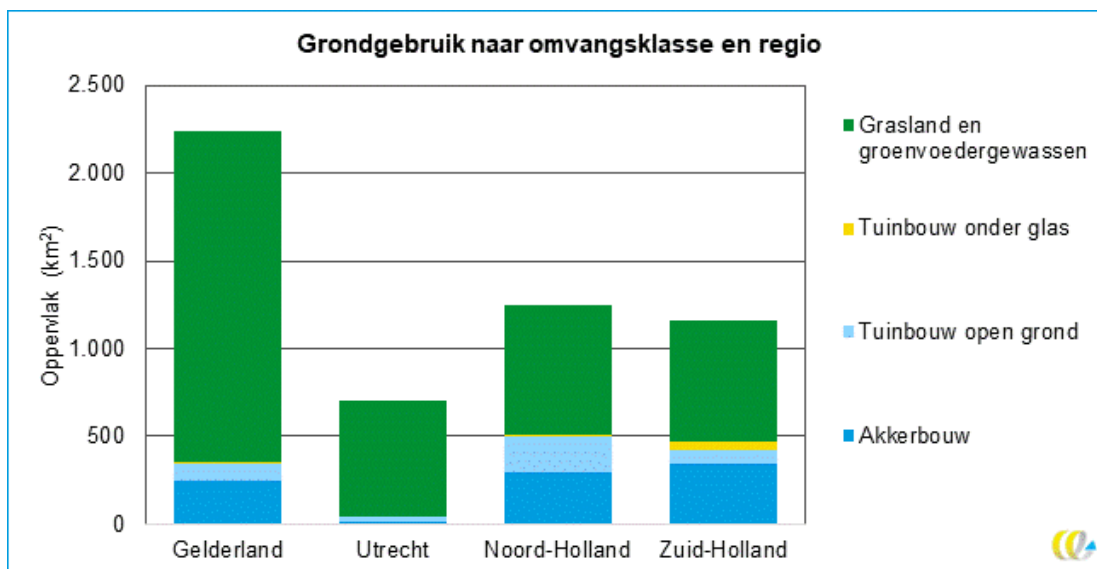
Figuur 1 illustreert hoe het ruimte- en landgebruik zijn ingedeeld voor de vier provincies waar we in deze studie naar kijken.

Figuur 1 – Ruimte- en landgebruik voor de vier provincies in deze studie



Uit 0 is af te lezen dat de agrarische gebieden het gros van het provinciaal oppervlak beslaan. Het agrarisch terrein kan verder worden onderverdeeld naar subcategorieën, zie 0. Daarin wordt het gebied ingedeeld naar grondgebruik: akkerbouw, (glas)tuinbouw, grasland en voedergewassen (CBS, 2021).

Figuur 2 – Grondgebruik voor de vier provincies in deze studie



Bron: (CBS, 2021).

3.5.3 Bodemsoort

De verschillende bodemsoorten in een provincie bepalen welke methoden het beste kunnen worden toegepast om koolstof vast te leggen. In veen- en zandgronden kan bodemherstel of bijvoorbeeld het gebruik van biochar gunstig zijn voor koolstofvastlegging doordat het de waterretentie verbetert en bodemnutriënten goed kan vasthouden.

3.5.4 Aanwezigheid van industrie

De aanwezigheid van industrie in een provincie vormt een belangrijke bron van CO₂-uitstoot, en biedt tegelijkertijd ook mogelijkheden voor koolstofverwijdering. Hoewel de industrie vaak fossiele CO₂-uitstoot, ligt de meerwaarde voor koolstofverwijdering vooral in de aanwezigheid van potentiële bestaande CCS-infrastructuur.

Koolstofverwijderingsmethoden zoals bioCCS en DACCS kunnen die infrastructuur vervolgens goed benutten. Afvalverbrandingsinstallaties (AVI's) kunnen bijvoorbeeld worden aangepast om CO₂ af te vangen en op te slaan. In minder sterk geïndustrialiseerde gebieden verschuift de focus eerder naar natuurlijke methoden zoals het herstellen of aanplanten van bossen of bodemverbetering.

Tabel 2 geeft per randvoorwaarde aan hoe een provincie 'scoort'. Daarmee kan worden bepaald welk van de behandelde koolstofverwijderingsmethoden in principe het meest gunstig kunnen zijn voor de provincie, zonder dat andere methoden daarmee worden uitgesloten of als minder waardevol worden beschouwd. Het is belangrijk te benadrukken dat veel koolstofverwijderingsmethoden nog in ontwikkeling zijn en daardoor mogelijk nog niet direct inzetbaar zijn.

Tabel 2 – Toetsing randvoorwaarden naar provincie

Randvoorwaarden	Zuid-Holland	Noord-Holland	Utrecht	Gelderland
Ligging aan de kust	Provincie aan de Noordzeekust.	Provincie aan de noordwestkust.	Geen kustprovincie.	Geen kustprovincie.
Ruimte- en land(gebruik)	Sterk verstedelijkt, veel infrastructuur, industrie, glas-tuinbouw, weinig 'open' gebieden.	Combinatie van sterk stedelijke gebieden en landelijke gebieden met landbouw.	Relatief klein, maar wel sterk dichtbevolkt, weinig open ruimten.	Veel open gebieden: veel natuur en aanwezigheid van bossen en rivieren.
Bodemsoort	Variërende bodem, maar voornamelijk zeekleigronden en landinwaarts transitie naar veengronden. Langs de kust kalkhoudende zandgronden.	Variërende bodem, maar voornamelijk zand-, zavel- en kleigronden in het noordelijk deel en richting het zuiden steeds meer veengronden. Langs de kust kalkhoudende zandgronden.	Afwisselende bodem: voornamelijk zand, -klei- en veengronden. Op de grens met Flevoland en Noord/Zuid-Holland voornamelijk veengronden	Brede variëteit aan ondergronden: zand-, klei- en veengronden.

