



Ministerie van Klimaat en
Groene Groei

Routekaart Koolstofverwijdering



Voorwoord

Tot nog toe heeft het wereldwijde klimaat- en energiebeleid zich vooral gericht op het realiseren van duurzame energie, energiebesparing, en het reduceren van schadelijke emissies. Hier gaan we natuurlijk mee door, maar de grote opgave waar we voor staan vraagt meer. Er is nog een ander belangrijk component van het klimaat- en energiebeleid: koolstofverwijdering. Koolstofverwijdering is het uit de atmosfeer halen en langdurig opslaan van koolstof. Met koolstofverwijdering kunnen we wat we hebben uitgestoten en nog zullen uitstoten, compenseren. Koolstofverwijdering wordt naast emissiereductie een tweede noodzakelijk spoor binnen het klimaatbeleid. Deze tak van klimaatbeleid is nog relatief jong, wat vraagt om nieuwe en creatieve oplossingen en kansen biedt voor ondernemers.

Nu al zijn innovatieve Nederlandse bedrijven actief met het ontwikkelen, testen en verkopen van deze oplossingen. Denk hierbij aan grote filters, die lucht aanzuigen en de koolstof scheiden van alle andere deeltjes in de lucht. Of nieuwe vormen van beton, die duurzame koolstof omzetten tot een nuttig bouw materiaal en zo permanent opslaan. Of zelfs hervonden oplossingen, zoals het gebruiken van vlas als biologisch en duurzaam isolatiemateriaal.

Innovatie kan echter niet alleen staan. Het omzetten van goede ideeën in banen en welvaart vraagt om een goed functionerende markt, een sluitende business case en een heldere toekomst. Ondernemers hebben duidelijkheid nodig. Om van koolstofverwijdering daadwerkelijk een goed functionerende markt te maken, zijn moeilijke keuzes nodig. Niet alleen in Nederland, maar ook in Europa en de rest van de wereld. Alleen met een sterke visie vanuit de overheid kan koolstofverwijdering bijdragen aan ons toekomstig verdienvermogen.

Met de Routekaart Koolstofverwijdering wil het kabinet koolstofverwijdering zo snel mogelijk een plek geven in het Nederlandse, Europese en mondiale klimaat- en energiebeleid. Dit vraagt om een stevige wetenschappelijke basis, een heldere blik op de rol van de overheid, en een doortastende ontwikkeling en uitvoering van nieuwe beleidsinstrumenten. De Routekaart biedt de eerste invulling hiervan. Met deze Routekaart geeft het kabinet ook invulling aan de vraag van het parlement om dit beleidsterrein verder uit te werken.¹

Uit de Routekaart volgen drie concrete sporen die het kabinet de komende jaren zal uitvoeren. Ten eerste moet koolstofverwijdering een duidelijke plek krijgen in de emissieboekhouding en de systematiek van de Overeenkomst van Parijs. Ten tweede is een Europese markt nodig, die het voor het bedrijfsleven in Europa mogelijk maakt om klimaatneutraal te worden en gelijktijdig te groeien door hun oplossing op te schalen en te exporteren. Ten derde is duidelijke ondersteuning van Nederlandse innovatie nodig, die bedrijven in Nederland in staat stelt om actief te zijn op deze nieuwe markt. In de Routekaart zijn deze sporen nader uitgewerkt.

Sophie Hermans

¹ Motie van de leden Bontebal en Erkens (Kamerstuk 29 826, nr. 144), Motie van de leden Bontebal en Erkens (Kamerstuk 32 813, nr. 1243), Motie van de leden Teunissen en Kröger (Kamerstuk 31 793-259, nr 259), toezegging aan het lid Prins (To3788).

Samenvatting

Nederland en Europa hebben de afgelopen jaren flinke stappen gezet in het verder brengen van ons beleid om klimaatverandering tegen te gaan. Hierbij is vooral ingezet op het verminderen van uitstoot van broeikasgassen (emissiereductie). Echter, de wereldwijde afspraak om de opwarming van de aarde te beperken tot ruim beneden twee graden Celsius, en in te zetten op een beperking tot 1,5 graad Celsius, zal niet kunnen worden behaald met alleen drastische beperking van de broeikasgasuitstoot. Er zal er ook CO₂, een veel voorkomende broeikasgas, uit de atmosfeer moeten worden verwijderd. Dit kan door de toepassing van koolstofverwijdering: menselijke activiteiten die koolstofdioxide uit de atmosfeer verwijderen en langdurig opslaan. Koolstofverwijdering wordt dus naast emissiereductie een tweede noodzakelijk spoor binnen het klimaatbeleid.

Koolstofverwijdering kan bijdragen aan het verlagen van onze uitstoot op weg naar 2050, het bereiken van klimaatneutraliteit, én zorgen dat we meer koolstof verwijderen dan uitstoten (netto negatieve emissies) na 2050. Naast de belangrijke rol die koolstofverwijdering kan hebben in het bereiken van onze klimaatdoelen, biedt het ook kansen voor groene groei van onze economie.

Koolstofverwijdering staat echter nog in de kinderschoenen. Er is een groot gat tussen hoeveel koolstofverwijdering in de toekomst nodig is, en waar de technologieontwikkeling en het beleid op dit moment zijn. De verwachting is dat de wereldwijde behoefte aan koolstofverwijdering rond 2050 gelijk is aan het elk jaar opslaan van twee tot drie keer de huidige jaarlijkse CO₂-uitstoot van de EU. De komende jaren moet de techniek dus verder worden ontwikkeld en de verwijderingscapaciteit worden opgeschaald. Ook moet koolstofverwijdering een betere plek krijgen in de emissieboekhouding en het klimaatbeleid en moeten er duidelijke spelregels worden bepaald.

Er is nog veel onzekerheid over het aanbod en de vraag naar koolstofverwijdering. De vraag van Nederland voor koolstofverwijdering hangt onder meer af van de hoeveelheid Nederlandse restemissies en de bijdrage van Nederland aan het terugdraaien van overschrijding van het mondiale koolstofbudget dat beschikbaar is voor een beperking van de opwarming van de aarde tot 1,5°C. Dit is deels afhankelijk van toekomstige nationale, Europese en internationale politieke keuzes. Studies laten een bandbreedte aan verwachte restemissies voor Nederland zien, met in 2050 een ondergrens van ongeveer 10-15 megaton CO₂ eq en een bovengrens van ongeveer 30-40 megaton CO₂ eq. Ook het aanbod van koolstofverwijdering is nog onzeker. Er zijn verschillende methodes voor koolstofverwijdering. Een belangrijk onderscheid hierbij is of de koolstof tijdelijk of permanent wordt opgeslagen. Er is op termijn in Nederland een relatief groot potentieel voor met name permanente koolstofverwijderingsmethoden, maar het ontwikkelingsniveau van sommige technieken is nog laag.

De opschaling van koolstofverwijdering moet zorgvuldig gebeuren, omdat koolstofverwijdering niet zomaar aansluit bij onze huidige manier van beleid maken en ook risico's met zich meebrengt. Op basis van wetenschappelijke inzichten, in bijzonder het adviesrapport van de Wetenschappelijke Klimaatraad, heeft het kabinet vijf beleidsuitgangspunten geformuleerd om de positieve bijdrage van koolstofverwijdering te maximaliseren en het risico op mogelijke negatieve effecten te minimaliseren. Deze vijf uitgangspunten zijn:

1. *Het reduceren van broeikasgasemissies blijft voorop staan. De inzet hierop mag niet verminderen. Hiermee minimaliseren we ook de afhankelijkheid van koolstofverwijdering.*
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.

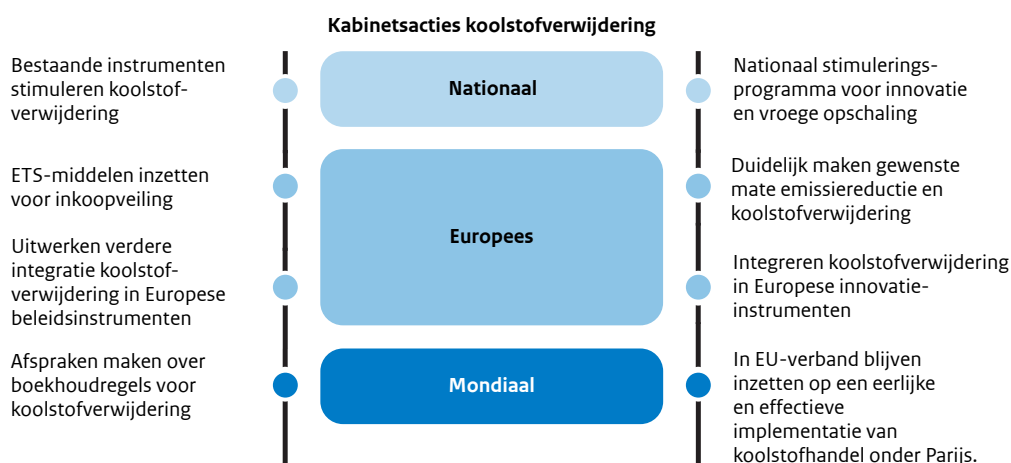
De ontwikkeling van koolstofverwijdering vergt een actieve rol van de overheid. De overheid kan de opschaling van koolstofverwijdering faciliteren door het creëren van vraag, het scheppen van randvoorwaarden voor het functioneren van de markt en het stimuleren van innovatie. De vormgeving van het beleid moet een goede afweging maken tussen enerzijds het benutten van markefficiëntie en anderzijds het minimaliseren van bijkomende ongewenste neveneffecten.