Randvoorwaarden	Zuid-Holland	Noord-Holland	Utrecht	Gelderland
Aanwezigheid industrie	Industrie sterk aanwezig in en rondom havengebied van Rotterdam (incl. Porthos tracé). Glastuinbouw ook aanwezig: OCAP-leiding loopt door provincie.	Industrie sterk aanwezig, maar minder dan in Zuid-Holland. Vooral Noordzeekanaalgebied (NZKG) als industriecluster, daarbuiten relatief weinig. Nog geen CCS-infrastructuur, wel OCAP.	Minst aanwezig van provincies in vergelijking, vooral aanwezig in stedelijk gebied.	Industrie aanwezig, maar minder dan in Noord- en Zuid-Holland door ontbreken van grote haven en chemieclusters. Geen CCS-infrastructuur.
Geschikte koolstofverwijderingsmethod e op basis van randvoorwaarden	<ul style="list-style-type: none"> BioCCS/DACCS (onder de Noordzee, Porthos); DOCCS; blauwe koolstof; biochar koolstofopslag in materialen en producten. 	<ul style="list-style-type: none"> BioCCS/DACCS (onder de Noordzee, Porthos); DOCCS; blauwe koolstof; biochar; koolstofopslag in materialen en producten 	<ul style="list-style-type: none"> aanplanten en herstel van bossen; koolstofopslag in materialen en producten koolstofopslag in de bodem biochar. 	<ul style="list-style-type: none"> aanplanten en herstel van bossen; koolstofopslag in materialen en producten; koolstofopslag in de bodem; biochar.

Bronnen: (Bodemdata.nl, 2025; CBS, 2022, 2025a, 2025b).

3.5.5 Koolstofverwijdering voor Zuid-Holland

Zuid-Holland is een dichtbevolkte en verstedelijkte provincie met een sterke aanwezigheid van havens, industrie en afvalverwerkingsinstallaties, vooral in en rond het Rotterdams havenindustriële complex. Uit 0 is te zien dat circa 950 km², of 28%, van het Zuid-Hollandse oppervlak gebruikt wordt voor niet-agrarische doeleinden en natuurlijke gronden. Het grootste aandeel van alle vier de provincies.

De sterke aanwezigheid van industrie in onder meer het Rotterdams havengebied heeft geleid tot de ontwikkeling van verschillende methoden die de uitstoot van (fossiele) CO₂ moeten gaan reduceren, zoals de aanleg van CCS-infrastructuur. Voorbeelden hiervan zijn Porthos, en later ook Aramis en de Delta Rhine Corridor. Bovendien is CO₂next een geplande terminal op de Maasvlakte, waar vloeibare CO₂ van industrieën zonder pijpleiding wordt verzameld en per schip wordt afgevoerd voor ondergrondse opslag via het Aramis-project.

Verder kunnen afvalverbrandingsinstallaties zoals AVR in Rozenburg en Rotterdam en HVC in Dordrecht door hun omvang en aansluiting op de bestaande CO₂-infrastructuur in Zuid-Holland goed bijdragen aan grootschalige koolstofverwijdering.

Afvalverwerkingsbedrijf Attero in Moerdijk ziet ook kansen om met de Delta Rhine Corridor biogene en fossiele CO₂ af te voeren naar opslaglocaties via het Aramis-netwerk (Attero, 2022). Volgens het CarbonfikZH-rapport ziet Zuid-Holland dan ook kansen in het verplicht aansluiten van afvalcentrales op CCS-infrastructuur Porthos,

Aramis en CO₂Next (Provincie Zuid-Holland, 2023). In Zuid-Holland wordt daarmee stevig geïnvesteerd in het reduceren van fossiele CO₂-uitstoot, terwijl koolstofverwijderingsmethoden die actief CO₂ uit de lucht halen ook kunnen profiteren van de beschikbare infrastructuur. Daardoor zijn permanente koolstofverwijderingsmethoden zoals **BioCCS** en **DACCS** goed toepasbaar.

De provincie kan profiteren van haar gunstige ligging aan zee door in te zetten op **DOCCS** en op **blauwe koolstof**. Door direct CO₂ uit zeewater te filteren kan de afgevangen CO₂ vervolgens goed gebruik maken van de CCS-infrastructuur. Daarnaast kan Zuid-Holland actief inzetten op blauwe koolstof door herstel van zee- en kustecosystemen zoals oesterbanken, zeegras en wieren. Dergelijke systemen leggen CO₂ vast en versterken de biodiversiteit, bijvoorbeeld tussen windparken op zee die Zuid-Holland rijk is (Provincie Zuid-Holland, 2023).

Zuid-Holland heeft met 80 km² aan glastuinbouwareaal de grootste glastuinbouwsector van de vier provincies (Figuur 1). Koolstofverwijderingsmethoden zoals het toepassen van **biochar** biedt daarbij kansen. Biochar kan namelijk voor langere tijd koolstof vastleggen en tegelijkertijd gebruikt worden als veenvervanger. Organisch materiaal uit de tuinbouw is daarnaast weer geschikt om onder andere biochar van te maken. Bovendien biedt ook de toepassing van biochar in bouwmaterialen zoals asfalt en beton kansen voor langdurige koolstofopslag in de gebouwde omgeving. Zo geeft ook het CarbonfikZH-rapport aan kansen te zien voor het gebruik van biochar in de bodem, maar ook voor in betonproductie, wegenbouw en cementproductie.

De sterke aanwezigheid van de industrie biedt ook kansen voor **koolstofopslag in producten en materialen** door CO₂ of biogene grondstoffen in te zetten. De chemie kan daarbij een belangrijke rol spelen als producent van producten die langdurig koolstof kunnen vastleggen. Denk daarbij aan producten zoals biobased kunststoffen of bouwmaterialen, een verplicht aandeel biogene CO₂ in bouw materiaal, of de productie van biobrandstoffen waarbij CO₂ vrijkomt die vervolgens kan worden opgeslagen.

Het hierboven beschreven potentieel richt zich in principe op de meest kansrijke koolstofverwijderingsmethoden voor Zuid-Holland, waar permanente technieken vanwege de aanwezige industrie sterke voordelen bieden. Dit sluit niet uit dat natuurlijke methoden zoals koolstofopslag in de bodem of herbebossing ook waardevol kunnen zijn en verdere ontwikkeling verdienen. Echter zijn dergelijke methoden door relatief weinig 'open' gebieden voor natuur, minder gunstige bodem voor bos- en houtbouw en onzekerheid over de permanentie minder gunstig voor Zuid-Holland.

3.5.6 Koolstofverwijdering voor Noord-Holland

Noord-Holland biedt een combinatie van zowel stad, industrie, kust en open gebied, waardoor er ruimte is voor verschillende vormen van koolstofverwijdering. Koolstofverwijderingsmethoden zoals **BioCCS** en **DACCS** bieden veel potentieel voor Noord-Holland. De provincie heeft namelijk met afvalverbrandingsinstallaties in

Amsterdam (AEB) en Alkmaar (HVC) belangrijke (bio)CO₂-bronnen die door afvang en ondergrondse opslag kunnen bijdragen aan koolstofverwijdering. AEB is voornemens CO₂-afvang toe te passen met het Aurora-project waardoor er ook al CCS-infrastructuur ontwikkeld gaat worden die potentieel benut kan worden voor koolstofverwijdering. Het project moet operationeel zijn vanaf 2028. Dergelijke initiatieven in deze regio benadrukken dat het potentieel van CCS-technieken voor koolstofverwijdering technisch al haalbaar is.

Daarnaast beschikt Noord-Holland over een groot industriecluster in het Noordzee-kanaalgebied (NZKG) dat momenteel significant bijdraagt aan de uitstoot in de provincie. Initiatieven zoals OCAP benutten al afgevangen CO₂ voor duurzaam hergebruik in de glastuinbouw. Hoewel Noord-Holland zelf geen opslagfaciliteiten heeft, maakt de nabijheid van CCS-infrastructuur op de Maasvlakte (zoals CO₂Next en Aramis) het mogelijk om CO₂ te transporteren voor ondergrondse opslag in de Noordzee. Daarmee blijken dergelijke koolstofverwijderingsmethoden goed toepasbaar in deze provincie.

Vergelijkbaar met de provincie Zuid-Holland maakt de gunstige ligging aan zee de toepassing van **DOCCS** en **blauwe koolstof** mogelijk, zoals het opslaan van CO₂ in bijvoorbeeld waterplanten en het verwijderen en opslaan van CO₂ uit zeewater en in kustgebieden. De provincie beschikt over ongeveer 1.400 km² wateroppervlak (Figuur 1), waarvan een aanzienlijk deel uit zoetwatermeren bestaat, die minder geschikt zijn voor deze toepassingen. De kustgebieden van Noord-Holland bieden wel degelijk kansen voor deze koolstofverwijderingsmethoden, omdat het zeewater als carbonsink fungeert, waardoor DOCCS goed toepasbaar is, en doordat er blauwe koolstofplanten zoals zee gras en zee wier aanwezig zijn die CO₂ vastleggen.

Biochar is potentieel beter toe te passen dan in Zuid-Holland doordat er een groter oppervlak aan landbouwgrond en meer reststromen aanwezig zijn, zoals te zien Figuur 2. De bodem in Noord-Holland is gevarieerd: het noordelijk deel bestaat uit voornamelijk zand-, zavel- en kleigronden, terwijl het zuiden steeds meer veengronden voorkomen. Langs de kust zijn kalkhoudende zandgronden aanwezig. Dergelijke bodems bieden kansen voor biochar dat wordt toegepast ter verbetering van bijvoorbeeld waterhoudend vermogen en nutriëntenbeheer. Volgens het New Economy-rapport is het bedrijf Hynoca Alkmaar in Noord-Holland momenteel voornemens om reststromen zoals digestaat en rioolwaterslib te benutten als waardevolle biomassa (New Economy, 2025).

Ook de aanwezige industrie in Noord-Holland biedt kansen voor **koolstofopslag in producten**, bijvoorbeeld via houtbouw of het vervaardigen van biobased materialen in de chemie.

Bovendien geldt ook voor Noord-Holland, net als eerder toegelicht bij Zuid-Holland, dat bestaande en opkomende initiatieven zoals koolstofopslag in de bodem niet terzijde geschoven hoeven te worden, maar eerder als waardevolle aanvulling kunnen dienen voor koolstofverwijdering.

3.5.7 Koolstofverwijdering voor Utrecht

Utrecht is een relatief klein, centraal gelegen provincie met een hoge bevolkingsdichtheid. Koolstofverwijderingsmethoden zoals **BioCCS** en **DACSS** zijn technisch mogelijk, maar door de afwezigheid van zware industrie, afvalverbrandingsinstallaties, ruimte en een directe aansluiting op CCS-infrastructuur is het hier minder logisch of rendabel toe te passen. Ook methoden die gebruik maken van de zee, zoals DOCCS, zijn hier niet toepasbaar doordat Utrecht van zichzelf geen kustprovincie is.

De provincie Utrecht kan wel inzetten op 'natuurlijke' koolstofverwijderingsmethoden. Het **aanplanten of herstellen van bossen** kan in de bestaande natuurgebieden die Utrecht rijk is, denk daarbij aan bijvoorbeeld de Utrechtse Heuvelrug, maar ook door vergroening te introduceren in het stedelijk gebied. Het New Economy rapport laat zien dat de provincie Utrecht zich momenteel al inzet, via huidig (en toekomstig) beleid, om het aanplanten en herstellen van bossen te stimuleren. Een kanttekening hierbij is wel dat het Nederlands potentieel om via aanplant en herstel van bossen CO₂ vast te leggen met ongeveer 0,7 megaton per jaar relatief beperkt is ten opzichte van andere koolstofverwijderingsmethoden (Ministerie van KGG, 2025b). Zeker in een kleine provincie als Utrecht gaat het hier daarom over beperkte volumes koolstofverwijdering.

Bovendien kan Utrecht zich ook inzetten op **koolstofopslag in de bodem**, dat wordt bijvoorbeeld ondersteund door het Utrechts Programma Landelijk Gebied en het Bodem- en Waterprogramma, die vergroening, natuurherstel en gezonde bodems stimuleren.

Ook **biochar** heeft kansen vanwege de mogelijkheden om biomassastromen uit natuurgebieden te benutten, maar ook door het potentieel dat biochar kan bieden aan de verduurzaming van producten en materialen. Biomassastromen kunnen worden gebruikt om biochar te produceren. De geproduceerde biochar kan vervolgens worden ingezet voor andere toepassingen. Biochar kan namelijk in de bouw worden toegepast in beton, asfalt en isolatie om fossiele grondstoffen te vervangen en langdurige koolstofopslag te realiseren, of worden gebruikt als bodemverbeteraar of als veenvervanger in de glastuinbouw.

Voor grootschalige inzet zijn technische eisen en certificering nodig, en de mate van permanentie hangt samen met meerdere factoren waaronder de levensduur van het materiaal of product (CE Delft, 2025).

In Utrecht is **koolstofvastlegging in producten en materialen** goed toepasbaar, bijvoorbeeld door gebruik van biobased bouwmaterialen. Het New Economy-rapport laat zien dat de provincie kampt met een groot woningtekort. Bij de bouw van nieuwe

woningen wordt daarbij dan ook rekening gehouden met een circulaire economie, wat kansen biedt voor bijvoorbeeld het gebruik van biobased bouwmaterialen. Dergelijke bouwmaterialen, zoals hout, hennep en stro, slaan CO₂ op in het materiaal en in de bodem. Door deze materialen toe te passen, wordt het gebruik van fossiele bouwmaterialen beperkt en wordt tegelijkertijd koolstof langdurig vastgelegd. Dit biedt perspectief en kansen voor Utrecht, want door biobased materialen in ketens in te zetten, de ketens op te zetten en de vraag hiernaar te vergroten, kan langdurige koolstofvastlegging verder bevorderd worden, zelfs als de producten niet in Utrecht worden vervaardigd.