Het kabinet wil dat Nederland de kansen benut van koolstofverwijdering voor het beperken van de opwarming van de aarde, én voor de groene groei van onze economie en samenleving. In de ontwikkeling daar naar toe worden drie in elkaar overlopende fases onderscheiden:

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

Om de bijdrage van koolstofverwijdering te kunnen verwerken in het toekomstige klimaatbeleid en investeringszekerheid te bieden aan partijen, houdt het kabinet 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, oftewel circa 10% van de uitstoot van Nederland in 1990. Dit is bepaald aan de hand van studies naar de toekomstige behoeften en mogelijk aanbod voor koolstofverwijdering en een behoedzame aanpak.

Het Nederlandse koolstofverwijderingsbeleid wordt in lijn met de drie fases ontwikkeld in drie gelijktijdige sporen: i) verstevigen van internationale boekhoudregels, ii) creëren van een Europese koolstofmarkt, en iii) het klaarmaken van Nederlandse bedrijven voor deze koolstofmarkt door nationale innovatie en kennisontwikkeling.



Het kabinet zet zich **internationaal** in voor een gedegen emissieboekhouding rond koolstofverwijdering, zoals het goed kwantificeren van verschillende manieren van koolstofverwijdering in nationale emissieregistraties. Hiervoor zijn duidelijke internationale afspraken nodig. In 2024 zijn op de klimaattop van de Verenigde Naties, COP29, afspraken gemaakt over internationale handel in emissiereductie en koolstofverwijdering onder de Overeenkomst van Parijs die de komende jaren verder geïmplementeerd worden. Nederland spant zich met de EU in voor een markt die transparant opereert, en die bestaat uit projecten die de mitigatie opleveren die ze beloven en positief zijn voor mens en milieu.

Het kabinet kiest ervoor om koolstofverwijderingsbeleid zoveel mogelijk **Europees** vorm te geven omdat hiermee efficiënt en effectief beleid kan worden gerealiseerd. Het kabinet zet zich daarvoor actief in om het Europese beleid te beïnvloeden. Het kabinet kijkt hierbij naar 1) het op Europees niveau duidelijk maken van de gewenste mate van emissiereductie, tijdelijke koolstofverwijdering en permanente koolstofverwijdering in de EU Klimaatwet; 2) het op korte termijn inzetten van ETS-middelen voor een Europese inkoopveiling van koolstofverwijdering en ander normerend en beprijzend beleid, waaronder het uitwerken van een verdere koppeling met het ETS; en 3) het verder integreren van koolstofverwijdering in Europese innovatie-instrumenten.

Tot slot ziet het kabinet een groeimarkt voor koolstofverwijdering en wil het kabinet het **Nederlandse bedrijfsleven** de kans geven hier de vruchten van te plukken. Nederland is goed gepositioneerd om technologieën voor koolstofverwijdering te ontwikkelen en uit te rollen. Daarom zet het kabinet in op het op orde krijgen van de randvoorwaarden en het realiseren van een nationaal stimuleringsprogramma voor innovatie en vroege opschaling, dat zoveel mogelijk gebruikmaakt van de bestaande nationale (en Europese) innovatie instrumenten.

De komende jaren zal de Routekaart Koolstofverwijdering mee worden genomen in het Nederlandse klimaatbeleid en de Europese en mondiale onderhandelingsinzet. Het kabinet zal middels de reguliere kanalen over vervolgstappen en de verdere invulling communiceren.

Leeswijzer

- 1 2 Wat is koolstofverwijdering en waar is het voor nodig?
- 3 4 Hoeveel koolstofverwijdering is nodig en wat is het mogelijke aanbod?
- 5 Wat zijn de uitgangspunten van het Nederlandse koolstofverwijderingsbeleid?
- 6 7 Wat is de rol van de overheid en hoe geeft het kabinet vorm aan het koolstofverwijderingsbeleid?
- 8 Wat doet het kabinet mondiaal?
- 9 Wat doet het kabinet Europees?
- 10 Wat doet het kabinet in Nederland?

Inhoudsopgave

Voorwoord	ii
Samenvatting	iii
1 Doel en afbakening	1
2 De rol van koolstofverwijdering in het tegengaan van klimaatverandering	6
3 De behoefte aan koolstofverwijdering in Nederland en Europa	10
4 Aanbod en technisch potentieel voor koolstofverwijdering	17
5 Uitgangspunten voor beleid	24
6 Rol van de overheid en beleidsopties	30
7 Beleidsvisie en -strategie	36
8 Internationale regelgeving	41
9 Europees beleid	45
10 Nationaal beleid, vroege opschaling en innovatie	51
Annex I: Begrippenlijst	57
Annex II: Boekhouden van koolstofverwijdering (Accounting)	58
Annex III: Mondiale hoeveelheden koolstofverwijdering in scenario's	62
Annex IV: Het advies van de Wetenschappelijke Klimaatraad (WKR)	63
Annex V: Indicatieve tijdlijn	68

1 Doel en afbakening

Samenvatting

- Deze Routekaart geeft een beeld van de noodzaak, vraag naar en het aanbod van koolstofverwijdering. Op basis daarvan biedt het belangrijke randvoorwaarden en uitgangspunten om tot een robuuste integratie van koolstofverwijdering in het klimaatbeleid te komen. Daarop voortbouwend biedt de Routekaart richting voor de ontwikkeling van beleid in komende jaren en een aantal specifieke beleidsmaatregelen die bij kunnen dragen aan verdere techniekontwikkeling en opschaling van koolstofverwijdering in Nederland.
- Nederland en Europa hebben de afgelopen jaren flinke stappen gezet in het verder brengen van ons klimaatbeleid. Hierbij is vooral ingezet op het verminderen van de uitstoot van broeikasgassen (emissiereductie).
- Europa en Nederland kennen echter ambitieuze doelen voor klimaatneutraliteit, die met alleen emissiereductie niet gehaald kunnen worden. Daarom zal, naast emissiereductie, als tweede spoor in toenemende mate gebruik moeten worden gemaakt van koolstofverwijdering, oftewel menselijke activiteiten die koolstofdioxide (CO₂) uit de atmosfeer verwijderen en langdurig opslaan.
- Het gaat hierbij om een breed palet aan methoden, die CO₂ uit de atmosfeer verwijderen en permanent of tijdelijk opslaan en zo de opwarming van de aarde tegengaan of vertragen.
- Koolstofverwijdering kan bijdragen aan het verlagen van onze netto uitstoot, het bereiken van klimaatneutraliteit, én het bereiken van netto negatieve emissies na 2050.
- Koolstofverwijdering staat echter nog in de kinderschoenen. Er is nog ontwikkeling nodig in de beleidsmatige inbedding, technologische gereedheid, en beschikbaarheid van toepassingen van koolstofverwijdering - met name voor permanente methoden.
- Deze Routekaart volgt het onderscheid tussen verschillende koolstofverwijderings-methoden uit de Europese *Carbon Removal and Carbon Farming Certification regulation* (CRCF). Dit uit zich met name in een onderscheid tussen tijdelijke en permanente koolstofverwijdering. Niet alle methoden tellen vooralsnog mee in de emissieboekhouding.

Deze Routekaart Koolstofverwijdering geeft een beeld van de noodzaak, vraag naar en het aanbod van koolstofverwijdering. Op basis daarvan biedt het belangrijke randvoorwaarden en uitgangspunten om tot een robuuste integratie van koolstofverwijdering in klimaatbeleid te komen, en geeft het richting voor de ontwikkeling van het beleid in de komende jaren. Daarmee geeft de Routekaart invulling aan de wens van de Tweede Kamer om tot een integrale beleidsvisie te komen. Nederland bevindt zich in de voorhoede van internationale beleidsontwikkeling op dit onderwerp, en heeft ook in technologisch opzicht een goede positie om een rol te spelen in de doorontwikkeling van methoden. Daarin liggen kansen voor Nederland.