3.5.8 Koolstofverwijdering voor Gelderland

Gelderland als grootste provincie van Nederland staat bekend om haar natuurgebieden en landbouwgronden. Daarmee is het ook gunstig in te zetten op natuurlijke koolstofverwijderingsmethoden. Volgens het New Economy rapport heeft de provincie de doelstelling om actief bij te dragen aan koolstofvastlegging door middel van natuurgebaseerde oplossingen. Zo is er breed actief beleid omtrent het aanplanten van bossen (New Economy, 2025).

CCS-technieken zoals bioCCS en DACCS hebben kansen in Gelderland als daar de nodige opslag-infrastructuur wordt gerealiseerd. Gelderland beschikt bijvoorbeeld over twee afvalverbrandingsinstallaties in Nijmegen en Duiven waar biogene CO₂ potentieel zou kunnen worden afgevangen. Echter zijn dergelijke CCS-technieken door de afwezigheid van een directe aansluiting op CCS-infrastructuur en het ontbreken van ondergrondse opslaglocaties minder gunstig voor Gelderland. Dit is in lijn met de conclusies die het New Economy rapport aandraagt op het gebied van koolstofvastlegging door middel van CCS.

Daarnaast zal DACCS door gebrek aan voldoende beschikbare duurzame energie nog weinig potentieel bieden voor koolstofverwijdering in Gelderland.

Gelderland bevat met een omvang van circa 5.000 km² (0) veruit het grootste oppervlak aan cultuurgrond (bijvoorbeeld gronden voor akkerbouw, tuinbouw, etc.) met een brede variëteit aan ondergronden zoals zand-, klei- en veengronden. Gelderland is daarmee zeer geschikt voor het **aanplanten en herstellen van bossen, koolstofopslag in de bodem** en het nuttig inzetten van **biobased producten** (bijvoorbeeld houtbouw in de bouwsector). Koolstofverwijdering door het aanplanten en herstellen van bossen stuit in Nederland echter op praktische grenzen. Door het intensieve landgebruik en de vraag naar ruimte voor onder andere landbouw, woningbouw en natuur, kan slechts op beperkte schaal extra bos worden gerealiseerd. Het technische potentieel in Nederland hiervan is ongeveer 0,7 megaton CO₂ per jaar, waardoor het slechts een beperkte bijdrage levert ten opzichte van andere koolstofverwijderingsopties (Ministerie van KGG, 2025b). Daarnaast zijn er ook kansen voor de productie en inzet van **biochar** vanwege

het grote oppervlak aan landbouwgronden en de beschikbare biomassaströmen uit landbouw en natuur.

Technische oplossingen die van de zee of kustgebieden afhankelijk zijn, zoals het toepassen van DOCCS of blauwe koolstof, zijn niet gunstig omdat Gelderland geen toegang heeft tot de zee of een kust.

4 Beleidsvragen en rollen provincies

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk bespreken we de verschillende beleidsvragen rondom koolstofverwijdering. Niet al deze vragen liggen van nature op het bordje van de provincies: omdat klimaatverandering een mondiaal probleem is en (koolstof)markten beter werken naarmate ze een groter gebied bestrijken, is het voor veel vragen logischer om naar het nationale, Europese of zelfs mondiale niveau te kijken. Er zijn echter ook vraagstukken waar de provincies zich zeker over kunnen of moeten buigen. We behandelen enkele belangrijke beleidsvragen hieronder en geven elke keer aan op welk(e) niveau(s) deze vraag het beste opgepakt kan worden.

Vervolgens gaan we nog kort in op de mogelijke rollen voor de provincie en hoe deze ingevuld kunnen worden op het terrein van koolstofverwijdering. Dit wordt in het adviesrapport verder uitgewerkt.

4.2 Beleidsvragen voor koolstofverwijdering

4.2.1 Terminologie en definities

Voor het ontwikkelen van beleid rondom koolstofverwijdering is het belangrijk dat het duidelijk is waar dat beleid precies op zou moeten sturen, en is het dus nodig om te definiëren wat er precies valt onder (de verschillende vormen van) koolstofverwijdering.

Voor definities is het internationale niveau het meest logische ijkpunt. Het IPCC, het wetenschappelijke klimaatpanel van de VN, definieert koolstofverwijdering als *menselijke activiteiten die CO₂ uit de atmosfeer verwijderen en langdurig opslaan in geologische, terrestrische of oceanische reservoirs, in oceaansedimenten of in producten* (IPCC, 2018). Zoals besproken in Hoofdstuk 2 zijn er ook op EU-niveau relevante ontwikkelingen. Het in 2024 uitgebrachte certificeringskader (de CRCF, Carbon Removals and Carbon Farming Certification Regulation) sluit aan bij de definitie van het IPCC en maakt onderscheid tussen drie categorieën koolstofverwijdering: *permanente koolstofverwijdering*, *koolstofvastlegging in producten* en *carbon farming* ofwel opslag van koolstof in bossen en bodems. Hierbij worden per categorie ook minimale tijdsduren genoemd.

Gezien de ontwikkelingen op EU-niveau op dit gebied en de verwachting dat de nog verder te ontwikkelen koolstofmarkt (deels) internationaal zal zijn, is het voor de nationale en provinciale bestuursniveaus nuttig om aan te sluiten bij deze ontwikkelingen. Eigen definities voor (verschillende vormen van) koolstofverwijdering ontwikkelen ligt niet voor de hand om een lappendeken van verschillende benaderingen te voorkomen.

4.2.2 Certificering, accountingregels en aansprakelijkheid

Op dit moment bestaat er een mondiale vrijwillige koolstofmarkt, die niet onder (formele) regulering of wettelijk toezicht valt. Er zijn zorgen of de certificaten in deze markt daadwerkelijk additionele en permanente koolstofverwijdering faciliteren en of er geen dubbeltellingen plaatsvinden. Volgens het WKR is de vrijwillige markt voor CO₂-verwijdering ongeschikt om de benodigde schaal en kwaliteit van CO₂-verwijdering te realiseren, omdat niet of onvoldoende gestuurd kan worden op de aard en omvang **van de** CO₂-verwijdering en op de optimale inzet van schaarse, hoogwaardige CO₂-verwijdering voor de compensatie van resterende emissies (WKR, 2024b).

Op EU-niveau wordt een kader ontwikkeld voor betrouwbare certificering van hoogwaardige koolstofverwijdering (het CRCF). Zoals in Hoofdstuk 2 al besproken zal verdere uitwerking van het CRCF plaatsvinden in de vorm van Delegated Acts, waarin verschillende methodologieën voor certificering worden ontwikkeld, voor verschillende koolstofverwijderingsmethoden. Hierin worden onder andere regels vastgesteld voor het berekenen van negatieve emissies, voor het beperken van risico's (van lekkage terug naar de atmosfeer) en voor monitoring.

Voor nationale en provinciale bestuursniveaus ligt het voor de hand om aan te sluiten bij de al bestaande ontwikkelingen op het gebied van certificering op EU-niveau. Een eigen certificeringsstelsel oprichten is niet alleen ingewikkeld, maar mogelijk ook onwenselijk omdat het internationale verhandeling van certificaten kan bemoeilijken. Gemeenten en provincies kunnen gebruik maken van bestaande certificeringsschema's om, indien gewenst, hun eigen emissies te compenseren. Ze kunnen er ook voor kiezen om te wachten tot het CRCF volledig is ingevoerd en er certificaten op de markt komen die hiermee in overeenstemming zijn.

Accountingregels

Accounting- of boekhoudregels gaan enerzijds over hoeveel koolstofverwijdering er kan worden geclaimd en anderzijds over aan wie deze credits kunnen worden toegerekend.

De regels over de hoeveelheid koolstofverwijdering die er kan worden geclaimd zijn op dit moment op vrijwillige basis vastgelegd. In de verdere uitwerking van het CRCF in Delegated Acts zullen binnen de certificeringsregels ook accountingsregels belegd worden. Van de vier criteria waarop certificering gebaseerd wordt (zoals benoemd in

Paragraaf 2.4) zijn vooral de criteria voor kwantificering en additionaliteit van belang voor accounting.

Onder het mondiale Klimaatverdrag (UNFCCC) moeten alle landen jaarlijks hun emissies registreren volgens VN-regels. Deze registratie is op territoriale basis, wat soms botst met een projectbenadering omdat een project zich over verschillende landen kan uitstrekken. Ook worden nog niet alle vormen van koolstofverwijdering als zodanig erkend door de VN-regels: koolstofopslag in de bodem en in houtbouw bijvoorbeeld wel, maar koolstofopslag via vezelgewassen niet. Dit maakt het ingewikkeld voor landen om koolstofverwijderingsprojecten mee te laten tellen voor hun klimaatinspanningen onder het verdrag van Parijs. Wel is op de meest recente VN-klimaatop (COP29 in Baku in 2024) een raamwerk vastgesteld voor internationale handel in koolstofcertificaten onder het verdrag van Parijs (Art. 6). Dit zal naar verwachting leiden tot minder fragmentatie in de vrijwillige koolstofmarkt en meer koolstofverwijderingscertificaten van hoge kwaliteit (OPNA, 2024). Het is belangrijk om accounting op een zo hoog mogelijk niveau uniform te regelen, om maximale transparantie in de koolstofmarkt te realiseren.

Aansprakelijkheid

Aansprakelijkheid (liability) gaat in deze context over waar de verantwoordelijkheid ligt als koolstofverwijderingsprojecten toch niet leveren wat ze beloofd hebben, of als CO₂ in de toekomst toch onverhoopt weer in de atmosfeer terecht komt (bijvoorbeeld omdat een aangeplant bos afbrandt). Net als bij accounting is het wenselijk om regels hierover op een zo hoog mogelijk niveau, minimaal Europees en liefst mondiaal, af te spreken.

In de context van het CRCF-raamwerk van de Europese Unie worden regels omtrent aansprakelijkheid verder uitgewerkt in Delegated Acts. In de in 2024 in werking getreden verordening worden verschillende opties genoemd of hoe omgegaan kan worden met aansprakelijkheid bij teruglekken van CO₂: het instellen van een collectieve buffer (waarbij het systeem als geheel verantwoordelijk is), een mechanisme ter verzekering vooraf en, in laatste instantie, annulering van eenheden (EU, 2024). Er zijn overigens wel twijfels of deze oplossingen voldoende robuust zijn (Ecologic, 2023).

4.2.3 Creëren verplichte markt door regelgeving

Naast een vrijwillige markt, waar op EU-niveau een kader voor in ontwikkeling is, is het ook mogelijk om een verplichte markt voor koolstofverwijdering te creëren, waarbij partijen verantwoordelijk gehouden worden voor uitstoot met een verplichte compensatie door middel van koolstofverwijdering.

Een optie is om koolstofverwijdering in het ETS te integreren, waarmee een systeem ontstaat waarbij emissiereductie en negatieve emissies binnen hetzelfde instrument worden gereguleerd. Er zijn verschillende manieren waarop koolstofverwijdering een plek kan krijgen in het ETS. In het geval dat emissiereductie en koolstofverwijdering direct inwisselbaar worden, krijgt emissiereductie mogelijk minder prioriteit als koolstof-

verwijdering een goedkopere optie wordt. Dit is risicovol omdat de capaciteit voor koolstofverwijdering beperkt is en er onzekerheden gepaard gaan met koolstofverwijdering, zoals de mate van permanentie. Mogelijk kan dit risico wel (deels) voorkomen worden, door de boekhouding (accounting) van emissiereductie en koolstofverwijdering strikt gescheiden te houden en/of door een verschillende waarde toe te kennen aan een ton emissiereductie en een ton koolstofverwijdering (CE Delft, 2023). De WKR adviseert om koolstofverwijdering zo lang mogelijk uit het ETS te houden om zo de prikkel voor emissiereductie zo lang mogelijk te behouden en om incorporatie alleen onder strikte voorwaarden te doen: alleen voor permanente koolstofverwijdering en als het echt niet anders kan, bijvoorbeeld als het ETS niet langer goed werkt, omdat er beperkte mogelijkheden voor uitstootvermindering zijn. De Europese Commissie zal halverwege 2026 verslag doen over haar visie over hoe koolstofverwijdering in het ETS ondergebracht zou kunnen worden en onder welke voorwaarden.

Een andere optie is om een aparte markt voor koolstofverwijdering te creëren. Hoewel een dergelijke markt waarschijnlijk complexer is om te realiseren, zitten er wel een aantal voordelen aan ten opzichte van incorporatie in het ETS: het voorkomt de directe uitruilbaarheid van emissiereductie en koolstofverwijdering en biedt bovendien mogelijkheid voor een bredere scope dan enkel de emissies die onder het ETS vallen. Er zijn voorstellen geweest voor het creëren van een dergelijke markt op nationaal niveau, bijvoorbeeld met behulp van de zogenaamde Carbon Takeback Obligation (Rijksoverheid, 2022), maar een markt op ten minste EU-niveau heeft wel de voorkeur om concurrentienadelen voor Nederlandse bedrijven te voorkomen.