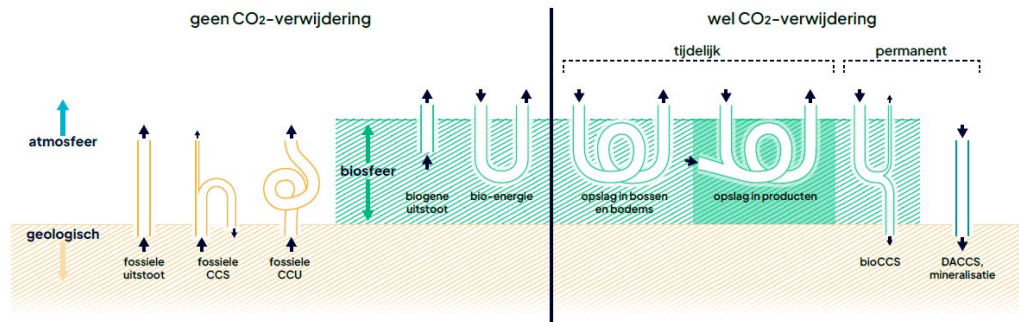
Bij het opstellen van de Routekaart is gebruik gemaakt van advies van de Wetenschappelijke Klimaatraad over koolstofverwijdering. Op 10 juli 2024 heeft de Wetenschappelijke Klimaatraad (WKR) het advies "De lucht klaren?" uitgebracht. Daarin geeft zij advies over uitgangspunten en beleid rond koolstofverwijdering. Dit advies is integraal verwerkt in de Routekaart. De Routekaart is daarmee ook de kabinetsreactie op het advies van de WKR. Annex IV gaat specifiek in op de punten die door de WKR zijn opgebracht.

Koolstofverwijdering omvat alle menselijke activiteiten die koolstofdioxide uit de atmosfeer verwijderen en langdurig opslaan in geologische, aardse of oceanische reservoirs, of in producten.² Er zijn veel verschillende methoden van koolstofverwijdering, zowel via biologische als technisch-industriële routes. Meest bekend zijn bosaanleg en klimaatslim bosbeheer; bio-energie gecombineerd met CO₂-afvang en -opslag (*Bio-Energy with Carbon Capture and Storage*, BECCS)³. Maar er zijn ook andere opties zoals directe afvang van CO₂ uit de lucht (*Direct Air Carbon Capture and Storage*, DACCS) en mineralisatie, waarbij natuurlijke reactie tussen CO₂ en natuurlijk alkalisch gesteente wordt versneld; en opslag van CO₂ in materialen en producten. Voor Nederland lijkt met name het afvangen van biogene

² Dit is in lijn met de IPCC-definitie van koolstofverwijdering als "anthropogenic activities removing carbon dioxide (CO₂) from the atmosphere and durably storing it in geological, terrestrial, or ocean reservoirs, or in products."

³ Zie Annex I voor nadere toelichting.

CO₂ die vrijkomt bij de raffinage van biograndstoffen voor de productie van biobrandstoffen of chemicaliën veelbelovend (in deze Routekaart 'BioCCS' genoemd, om dit daarmee te onderscheiden van BECCS). De schematische duiding van technieken in Figuur 1 geeft een versimpeld beeld van de verschillende typen koolstofverwijdering. Hoofdstuk 4 geeft een nadere duiding van het potentiële aanbod van koolstofverwijdering en de verschillende technieken die daarbij een rol kunnen spelen.⁴



Figuur 1: Duiding permanente en tijdelijke koolstofverwijdering⁵ uit WKR-adviesrapport "De lucht klaren?".

Koolstofverwijdering is nodig op zowel lange, middellange als korte termijn:

1. *Op lange termijn* voor het bereiken van netto negatieve emissies⁶. De hoeveelheid koolstofverwijdering die daarvoor nodig is, is afhankelijk van de mate van overschrijding van mondiale emissiebudgetten en afspraken over de Europese en Nederlandse bijdrage aan compensatie daarvan na 2050.
2. *Op middellange termijn* voor het realiseren van klimaatneutraliteit voor Nederland en in Europa in 2050, waarbij koolstofverwijdering compenseert voor moeilijk te reduceren restemissies.
3. *Op korte termijn* voor het behalen van Europese en nationale emissiereductiedoelen voor 2030 en 2040, als compensatie van emissies die pas op termijn (kunnen) worden gereduceerd.⁷

Hoewel wetenschappelijk en beleidsmatig consensus bestaat dat koolstofverwijdering noodzakelijk is om de klimaatdoelen te behalen, zijn de huidige ontwikkelingen van beleid, standaardisatie en technieken nog niet toereikend.

Op mondiaal, Europees en nationaal niveau zijn ontwikkelingen nodig ten aanzien van (i) het beleidsmatig inbedden van koolstofverwijdering – door bijvoorbeeld regels rond standaardisatie en boekhouding van koolstofverwijdering (zie Annex II); (ii) het creëren van een solide markt en verdienmodel waardoor koolstofverwijdering gefinancierd kan worden, en (iii) het (door)ontwikkelen en drastisch opschalen van technologieën. In 2050 is mondiaal een verdubbeling tot verviervoudiging nodig van de huidige hoeveelheid koolstofverwijdering.⁸ Daarnaast worden nu bijna alleen conventionele, biologische methoden benut, terwijl nieuwe industriële methoden ook nodig zijn. Op dit moment wordt in Nederland buiten de landgebruikssector (bossen, natuur, landbouwbodems) nog geen koolstofverwijdering gerealiseerd⁹.

⁴ In dat kader wordt voortgebouwd op de in september 2024 gepubliceerde Kamerbrief reactie motie Postma over CCS. Kamerstuk 31793-273.
⁵ CO₂-verwijdering kan tijdelijk (in de biosfeer of in producten en materialen) of permanent (in geologische reservoirs en gesteentes) zijn. Processen die fossiele uitstoot (tijdelijk) verminderen (zoals fossiele CCS en CCU) tellen niet als CO₂-verwijdering. De pijlen zijn een versimpeling: zo kan er in de werkelijkheid ook extra (mogelijk fossiele) uitstoot plaatsvinden bij opwek van bio-energie en implementatie van bioCCS, DACCS en mineralisatie. Bron: WKR-adviesrapport "De lucht klaren?".
⁶ Dat we meer broeikasgas uit de lucht verwijderen dan we uitstoten. Bron: WKR-adviesrapport "De lucht klaren?".
⁷ Deze bijdrage is afhankelijk van de gekozen klimaatdoelen, de effectiviteit van emissiereductiemaatregelen en de mate waarin politiek gekozen wordt om bepaalde sectoren bij emissiereductie tijdelijk te ontzien.
⁸ Zie Hoofdstuk 2 voor nadere duiding van de noodzaak en omvang van benodigde koolstofverwijdering.
⁹ Al wordt er al wel ingezet op de ontwikkeling van bijvoorbeeld koolstofverwijdering bij afvalverbrandingsinstallaties.

Koolstofverwijderingsmethoden verschillen sterk van elkaar, met name wat betreft de duur van CO₂-opslag die een techniek biedt. Dit onderscheid is van belang om de integriteit van de koolstofboekhouding te bewaren. Zo wordt bij sommige technieken koolstof slechts tijdelijk vastgelegd, omdat deze koolstof later weer kan vrijkomen. Bij bijvoorbeeld herbebossing kan een bos later weer worden gekapt, afbranden, of door klimaatverandering weer CO₂ loslaten.

De Routekaart hanteert daarom het onderscheid tussen koolstofverwijderingsmethoden voortkomend uit de Europese *Carbon Removal and Carbon Farming Certification regulation (CRCF)*, en zet in op zowel permanente als tijdelijke koolstofverwijdering. De CRCF-verordening bevat definities voor: *permanente koolstofverwijdering* (opslag gedurende een aantal eeuwen); *koolstoflandbouw* (opslag gedurende minimaal 5 jaar plus de monitoringsperiode); *opslag in producten* (opslag gedurende minimaal 35 jaar plus de monitoringsperiode) en *permanente chemische koolstofopslag in producten* (opslag gedurende een aantal eeuwen).

De Routekaart sluit aan op bestaand beleid op mondiaal, Europees, en nationaal niveau.

Op verschillende niveaus zijn er al stukjes van de grotere puzzel die rond dit onderwerp gelegd moet worden. Op mondiaal niveau heeft het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) koolstofverwijdering gedefinieerd.¹⁰ Maar moet handel in *carbon removal credits* onder Artikel 6 van de Overeenkomst van Parijs nog van de grond komen. Op COP29 in Bakoe (Azerbeidzjan) in 2024 zijn daar belangrijke afspraken over gemaakt. Wat betreft accounting van koolstofverwijdering is op mondiaal niveau behoefte aan nieuwe methodologieën (zie Hoofdstuk 8). Op EU-niveau is er i) reeds regelgeving ter stimulering van tijdelijke koolstofverwijdering in de landgebruikssector via de LULUCF-verordening¹¹; ii) een nieuw certificeringsraamwerk dat onder meer kwaliteitscriteria stelt voor koolstofverwijderingsactiviteiten; en iii) een industriële koolstofstrategie, begin 2024 gepubliceerd door de Europese Commissie, die duidt hoe de combinatie van CCS (*carbon capture and storage*) en koolstofverwijdering kan bijdragen aan de decarbonisatie van de industrie richting de Europese klimaatdoelen. In Kader 1 wordt toegelicht hoe koolstofverwijdering meetelt in de nationale en Europese klimaatdoelen.