Naast het creëren van een markt door regulering is het ook mogelijk om de vraag naar koolstofkredieten in de bestaande (vrijwillige) markt te stimuleren door als overheid grote volumes van deze kredieten op te kopen. Het ligt voor de hand om dit te doen op het niveau waarop de markt werkt: dus de EU koopt kredieten op voor een markt die op EU-niveau werkt, etc. De Europese Commissie is bezig om hier een geschikte vorm voor te vinden. In principe zien wij in het opkopen van kredieten om de vraag te stimuleren daarom geen logische rol voor provincies.

4.2.4 Volumedoelstelling voor koolstofverwijdering

Om duidelijkheid aan de markt en sturing te bieden kan een volumedoelstelling voor koolstofverwijdering (in termen van megatonnen CO₂ die vastgelegd worden) verankerd worden in beleid. De hoogte van een volumedoelstelling kan op verschillende manieren beredeneerd zijn, bijvoorbeeld op basis van historische uitstoot, op basis van de (verwachte) hoeveelheid restemissies en/of op basis van de verwachte overshoot van het in het Parijsakkoord overeengekomen klimaatbudget. Voor deze laatste geldt dat het aandeel van een geografische eenheid aan de (verwachte) mondiale overshoot op

verschillende manieren beredeneerd kan worden¹⁰. Eventueel kunnen er ook voor permanente koolstofverwijdering (waarmee restemissies kunnen worden gecompenseerd) en voor tijdelijke koolstofverwijdering aparte doelstellingen worden geformuleerd.

Op zowel EU-niveau als ook nationaal zijn er op dit moment geen eenduidige doelstellingen voor koolstofverwijdering, maar er zijn wel indicaties genoemd die mogelijk in een doelstelling kunnen resulteren. De Europese Commissie heeft in 2024 een aanbeveling gedaan voor een EU-breed emissiereductiedoel van 90% voor 2040 ten opzichte van 1990, waarin een indicatie van 400 Mton gegeven wordt als de benodigde hoeveelheid koolstofverwijdering (EC, 2024). Nederland geeft in het in 2025 gepubliceerde Klimaatplan 2025-2035 aan rekening te houden met 20 tot 25 Mton koolstofverwijdering in 2040, overeenkomend met 10% van de emissies in 1990 (Ministerie van KGG, 2025a).

Ook een provincie zou er voor kunnen kiezen om een volumedoelstelling te formuleren, die ofwel afgeleid kan worden uit een volumedoelstelling op een hoger bestuursniveau ofwel gebaseerd kan worden op kenmerken van de provincie zelf. Een doelstelling kan helpen om richting en duidelijkheid te geven aan de betrokken stakeholders. Nu de Nederlandse routekaart voor koolstofverwijdering voorlopig niet door de Tweede Kamer wordt behandeld, is het niet te verwachten dat er snel duidelijkheid komt over de volumes koolstofverwijdering waar in Nederland naar gestreefd wordt. Ook het wetsvoorstel van de Europese Commissie voor 2040, dat op 2 juli 2025 verwacht wordt, bevat naar verwachting geen volumedoelstelling voor koolstofverwijdering.

Het op provinciaal niveau vaststellen van een eigen volumedoelstelling komt wel met een risico, namelijk dat Europees of nationaal beleid in een latere fase met een andere aanpak komt, bijvoorbeeld een eigen verdeelsleutel voor koolstofverwijdering, waardoor de provinciale doelstelling zijn relevantie verliest. Ook is het belangrijk om te beseffen dat de provincie geen zeggenschap heeft over beleid dat wel relevant is voor de ontwikkeling van koolstofverwijdering, zoals het realiseren van een Europese (verplichte) markt, en daarmee niet alle instrumenten controleert waarmee gestuurd kan worden op het halen van een doelstelling. Met andere woorden: een provincie kan wel een doelstelling formuleren, maar is voor het halen ervan afhankelijk van andere bestuursniveaus.

4.2.5 Innovatie en steunen van specifieke projecten

Als overheid kun je de ontwikkeling van koolstofverwijderingsmethodes in verschillende fases (financieel) stimuleren. Afhankelijk van de methode kan stimulering in de onderzoeksfase of juist in de opschaling en projecten in de markt meer relevant zijn.

¹⁰ In een verdeling kunnen verschillende aspecten een rol spelen (bijvoorbeeld: klimaatrechtvaardigheid, historische uitstoot, GDP), maar er bestaat wetenschappelijke of algemeen geaccepteerde methode. Voorbeelden van verdelingen zijn: de 'per capita-benadering', die uitgaat van een gelijk aandeel van het resterende budget voor elk hoofd van de bevolking of op basis van het aandeel in de huidige CO₂-uitstoot.

Innovatie en het stimuleren van de ontwikkeling van methoden van koolstofverwijdering kan in principe op alle beleidsniveaus (zowel Europees, nationaal als provinciaal). Op Europees niveau zijn er op dit moment al bestaande programma's met name gestoeld op methoden die gebruik maken van CCS (bijvoorbeeld het Innovation Fund), en op nationaal niveau zijn er ook verschillende subsidieprogramma's in het kader van innovatiebeleid (DEI+, MMIP) en onderzoeksprogramma's (Arrhenius-initiatief, NET-faciliteit) (CE Delft, 2023). Een technologie die al verder doorontwikkeld is kan op andere manieren gestimuleerd worden, door bijvoorbeeld verstrekking van een lening of belastingkorting (op nationaal niveau).

Per bestuursniveau kan een verschillende focus voor wat betreft technologieën zijn om te stimuleren. Zo kan stimulering op internationaal niveau in sommige gevallen effectiever zijn (via bestaande samenwerkingsverbanden) dan stimulering op nationaal niveau. Voor een provincie is het logisch om in te zetten op technologieën die in die provincie meer relevant zijn (CE Delft, 2023). Naast stimulering van methoden, is er beleid op transport- en opslaginfrastructuur nodig. Dit is met name relevant voor CCS: CO₂ die afgevangen wordt zal in de regel over een bepaalde afstand getransporteerd moeten worden en er moet ook capaciteit beschikbaar zijn om deze op te slaan onder de grond. Afhankelijk van het precieze project kunnen hier verschillende bestuurslagen bij betrokken zijn.