De in deze Routekaart geïdentificeerde principes en uitgangspunten zijn richtinggevend voor de Nederlandse inzet in de ontwikkeling van nader internationaal en Europees beleid.

Na publicatie van deze Routekaart zullen de verschillende sporen en acties die hieruit voortkomen, worden meegenomen in het bredere klimaatbeleid. Over de voortgang hiervan zal in de reguliere verantwoordingscyclus worden gerapporteerd (met name de klimaatnota).

Kader 1: Hoe telt koolstofverwijdering ten opzichte van nationale en Europese klimaatdoelen?

De Europese Klimaatwet bevat het doel van klimaatneutraliteit in Europa in uiterlijk 2050. Dit betekent dat in 2050 eventuele koolstofverwijdering ter compensatie van restemissies op het grondgebied van de Europese Unie moet plaatsvinden, om aan de Europese Klimaatwet te voldoen.

Omdat koolstofverwijdering nog een relatief nieuw beleidsveld is, is ook de internationale rapportage onder het Klimaatverdrag van de Verenigde Naties (VN) nog niet uitgekristalliseerd. Menselijke ingrepen in het landgebruik – zoals het kappen of planten van bomen – worden al meegerekend als emissie dan wel koolstofverwijdering. Voor andere methoden wordt nog niet gerapporteerd, maar is wel duidelijk hoe koolstofverwijdering (technisch) mogelijk is, zoals bij industriële permanente koolstofverwijdering. Ten slotte zijn er vormen van permanente en tijdelijke koolstofverwijdering die nog niet meetellen, zoals opslag in oceanen en de meeste producten (een uitzondering hierop zijn geogoste houtproducten – die al wel

¹⁰ De IPCC-definieert koolstofverwijdering als “anthropogenic activities removing carbon dioxide (CO₂) from the atmosphere and durably storing it in geological, terrestrial, or ocean reservoirs, or in products.”

¹¹ *Land Use, Land-Use Change and Forestry (LULUCF)*

meetellen). Momenteel wordt in de mondiale accounting geen onderscheid tussen permanente en tijdelijke opslag gemaakt.

De nationale Klimaatwet bevat een netto reductiedoel, waarbij het meerekenen van emissies en koolstofverwijdering de internationale norm volgen. Nederlandse uitstoot valt onder de Europese emissierapportage aan de VN. In beide gevallen zal de boekhouding de in VN-verband geldende regels moeten volgen. In de nationale Klimaatwet is het doel klimaatneutraliteit voor Nederland. Hierbij is eventuele koolstofverwijdering in andere Europese lidstaten dan Nederland mogelijk.

Ten slotte is het door de kruiswerking van nationale, Europese en mondiale regels mogelijk dat sommige emissies of koolstofverwijdering wél voor de ene boekhouding tellen, maar niet voor de andere. Onder de Europese doelen wordt de nationale uitstoot die onder het emissiehandelssysteem (ETS) valt bijvoorbeeld niet meegenomen in de nationale doelen. Maar voor de Nederlandse klimaatdoelen tellen deze ETS-emissies wel mee. Dit kan ook rondom koolstofverwijdering gebeuren, afhankelijk van de keuzes die in de Europese context worden gemaakt (zie ook Hoofdstuk 9). Annex II geeft een nadere duiding van de relevante accountingregels rond koolstofverwijdering, en de uitdagingen die daarmee gepaard gaan.

2 De rol van koolstofverwijdering in het tegengaan van klimaatverandering

Samenvatting

- Koolstofverwijdering zal een belangrijke rol spelen om klimaatverandering tegen te gaan. Het is niet mogelijk om zonder koolstofverwijdering de temperatuurdoelen van 1,5°C- en 2°C uit de Overeenkomst van Parijs te halen.
- Het gaat hierbij wereldwijd in 2050 al om circa 6-9 gigaton koolstofverwijdering per jaar. Flinke opschaling van koolstofverwijdering is daarvoor noodzakelijk.
- Grootschalige beschikbaarheid van koolstofverwijdering is nog onzeker. Door in te blijven zetten op emissiereductie kan de hoeveelheid benodigde koolstofverwijdering sterk beperkt worden. Het is daarom van belang om emissies zoveel mogelijk te minimaliseren.
- Met het oog op de Europese en nationale ambities om na 2050 per saldo meer koolstof uit de atmosfeer te verwijderen dan wordt uitgestoten ('netto negatieve emissies'), is het van belang te zorgen voor ruim voldoende beschikbare capaciteit voor CO₂-opslag op de lange termijn.

Koolstofverwijdering zal een belangrijke rol spelen om klimaatverandering tegen te gaan en de opwarming van de aarde te beperken. Internationaal is er onder de Overeenkomst van Parijs afgesproken dat de opwarming van de aarde wordt beperkt tot ruim onder 2°C, met een duidelijk zicht op het beperken van de opwarming tot 1,5°C.¹² Het IPCC maakt daarom internationale klimaatscenario's over hoe deze temperatuurdoelen kunnen worden bereikt. Deze laten zien dat mondiaal in 2050 reeds 6–9 gigaton en tot het eind van deze eeuw cumulatief minimaal enkele tientallen tot honderden gigatonnen koolstofverwijdering nodig zijn om de 1,5°C- en 2°C-doelen te halen (zie Annex III¹³). Koolstofverwijdering kan op verschillende manieren bijdragen aan het behalen van de temperatuurdoelen: bijvoorbeeld aan temperatuurstabilisatie rond de 1,5°C of 2°C en het terugdringen van de verwachte temperatuuroverschrijding.¹⁴

Uit de klimaatscenario's komt naar voren dat de toepassing van koolstofverwijdering al voor 2050 onvermijdelijk zal zijn om klimaatneutraliteit te bereiken, omdat sommige restemissies technisch niet of niet betaalbaar kunnen worden gereduceerd.¹⁵ Daarnaast wordt voor bijna alle scenario's verwacht dat de mondiale koolstofbudgetten, dat wil zeggen de hoeveelheid CO₂-uitstoot die nog kan worden uitgestoten om een temperatuurdoel te halen, worden overschreden. Om ons in te dekken tegen de risico's van een dergelijke overschrijding, zou de wereld aanzienlijke capaciteit voor koolstofverwijdering moeten ontwikkelen.¹⁶ Een recente studie¹⁷ laat zien dat overschrijding van 1,5°C opwarming tot aanzienlijke onzekerheid leidt wat betreft de verdere temperatuurstijging (die kan veel hoger uitpakken), de gevolgen voor het klimaat en de bijbehorende risico's.¹⁸

De hoeveelheid koolstofverwijdering die nodig is om de internationale temperatuurdoelen te halen is nog onzeker. De gigatonnen koolstofverwijdering die nodig zijn om de opwarming te beperken tot 1,5°C aan het eind van deze eeuw, is afhankelijk van de mate van overschrijding van het koolstofbudget in de jaren vóór klimaatneutraliteit. Bij beperkte overschrijding van het temperatuurdoel (<0,1°C) gaat het om enkele honderden gigatonnen koolstofverwijdering tot het einde van deze eeuw; bij vergaande overschrijding (>0,2°C) kan het gaan om meerdere honderden gigatonnen. Ter vergelijking: de huidige Europese broeikasgasemissies zijn ongeveer 3 gigaton per jaar.¹⁹

¹² Overeenkomst van Parijs, UNFCCC

¹³ Zie ook IPCC 6th Assessment Report Working Group III Summary for Policymakers Tabel 1

¹⁴ WKR (2025), Achtergrondrapport Verantwoord inzetten van tijdelijke CO₂-verwijdering.

¹⁵ IPCC 6th Assessment Report Working Group III Summary for Policymakers

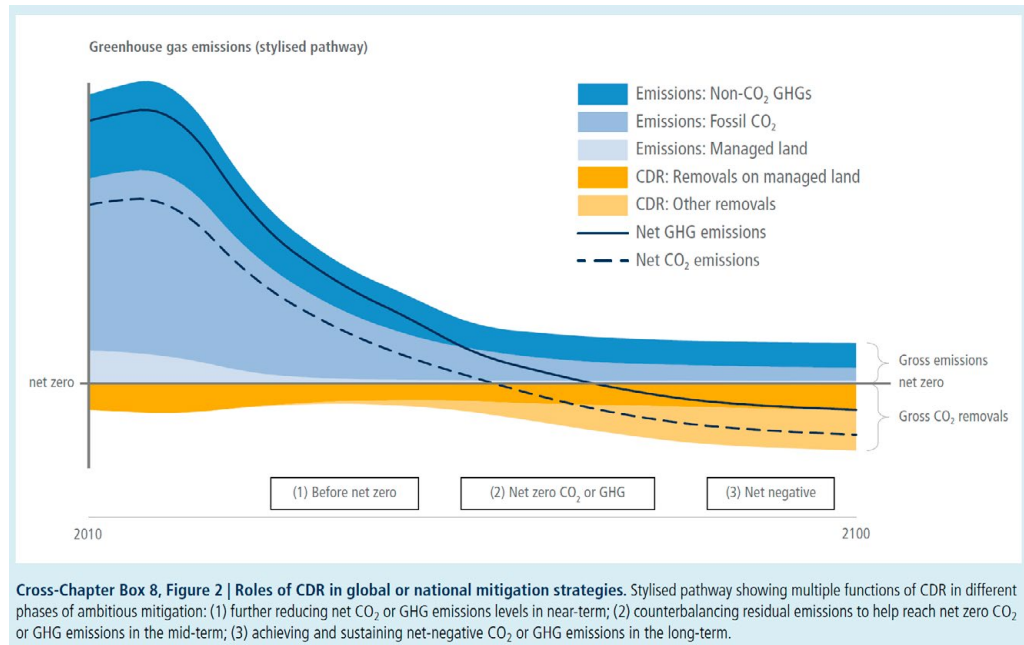
¹⁶ Schleussner, C.-F. et al. (2024) Overconfidence in climate overshoot, *Nature* 634, 366-373, <https://doi.org/10.1038/s41586-024-08020-9>

¹⁷ Schleussner, C.-F. et al. (2024) Overconfidence in climate overshoot, *Nature* 634, 366-373, <https://doi.org/10.1038/s41586-024-08020-9>

¹⁸ Zie voor een toelichting op de verschillende risico's bij 1,5°C opwarming en 2°C opwarming het speciale rapport van de IPCC "Global Warming of 1.5°C"

¹⁹ IPCC 6th Assessment Report Working Group III Summary for Policymakers.

In 1,5-gradscenario's varieert de benodigde hoeveelheid koolstofverwijdering van 0 – 20 gigaton per jaar in 2100. Zie Figuur 2 voor een gestileerde weergave, en Tabel 3 in Annex III voor de hoeveelheden emissiereductie en koolstofverwijdering in verschillende temperatuurscenario's.



Figuur 2: Mondiale broeikasgasemissies en koolstofverwijdering in gestileerde 1,5°C-scenario's (Figuur 2 uit Cross-Chapter Box 8 in het IPCC AR6 WGIII-rapport)

In ieder temperatuurscenario is flinke opschaling van koolstofverwijdering noodzakelijk, maar de grootschalige beschikbaarheid van koolstofverwijdering is nog onzeker. Het is dan ook van belang om emissies zo veel mogelijk te reduceren. Door in te blijven zetten op emissiereductie kan de hoeveelheid benodigde koolstofverwijdering sterk worden beperkt. Momenteel wordt wereldwijd slechts 2 gigaton koolstof per jaar verwijderd.²⁰ De in Tabel 3 in Annex III genoemde getallen betekenen daarmee een flinke opschaling van koolstofverwijdering voor de wereld, Europa en Nederland (zie Hoofdstuk 3). Verreweg het grootste deel van de mondiale koolstofverwijdering wordt nu tijdelijk en met landbeheer gerealiseerd. Slechts 0,1% komt van wat ook wel 'nieuwe' methoden worden genoemd (bijvoorbeeld BioCCS en *biochar*)²¹. In die nieuwe methoden zit mondiaal dan ook de grootste potentie voor opschaling²³. Echter staan de huidige voorstellen van landen voor het opschalen van koolstofverwijdering in groot contrast met de benodigde tientallen gigatonnen. Tot nu toe²⁴ hebben echter slechts 28 landen²⁵ voorstellen voor opschaling van koolstofverwijdering richting 2050 gedaan. In de nationale klimaatplannen die landen onder de Overeenkomst van Parijs moeten indienen, zogenaamde *Nationally Determined Contributions* (NDC's), beloven landen 0,05 tot 0,53 gigaton koolstofverwijdering in 2030, additioneel aan het 2020-niveau²⁶. Dit gaat voornamelijk over koolstofverwijdering door bosaanplant en herbebossing.²⁷

²⁰ *The State of Carbon Dioxide Removal*, 2nd Edition - [The State of Carbon Dioxide Removal \(stateofcdr.org\)](https://www.stateofcdr.org/)

²¹ Een soort 'verkoelde' biomassa, die ook uit reststromen kan worden geproduceerd. Bron: WKR-adviesrapport "De lucht klaren?".

²² *The State of Carbon Dioxide Removal*, 2nd Edition - [The State of Carbon Dioxide Removal \(stateofcdr.org\)](https://www.stateofcdr.org/) en zie Annex I

²³ Volgens *The State of Carbon Dioxide Removal* kan koolstofverwijdering uit landgebruik mondiaal nog maximaal een factor 3 groeien.

²⁴ Juni 2024

²⁵ Waaronder de EU als één partij bij de Overeenkomst van Parijs.

²⁶ Dat was 2,1 (1,5 tot 2,7) Gt CO₂

²⁷ *The State of Carbon Dioxide Removal*, 2nd Edition - <https://www.stateofcdr.org/>

Een mondiale overschrijding van het koolstofbudget heeft ook gevolgen voor de Europese en nationale ambities om na 2050 per saldo meer koolstof uit de atmosfeer te verwijderen dan wordt uitgestoten ('netto negatieve emissies'). Indien dergelijke post-2050 netto negatieve emissies niet meegenomen worden in het bepalen van de benodigde CO₂-opslagcapaciteit, is het mogelijk dat nodige koolstofverwijdering later niet meer kan. Het is van belang te zorgen voor ruim voldoende beschikbare capaciteit voor CO₂-opslag en de verschillende toepassingen die daarvoor worden voorzien. Het bepalen van de benodigde hoeveelheid toekomstige netto negatieve emissies is echter zeer complex. Het hangt af van de mate van overschrijding, wie deze heeft veroorzaakt, en hoe rechtvaardig bepaalde verdelingen worden gevonden.²⁸ Kader 4 in Hoofdstuk 3 gaat daar nader op in.

²⁸ WKR (2024) *De lucht klaren? Advies over uitgangspunten en beleid voor sturing op CO₂-verwijdering uit de atmosfeer.*

3 De behoefte aan koolstofverwijdering in Nederland en Europa

Samenvatting

- De behoefte aan koolstofverwijdering hangt af van de drie verschillende functies: op korte en middellange termijn ter compensatie van restemissies en op lange termijn ter compensatie van een mogelijke overschrijding van het koolstofbudget.
- De hoeveelheid restemissies is bepalend voor de totale behoefte aan koolstofverwijdering. Deze behoefte wordt beperkt als de restemissies zo veel als mogelijk worden gereduceerd. Het bepalen van wat moeilijk te vermijden restemissies zijn betreft echter geen puur techno-economisch vraagstuk, maar is ook een politieke keuze.
- Wat een redelijke bijdrage aan mondiale netto negatieve emissies ter compensatie van overschrijding van het mondiale koolstofbudget is, is niet eenduidig te beantwoorden. Wel is duidelijk dat rekening gehouden moet worden met een aanzienlijke bijdrage, op basis van verantwoordelijkheid en draagkracht; afhankelijk van de gekozen methode zal dat enkele tientallen megatonnen zijn. Deze Nederlandse bijdrage aan mondiale netto negatieve emissies vergt een toekomstige politieke beslissing, die waarschijnlijk in Europees verband genomen zal worden.
- Studies laten een bandbreedte aan verwachte restemissies voor Nederland zien, met in 2050 een ondergrens van ongeveer 10-15 megaton CO₂ eq en een bovengrens van ongeveer 30-40 megaton CO₂ eq. De bovengrens sluit in principe niet aan bij de beleidsinzet om te sturen op het minimaliseren van gebruik van fossiele energiedragers.
- De totale behoefte aan koolstofverwijdering kan wel 30-40 megaton per jaar bedragen als ook de bijdrage aan mondiale netto negatieve emissies ter compensatie van overschrijding van het koolstofbudget wordt meegenomen.

De Europese en Nederlandse behoefte aan koolstofverwijdering hangt van een aantal factoren af.