4.2.6 Vaststellen doel koolstofverwijderingsbeleid

Het vaststellen van de doelstellingen van het koolstofverwijderingsbeleid is voor alle bestuursniveaus relevant. Elk bestuursniveau draagt immers op eigen wijze en met zijn eigen instrumenten bij aan het vormgeven van dit beleid. Uit het voorgaande volgt al in grote lijnen welke doelstellingen voor de hand liggen om nagestreefd te worden door welk bestuursniveau. Het creëren van een markt voor koolstofverwijdering is bijvoorbeeld iets wat de EU zich ten doel kan stellen, maar wat niet voor de hand ligt op nationaal of provinciaal niveau.

Voor het provinciaal niveau onderscheiden we in deze studie interne doelen en beleidsdoelen. Deze worden hieronder kort toegelicht en in het adviesrapport verder uitgewerkt.

Intern doel

Een provincie kan als intern doel hebben het compenseren van emissies. Daarbij kunnen verschillende scopes aangehouden worden:

- Compenseren van emissies eigen organisatie: een provincie kan als doel hebben het compenseren van de emissies van de eigen organisatie (bijvoorbeeld: eigen gebouwen, reisbewegingen van medewerkers).
- Compenseren van emissies resulterend uit provinciaal beleid: een provincie kan als doel hebben het compenseren van emissies binnen de scope van het eigen

beleid. Dat gaat om emissies bij de aanleg van infrastructuur, maar ook emissies volgend uit ruimtelijk beleid.

Bij compensatie is het belangrijk dat er sprake is van permanente koolstofverwijdering; bij langdurige koolstofverwijdering zullen de broeikasgassen immers op enig moment weer in de lucht terecht komen. Compensatie is specifiek ook relevant voor restemissies; emissies die reteren in sectoren die moeilijk te verduurzamen zijn.

Overheidsinkoop van certificaten kan in principe op alle bestuurlijke niveaus. Volgens de WKR is nationale overheidsinkoop, anders dan inkoop op EU-niveau, al op korte termijn te realiseren. Daarnaast adviseert zij om de inzet van CO₂-verwijdering voor de compensatie van restemissies te beperken door daarvoor limieten te stellen op Europees, nationaal en sectoraal niveau. Dit omdat te grote inzet van CO₂-verwijdering ertoe zou kunnen leiden dat uitstoters vermijdbare uitstoot niet verminderen (WKR, 2024b).

Er kunnen verschillende keuzes gemaakt worden voor welke uitstoot precies gecompenseerd wordt: bijvoorbeeld uitstoot door eigen activiteiten van de overheid, of uitstoot naar aanleiding van het eigen beleid. Voor een provincie omvat dit in het eerste geval bijvoorbeeld de uitstoot door het gebruik van gebouwen en reisbewegingen van medewerkers en in het tweede geval uitstoot als gevolg van aanleg van infrastructuur en volgend uit ruimtelijk beleid.

Beleidsdoel

We hebben in deze studie de onderstaande beleidsdoelen geïdentificeerd. Deze komen uitgebreider aan bod in het adviesrapport. Het gaat hier niet om het compenseren van emissies van de provincie zelf, maar hoe de provincie op haar natuurlijke beleids-terreinen meehelpt aan het verder stimuleren en ontwikkelen van koolstofverwijdering, om zo bij te dragen aan de algemene noodzaak om koolstofverwijdering te realiseren. De beleidsdoelen zijn:

- Innoveren van technieken die nog niet marktrijp zijn: dit kan gaan om het ondersteunen van onderzoek, pilots en opschaling van nieuwe methoden voor koolstofverwijdering (zoals DACCS, BECCS), gericht op langetermijnopslag en economische haalbaarheid.
- Schaalvergroting van kansrijke initiatieven: de provincie kan als doel schaalvergroting van, naar haar inzien, kansrijke initiatieven hebben.
- Ketens opzetten voor CDR-projecten: de provincie kan als doel hebben het bij elkaar brengen van ketenpartners en waar mogelijk belemmeringen hierin wegnemen.
- Sturen op positieve neveneffecten, zoals in termen van natuur of biodiversiteit.

4.3 Mogelijke rollen provincies

Als achtergrond bij ons advies over de provinciale rol met betrekking tot koolstofverwijdering, geven we hier een beknopt overzicht van de mogelijke rollen van een provincie op dit gebied: welke bevoegdheden heeft een provincie, en welke rollen kunnen provincies naast hun wettelijke bevoegdheden innemen? Hoe kunnen die rollen geconcretiseerd worden als het om koolstofverwijdering gaat?

4.3.1 Rollen en bevoegdheden van provincies

In algemene zin kunnen de rollen van provincies ingedeeld worden in de volgende drie categorieën:

- **Regulerend**

Onder de Omgevingswet hebben provincies een regulerende rol op gebied van ruimtelijke ontwikkelingen. Zo hebben provincies de bevoegdheid om projecten te realiseren van provinciaal belang en kunnen zij kwaliteitseisen voor de fysieke omgeving vastleggen via de Omgevingsvisie en de Omgevingsverordening. De provinciale Omgevingsvisie en verordening zijn vervolgens leidend voor de vorming van lokaal beleid. Daarnaast speelt de provincie een rol in de vergunningverlening van complexe bedrijven met hoge milieu-impact.

- **Faciliterend en ondersteunend**

Naast de wettelijke bevoegdheden onder de Omgevingswet, kan een provincie zich faciliterend en ondersteunend opzetten richting andere partijen. De provincie kan partijen bijvoorbeeld ondersteunen met kennis, geld en organisatiekracht.

- **Regisserend en samenwerkend**

Ook kan de provincie zich regisserend en samenwerkend opstellen. De provincie kan partners bij elkaar brengen door het vormen van netwerken rondom bepaalde thema's en onderwerpen. Daarnaast vervult de provincie een belangrijke schakel tussen de lokale overheid en de nationale overheid. De provincie kan signalen oppakken van zaken die op lokaal/gemeentelijk niveau plaatsvinden en dit agenderen bij het Rijk en eventueel de EU.

4.3.2 Mogelijke rollen voor provincies in koolstofverwijdering

Bovenstaande rollen van provincies kunnen toegespitst worden op koolstofverwijdering. In Tabel 3 zijn voorbeelden samengevat van provinciale rollen die voorzien worden voor koolstofverwijdering.