Ten eerste hangt de hoeveelheid koolstofverwijdering die Nederland nodig heeft af van de drie verschillende functies die koolstofverwijdering kan spelen op de lange, middellange en korte termijn (zie Hoofdstuk 1). Voor de *lange* termijn gaat het om een Nederlandse bijdrage aan mondiale netto negatieve emissies: hoe groot die bijdrage is hangt af van wat we redelijk vinden en de mate van overschrijding van het koolstofbudget, maar rekening moet worden gehouden met enkele tientallen megatonnen per jaar (zie Kader 4). Voor de *middellange* termijn gaat het om compensatie van restemissies (zie Kader 2) om op netto nul emissies uit te komen. In Europa is afgesproken dat in 2050 klimaatneutraliteit binnen Europa gerealiseerd moet worden, wat betekent dat compensatie niet buiten het Europese grondgebied plaats mag vinden. Wel is het mogelijk dat er tussen EU lidstaten gehandeld wordt in koolstofverwijderingskredieten, ter compensatie van restemissies van individuele lidstaten. Zo zou Nederland koolstofverwijderingskredieten aan andere lidstaten kunnen verkopen als het daarvan voldoende beschikbaar heeft, of juist bij andere lidstaten kunnen inkopen als dat niet het geval is. Het nationaal gestelde doel van klimaatneutraliteit voor Nederland in 2050 betekent dat compensatie van restemissies ook buiten Nederland zou mogen plaatsvinden. Ten derde kan er op de *korte termijn* behoefte zijn aan koolstofverwijdering om bij te dragen aan het behalen van Europese en nationale emissiereductiedoelen voor 2030 en 2040 ter compensatie van emissies die om technische of politieke redenen pas op termijn (kunnen) worden gereduceerd.

Kader 2: Wenselijkheid van het ontwikkelen van een definitie van moeilijk te vermijden restemissies

Een heldere definitie van ‘moeilijk te vermijden’ restemissies ontbreekt nog. De pragmatische uitwerking is vaak: wat er overblijft aan emissies in (optimalisatie)scenario's. Er wordt wel eens gesproken over ‘hard-to-abate sectors’ (bijvoorbeeld zware industrie, internationaal transport, landbouw). Ook al betekent het dat die sectoren de (technologische) opties missen om emissies naar nul te reduceren, kan de terminologie de suggestie wekken dat die sectoren helemaal geen mitigatieopties hebben. Dit geldt vaak slechts voor een deel van de emissies. Daarom spreken we hier liever van moeilijk te vermijden restemissies. Wat moeilijk te vermijden is, hangt onder andere af van de beschikbaarheid van technieken of maatregelen voor emissiereductie en de kosten per ton CO₂-equivalent (in verhouding tot de ETS-prijs). Bijvoorbeeld: productieprocessen die niet met lagere emissie-intensiteit kunnen, en waar de broeikasgassen vrijwel niet afgevangen kunnen worden (met een afvang-kostengrens van X EUR per ton).

Naast beschikbaarheid van opties en kosten gaat het echter ook om politieke keuzes met betrekking tot hoe onze economie er in 2050 uitziet (zie ook Klimaatplan 2025-2035): hoeveel ruimte is daarin voor bijvoorbeeld landbouw, industrie en luchtvaart? Broeikasgasemissies van melkkoeien (enterische fermentatie) zijn namelijk biologisch onvermijdbaar, maar hoeveel melkkoeien in Nederland kunnen worden gehouden is een politieke keuze. Grootschalig elektrisch vliegen of volledig vliegen op biogene of synthetische brandstoffen is technisch-economisch niet realistisch voor 2040 waardoor restemissies in deze sector blijven en voor klimaatneutraliteit gecompenseerd moeten worden, maar het aantal vluchten kan wel beïnvloed worden. Daarom definieert de WKR in haar achtergrondrapport ‘Verantwoord inzetten van tijdelijke CO₂-verwijdering’ uitstoot als ‘moeilijk te vermijden’ *“als deze technisch zeer moeilijk of onmogelijk te vermijden is, gegeven de beschikbare middelen en technologie, en als deze uitstoot voortkomt uit een activiteit die wenselijk is op grond van zwaarwegende economische of maatschappelijke redenen”*. Beschikbaarheid van technieken, kosten en politieke haalbaarheid van volumemaatregelen kunnen echter veranderen met de tijd, bijvoorbeeld vanwege technologische en maatschappelijke ontwikkelingen.

Restemissies zijn dus niet eenduidig te definiëren; tegelijkertijd is het wel wenselijk dat er een definitie komt, liefst op Europees niveau, zoals ook aanbevolen door de WKR. Uitgangspunt daarbij is dat koolstofverwijdering en emissiereductie niet gelijkwaardig zijn en dat restemissies daarom geminimaliseerd dienen te worden tegen maatschappelijk verantwoorde kosten. Dimensies die in ieder geval aan bod zouden moeten komen in de definitie van restemissies zijn technologisch, economisch, biologisch, sociaal-cultureel, politiek en ecologisch. De uitwerking van de definitie zou bovendien dynamisch moeten zijn; wat vandaag technologisch, economisch of maatschappelijk onmogelijk is, hoeft dat namelijk over 20 jaar niet nog te zijn.

De hoeveelheid restemissies is bepalend voor de totale behoefte aan koolstofverwijdering.

De totale behoefte aan koolstofverwijdering wordt beperkt als de restemissies zo veel als mogelijk worden gereduceerd. Dit moet wel vanuit een maatschappelijk kostenbatenperspectief bekeken worden. De kosten van de allerduurste emissiereductieopties zullen mogelijk niet opwegen tegen de maatschappelijke baten. In dit soort gevallen kan koolstofverwijdering een functie hebben om klimaatneutraliteit te bewerkstelligen tegen maatschappelijk verantwoorde kosten. Het bepalen van de hoeveelheid restemissies is geen puur techno-economisch vraagstuk, maar ook een politieke keuze (zie Kader 2).

De Europese verwachte restemissies zijn minimaal 360 megaton CO₂ equivalenten per jaar in 2050.

De *European Scientific Advisory Board on Climate Change* (ESABCC) schat de Europese restemissies in 2050 tussen de 390 en 1.165 megaton CO₂eq per jaar. De Europese impact assessment voor het 2040-doel gaat op basis van modellering²⁹ uit van 411–416 megaton CO₂eq per jaar in 2050 in de basisscenario's, en 360 megaton CO₂eq per jaar in 2050 in het LIFE-scenario, dat gedragsverandering meeneemt. Ter vergelijking rekent de impact assessment op 391 megaton CO₂eq aan koolstofverwijdering per jaar

²⁹ Met PRIMES, GAINS, en GLOBIOM.

in 2040 en 447 megaton CO₂eq koolstofverwijdering per jaar in 2050, voornamelijk door koolstof-landbouw, maar in toenemende mate via BECCS en directe afvang en opslag van atmosferische CO₂ (Direct Air Carbon Capture and Storage, DACCS).

Scenariostudies laten een grote bandbreedte aan verwachte restemissies voor Nederland zien (10-40 megaton), met een ondergrens van ongeveer 10-15 megaton CO₂eq in 2050. Hoe meer restemissies er zijn, bijvoorbeeld veroorzaakt door luchtvaart, landgebruik en landbouw, hoe groter de vraag zal zijn naar compensatie door middel van koolstofverwijdering. Bandbreedtes van restemissies in 2050 verschillen sterk tussen studies. Deze bandbreedte hangt (onder meer) af van de mate waarin rekening is gehouden met sturing op het minimaliseren van restemissies en gedragsveranderingen. Op basis van bevindingen van onderzoeks- en adviesbureau CE Delft, het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) en de Nederlandse organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek (TNO) blijkt dat er in Nederland minimaal zo'n 10 a 15 megaton CO₂eq (per jaar) aan rest-emissies over blijven in 2050. In deze scenario's is een groot deel van de restemissies afkomstig uit de landbouw en het landgebruik. Hier gaat een afweging omtrent het maatschappelijke belang van deze activiteiten aan vooraf. In die zin is 'handhaven van huidige economische activiteiten' geen gegeven. Volgens Lesschen et al.³⁰ bijvoorbeeld, kunnen de emissies vanuit landbouw en landgebruik in 2035 met 14% tot 39% dalen ten opzichte van het referentiescenario (de Klimaat en Energieverkenning, KEV, uit 2022). In 2050 zouden de emissies uit landgebruik tot vrijwel nul gereduceerd kunnen zijn in het meest optimistische scenario en de resterende emissies uit de landbouw afgenomen tot 10 megaton CO₂eq, op basis van de maatregelen die tot 2035 genomen zijn. Ook het recentere 'Trajectverkenning Klimaatneutraal 2050' van PBL voorziet totale restemissies van dezelfde orde grootte als CE Delft en TNO: tussen de 12 en 17 megaton CO₂eq in 2050, grotendeels bestaande uit methaan en lachgas uit landbouw en landgebruik; daar tegenover staat minimaal 18 megaton CO₂-opslag per jaar (grotendeels uit biogene bronnen)³¹. In een update van de TNO-scenario's (zie Kader 3) zit een vergelijkbare hoeveelheid: 15 (TRANSFORM) tot 40 (ADAPT) megaton CO₂-opslag³², met name ter compensatie van resterende emissies in de industrie en landbouw (ADAPT) en in de industrie en mobiliteit (TRANSFORM).