Tabel 3 – Rollen die provincies met betrekking tot koolstofverwijdering kunnen invullen ingedeeld in regulerend, ondersteunend en regisserend

Rol	Voorbeelden
Regulerend	Regels voor ruimtelijke inrichting in de Omgevingsverordening kunnen beperkend zijn voor het verbouwen van gewassen voor koolstofvastlegging. Bekijk of hier sprake van is en of deze mogelijk kunnen worden versoepeld.
	Provincies kunnen gebieden aanwijzen voor koolstofvastlegging door middel van herbossing en vervening.
	Vergunningverlening bij grootschalige activiteiten waarbij koolstof wordt opgeslagen ¹¹ .
	Eisen stellen voor het gebruik van biobased materialen in aanbestedingen en methodes om koolstof vast te leggen.
	Ruimte reserveren voor de infrastructuur voor koolstofopslag en de ruimtelijke kwaliteit bewaken.
Ondersteunend	Kennisuitwisseling tussen gemeenten over koolstofverwijdering in aanbestedingen, bijvoorbeeld voor bio-based materialen.
	Aanwijzen van pilot gebieden voor koolstofverwijdering (bijvoorbeeld agrarische- en natuur gebieden).
	Launching customer zijn voor nieuwe initiatieven. (bijvoorbeeld biobased materialen meenemen in eigen aanbestedingen.)
	Behoeftes van partijen meenemen in een lobbyverhaal richting het Rijk en mogelijk de EU. Bijvoorbeeld beschikbaarheid van subsidies, snelle implementatie van een koolstofmarkt, een helder kader voor biobased bouwen en provinciale doelen voor koolstofverwijdering.
	Monitoring opzetten voor waar mogelijk het meten van koolstofvastlegging (bijvoorbeeld herbossing en gebruik biobased).
	Beschikbaar stellen van innovatieruimte voor start-ups die zich bezig houden met koolstofverwijdering.
	Financiële ondersteuning aanbieden aan partijen die zich bezig houden met koolstofverwijdering.
Regisserend	Het creëren van netwerken rondom koolstofverwijdering en innovaties.
	Regie nemen over de koolstofketen van biobased materialen en producten en hierover afspraken maken met aanbieders en afnemers van deze producten.

¹¹ [Milieubelastende activiteit afvangen kooldioxide voor ondergrondse opslag \(paragraaf 3.2.19 Bal\) | Informatiepunt Leefomgeving](#)

Literatuur

- Attero. (2022). *Moerdijk (aec)*. <https://www.attero.nl/en/our-sites/moerdijk-aec/>
- Bodemdata.nl. (2025). Basiskaarten bodem nederland. In.
- Brineworks. (2024). *Unlocking green fuels from seawater*. <https://brineworks.tech/technology>
- Carbyon. (2025). *A fast-swing process for lower costs*. Carbyon. <https://www.carbyon.com/technology>
- CBS. (2021, 19 maart 2021). *Statline : Landbouw; gewassen, dieren en grondgebruik naar gemeente*. <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/80781ned/table?dl=59FC5>
- CBS. (2022, november 2022). *Bodemgebruik; verkorte gebruiksvorm, per provincie, vanaf 1900*. Centraal Bureau voor de Statistiek. <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/37105/table?ts=1746014807953>
- CBS. (2025a, 28 maart 2025). *Statline: Landbouw; gewassen, dieren en grondgebruik naar omvangsklasse en regio*. CBS. <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/80787ned/table?ts=1616691018968>
- CBS. (2025b). *Vestigingen van bedrijven; bedrijfstak, regio*. CBS. <https://www.cbs.nl/nl-nl/cijfers/detail/81578NED>
- CE Delft. (2023). *Koolstofverwijdering voor klimaatbeleid: Analyse van behoefte, aanbod en beleid voor negatieve emissies in nederland*.
- CE Delft. (2025). *Toepassingen en potentieel van biochar*.
- EC. (2024). *Communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions*
- europes's 2040 climate target and path to climate neutrality by 2050 building a sustainable, just and prosperous society*.
- Ecologic. (2023). *Certification of carbon dioxide removals*.
- EU. (2023). *Directive (eu) 2023/959 of the european parliament and of the council of 10 may 2023*
- amending directive 2003/87/ec establishing a system for greenhouse gas emission allowance trading within the union and decision (eu) 2015/1814 concerning the establishment and operation of a market stability reserve for the union greenhouse gas emission trading system*.
- EU. (2024). *Regulation (eu) 2024/3012 of the european parliament and of the council of 27 november 2024 establishing a union certification framework for permanent carbon removals, carbon farming and carbon storage in products*.
- European Commission. (2025). *Proposal for a regulation of the european parliament and of the council amending regulation (eu) 2021/1119 establishing the framework for achieving climate neutrality (2040 target proposal)*. Com(2025) 524 final. European Commission. https://climate.ec.europa.eu/document/download/e1b5a957-c6b9-4cb2-a247-bd28bf675db6_en
- Hoefsloot, G., Van der Jagt, H.A., & Van Duin, W.E. (2020). *Blue carbon in nederlandse kwelders*.
- IPCC. (2018). *Annex i: Glossary*.
- Jia, G., E. Shevliakova, P. Artaxo, N. De Noblet-Ducoudré, R. Houghton, J. House, K. Kitajima, C. Lennard, A. Popp, A. Sirin, R. Sukumar, L. Verchot., (2019). Land-

- climate interactions. *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1017/9781009157988.004>
- Lehmann et al. (2021). Biochar in climate change mitigation. *Nature Geoscience*, 2021(14), 883-892. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s41561-021-00852-8>
- Ministerie van KGG. (2025a). *Klimaatplan 2025-2035 op weg naar een klimaatneutraal nederland*.
- Ministerie van KGG. (2025b). *Routekaart koolstofverwijdering*.
- New Economy. (2025). *Koolstofvastlegging als organiserend principe voor economie en ecologie*.
- OPNA. (2024). *Article 6 approved: A turning point for global carbon markets?*
https://opna.earth/blog_cop29-article-6-approved
- Provincie Zuid-Holland. (2023). *Technieken en kansen voor een koolstofpositieve economie 2040 provincie zuid-holland*.
- Rijksoverheid. (2022). *A carbon takeback obligation for fossils fuels: Feasibility study - phase 2*. <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2022/06/30/de-gemeynt-a-carbon-takeback-obligation-for-fossils-fuels>
- SeaO2. (2024). *Giga-ton scalable carbon dioxide removal technology*. SeaO2.
<https://www.seao2.com/>
- Skytree. (2025). *Skytree stratus*. <https://skytree.tech/en-en/products/skytree-stratus>
- Trikt, J., & Ahrens, H. (1997). *Geologie van nederland*. Geologie van Nederland.
<https://geologievannederland.nl/publicaties/99.html#head>
- WKR. (2024a). *Achtergrondrapport co₂-verwijdering: Definitie, methoden, noodzaak en potentiëlen*.
- WKR. (2024b). *De lucht klaren? Advies over uitgangspunten en beleid voor sturing op co₂-verwijdering uit de atmosfeer*.
- WKR. (2025). *Achtergrondrapport verantwoord inzetten van tijdelijke co₂-verwijdering*.