³⁰ Lesschen, J. P., Arets, E., van Baren, S., Gonzalez-Martinez, A., Jongeneel, R., Reijs, J., Selten, M., Slier, T., Vellinga, T., & Vissers, L. (2023). *Beleidsscenario's voor klimaatmitigatie in landbouw en landgebruik : resultaten voor de AFOLU-sector in 2035*. (Rapport / Wageningen Environmental Research; No. 326). Wageningen Environmental Research. <https://doi.org/10.18174/630137>.

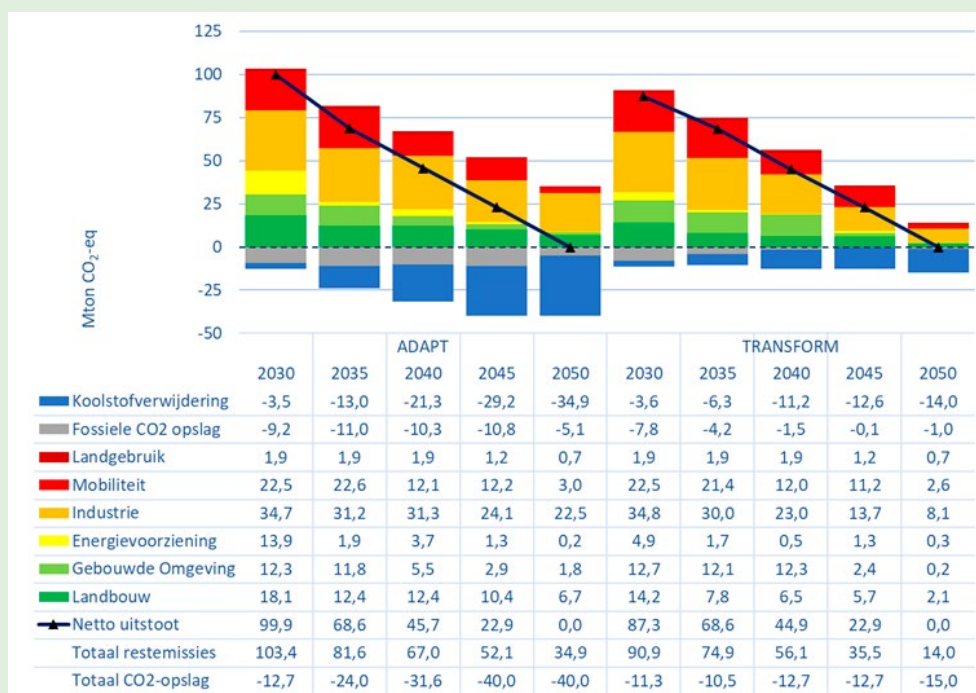
³¹ De hoeveelheid opgeslagen CO₂ in de scenariostudies is niet gelijk aan de hoeveelheid koolstofverwijdering: een deel van de opgeslagen CO₂ is nog fossiel van oorsprong; alleen de CO₂ van atmosferische en biogene oorsprong telt mee als koolstofverwijdering. In de TNO-studie is dit expliciet gemaakt, in de PBL-studie (TVKN) niet. Verder draagt niet alle niet-fossiele CO₂ die in scenariostudies wordt afgevangen (direct) bij aan koolstofverwijdering; alleen dat deel dat duurzaam wordt vastgelegd via ondergrondse opslag of mineralisatie. Een deel wordt gebruikt bij CCU-processen ter vervanging van fossiele CO₂. Koolstofverwijdering is dus het totaal van afgevangen CO₂ min het aandeel fossiele CO₂ en min het aandeel niet-fossiele CO₂ dat wordt gebruikt voor CCU zonder langdurige vastlegging.

³² Scheepers, M., Taminau, F., Smekens, K., Giraldo Chavarriaga, J., Veum, K. (2025) *Koolstofverwijdering in een duurzaam Nederlands energiesysteem - Nadere analyse van ADAPT en TRANSFORM scenario's*, R10245, TNO.

Kader 3: TNO- scenario's ADAPT en TRANSFORM

Voor het verkennen van mogelijke toekomstige transitiepaden voor een duurzaam Nederlands energiesysteem zijn door TNO twee scenario's ontwikkeld, te weten ADAPT en TRANSFORM. Deze scenario's zijn gebaseerd op verschillende toekomstbeelden voor de ontwikkeling van Nederland richting klimaatneutraliteit in 2050, waarbij in ADAPT weinig en in TRANSFORM veel veranderingen in de economische structuur, grondstoffen en leefstijl zijn verondersteld.

In beide scenario's daalt de netto broeikasgasuitstoot tot uiteindelijk nul in 2050, zoals te zien is in Figuur 3. De figuur laat zien welke sectoren verantwoordelijk zijn voor resterende broeikasgasemissies. In 2050 is de omvang van restemissies in ADAPT 34,9 megaton en in TRANSFORM 14,0 megaton. Tegenover de restemissies staat opslag van CO₂ met CCS: 40 megaton in ADAPT en 15 megaton in TRANSFORM. Daarbij gaat het naast biogene en atmosferische ook nog om fossiele CO₂, met name in het ADAPT-scenario (5,1 tegen ongeveer 1,0 megaton in TRANSFORM).



Figuur 3: Prognose restemissies en CO₂-opslag in TNO-scenario's ADAPT en TRANSFORM (TNO, 2025). ADAPT: Nederland en EU halen de doelstellingen voor broeikasgasreductie in 2030 en 2050; Behoud van huidige levensstijl; Industriële productie en economische structuur blijft grotendeels hetzelfde; Nationale en lokale overheden nemen het voortouw; Aanpassing van het energiesysteem en industriële processen om het doel te bereiken; Structurele veranderingen na 2050; Fossiele brandstoffen blijven gebruikt worden in combinatie met toepassing van CO₂-opslag; Geringe ambities om chemicaliën en plastics en bunkerbrandstoffen te verduurzamen. TRANSFORM: Nederland en EU halen de doelstellingen voor broeikasreductie in 2030 en 2050; Sterk milieubewustzijn en gevoel van urgentie in de samenleving leidt tot leefstijlverandering; EU en Nederland stimuleren innovaties; Individuele en collectieve initiatieven door burgers en bedrijven; De overheid heeft een stimulerende en faciliterende rol; Ambitieuze transformatie van het energiesysteem, transitie van energie-intensieve industrie, resulterend in latere industriële productie en energieverbruik, groei van de dienstensector; Een beperkt gebruik van CO₂-opslag; Chemicaliën en kunststoffen op basis van circulaire koolstof, bunkerbrandstoffen worden verduurzaamd.

De bovengrens in deze studies gaat uit van ca. 30-40 megaton CO₂ eq in 2050, maar dat sluit in principe niet aan bij de beleidsinzet om te sturen op het minimaliseren van gebruik van fossiele energiedragers. In sommige scenario's van TNO en PBL zijn de restemissies hoger (bovengrens van ca. 30-40 megaton CO₂ eq) doordat een grotere hoeveelheid resterend fossiel energiegebruik zonder CCS wordt aangenomen. Scenario's met dit uitgangspunt sluiten minder goed aan bij de beleidsinzet voor verduurzaming van de koolstofketen in het Nationaal Plan Energiesysteem, namelijk om te sturen op het minimaliseren van het gebruik van fossiele koolstofdragers. Hier is mede voor gekozen omdat het kabinet niet wil voorsorteren op een te grote afhankelijkheid van koolstofverwijdering. In hoeverre het mogelijk is om het gebruik van fossiele koolstofdragers uit te faseren is echter mede afhankelijk van de internationale beleidscontext en de prijzen en beschikbaarheid van fossiele CCS en koolstofverwijdering.

De totale behoefte aan koolstofverwijdering kan wel 30-40 megaton per jaar bedragen als ook de bijdrage aan mondiale netto negatieve emissies ter compensatie van overschrijding van het koolstofbudget wordt meegenomen. Naast compensatie van restemissies is er ook nog een vraag naar koolstofverwijdering ten behoeve van een Nederlandse bijdrage aan de compensatie van de overschrijding van het mondiale koolstofbudget voor het 1,5-gradendoel (tot mogelijk enkele tientallen megaton per jaar, afhankelijk van de verdeelsleutel). Met die internationale bijdrage kan de benodigde koolstofverwijdering alsnog oplopen richting de bovengrens in de scenario's, maar dit zou een politieke keuze vergen.

Kader 4: Een evenwichtige bijdrage aan mondiale netto negatieve emissies

Als het koolstofbudget voor 1,5°C overschreden wordt, is koolstofverwijdering nodig om de temperatuurstijging terug te brengen naar 1,5°C. Wat een evenwichtige bijdrage van Europa en Nederland aan deze mondiale netto negatieve emissies is, is niet eenduidig vast te stellen. Er zijn namelijk verschillende rechtvaardigheidsprincipes om het mondiale koolstofbudget te verdelen over landen, en ook bij de toepassing daarvan zijn verschillende keuzes te maken.³³ Verantwoordelijkheid, gelijkwaardigheid en draagkracht zijn enkele van zulke principes, die waarschijnlijk op de een of andere manier een rol zullen spelen bij het bepalen van een eerlijke bijdrage (conform het in de Overeenkomst van Parijs gedefinieerde uitgangspunt van *Common But Differentiated Responsibilities and Respective Capabilities, CBDR-RC*).

Voor **Europa** zouden deze principes een 2-3 keer zo grote hoeveelheid koolstofverwijdering ten opzichte van een kostenoptimale verdeling kunnen betekenen.³⁴ Ter illustratie: 23 gigaton opgeslagen CO₂ cumulatief (ten tijde van netto nul CO₂) in een kostenoptimale verdeling, tegenover 49 gigaton opgeslagen CO₂ op basis van draagkracht.³⁵ Een andere manier om verantwoordelijkheid voor koolstofverwijdering te berekenen is de 'net zero carbon debt'-maatstaf^{36 37}. Deze maatstaf kwantificeert relatieve (procentuele) verantwoordelijkheid voor overschrijding van het koolstofbudget. Daartoe vergelijkt het een eerlijk aandeel van het resterende koolstofbudget met verwachte emissies (op basis van huidig beleid of doelen) tot het punt waarop netto nul bereikt wordt, om vast te stellen of een land een koolstofschuld of -tegoed heeft. Data is (nog) niet op het niveau van Nederland beschikbaar; voor Europa ligt de verantwoordelijkheid waarschijnlijk tussen de 10 en 20%.

³³ [Implications of various effort-sharing approaches for national carbon budgets and emission pathways](#)

³⁴ [Fair-share carbon dioxide removal increases major emitter responsibility](#)

³⁵ [Fair distributions of carbon dioxide removal obligations and implications for effective national net-zero targets](#)

³⁶ [Using net-zero carbon debt to track climate overshoot responsibility](#)

³⁷ [Carbon Debt Explorer](#)

Het onderzoeksproject “NEGEM” (*Quantifying and Deploying Responsible Negative Emissions*) heeft een studie gepubliceerd met mogelijke koolstofverwijderingsdoelen voor lidstaten (expliciet geen aanbevelingen), eveneens op basis van historische verantwoordelijkheid, draagkracht en gelijkwaardigheid³⁸. Voor **Nederland** komen zij op cumulatieve hoeveelheden in 2100 van: 1,16 gigaton CO₂ (3,5% van het EU-totaal) op basis van gelijkwaardigheid, 4,53 – 12,05 gigaton CO₂ op basis van verantwoordelijkheid, en 18,58 gigaton CO₂ (5,7% van de EU) op basis van draagkracht. Ter illustratie laat zich dat vertalen naar minimaal (namelijk op basis van gelijkwaardigheid) 23 Mt per jaar als de cumulatieve hoeveelheid gelijk verdeeld wordt over de jaren tussen 2050 en 2100 (dit is echter niet waarschijnlijk: een opschalingspad is logischer). Ook in de Carbon budget explorer⁷³⁹ zijn voor Nederland ordegrottes van **enkele tientallen megatonnen netto negatieve emissies per jaar** te vinden (totale emissies zijn -25 megaton CO₂ eq per jaar in 2050 onder draagkracht en zelfs -50 megaton onder een combinatie van verantwoordelijkheid en gelijkwaardigheid). Een rapport van CE Delft kwam ook op zo’n 10 tot 20 megaton per jaar (voor IPCC-scenariocategorie C1, zie Annex III). Een Nederlandse bijdrage aan mondiale netto negatieve emissies vergt een toekomstige politieke beslissing, die waarschijnlijk in Europees verband genomen zal worden.

³⁸ [Identify Member State Targets for CDR](#)

³⁹ [Carbon Budget Explorer](#)

4 Aanbod en technisch potentieel voor koolstofverwijdering

Samenvatting

- Nederland heeft een relatief groot potentieel voor koolstofverwijdering van meerdere tientallen megatonnen per jaar in 2050. In Nederland is het potentieel voor technisch-industriële routes groter dan het potentieel voor biologische routes. Het ontwikkelingsniveau (TRL) van sommige technisch-industriële routes is echter nog laag.
- Het daadwerkelijke aanbod van koolstofverwijdering hangt af van keuzes over gewenste technieken, de productieketens van die technieken en economische haalbaarheid. De economische haalbaarheid is sterk afhankelijk van beleidspraktijken. Keuzes rondom inzet van niet-fossiele CO₂ voor CCU beïnvloeden ook het aanbod van koolstofverwijdering.
- Het potentieel voor permanente CO₂-opslag met CCS hangt daarnaast af van de ontwikkeling van CO₂-infrastructuur en opslagcapaciteit. Nederland heeft hier veel potentieel, maar dit ontsluiten vergt tijdige opschaling.
- Omdat CO₂-opslag valt onder de Europese interne markt is het mogelijk dat andere landen onze potentiële capaciteit benutten, of wij die van hen. Op langere termijn is een transitie van fossiele CO₂-opslag naar duurzame CO₂-opslag gewenst.
- Elke verwijderingstechniek heeft eigen uitdagingen. Alle vormen die afhankelijk zijn van biograndstoffen leiden tot grootschalige import, met name bij vormen van BECCS. Binnen BECCS kan BioCCS in de vorm van bioraffinage een belangrijke bijdrage leveren, maar die is sterk afhankelijk van productie in Nederland en keuzes op andere beleidsterreinen. Direct Air en Ocean Capture kunnen mogelijk ook een aanzienlijk bijdrage leveren maar deze is nog zeer onzeker.

Er zijn veel verschillende manieren om koolstof te verwijderen, maar de ontwikkelingsniveaus lopen sterk uit een. Koolstofverwijdering kan zowel via biologische als technisch-industriële routes, inclusief BECCS, DACCS en mineralisatie (Zie Figuur 1 in Hoofdstuk 1.) De Wetenschappelijke Klimaatraad geeft in haar adviesrapport een overzicht van het potentieel voor koolstofverwijdering in Nederland (Tabel 1). Deze geeft aanzienlijke verschillen tussen technieken aan, onder andere wat betreft kosten, positieve/negatieve neveneffecten en potentie voor Nederland. Dit betreft zowel technieken voor tijdelijke als permanente koolstofverwijdering.

Nederland heeft een relatief groot koolstofverwijderingspotentieel van tientallen megatonnen per jaar in 2050. Het grootste potentieel bieden BECCS (inclusief BioCCS), mineralisatie en houtbouw. Biologische routes, zoals (her-)bebouwing, bieden ook potentieel maar vergen veel ruimte. In Nederland is het potentieel voor technisch-industriële routes daarom groter dan voor biologische, maar het ontwikkelingsniveau (TRL) van sommige technisch-industriële routes is nog laag.

Routekaart Koolstofverwijdering

Tabel 1: Overzicht van de voor Nederland belangrijkste methoden voor CO₂-verwijdering en hun eigenschappen uit het WKR-adviesrapport "De lucht klaren?" (2024).⁴⁰

Methode	Opslag-duur	Potentieel NL (Mt CO ₂ / jaar)	Ontwikkeling	Kosten (€/tCO ₂)	Belangrijkste positieve bijeffecten	Belangrijkste negatieve bijeffecten
(Her) bebossing	Tijdelijk	0,7	Hoog	50–1000	+ Biodiversiteit	<ul style="list-style-type: none"> • Ruimtegebruik en mogelijke competitie voedselproductie • Risico op niet-duurzame bosbouw
Koolstof-opslag in de bodem	Tijdelijk	0,5–0,9	Hoog	0–50	+ Verbeterde bodemkwaliteit en waterhuishouding	<ul style="list-style-type: none"> • Risico op methaanemissies in veenweidegebieden
Mariene CO₂-opslag	Tijdelijk	Beperkt	Laag-gemiddeld	9 ^a	+ Biodiversiteit + Kustbescherming	
Biochar	Tijdelijk	0,05	Laag-gemiddeld	200–1500	+ Verbeterde bodemkwaliteit	<ul style="list-style-type: none"> • Ruimtegebruik en mogelijke competitie voedselproductie
Houtbouw	Tijdelijk	3,9	Hoog	N/A	+ Lagere uitstoot dan conventionele bouwmaterialen	<ul style="list-style-type: none"> • Risico op inzet niet-duurzame biomassa
Biomaterialen	Tijdelijk	0 ^b	Laag-hoog	60–80	+ Economische waarde	
BECCS	Permanent	22,2 ^c	Gemiddeld–hoog	0–110	+ Energieproductie (BECCS) + Economische waarde (Biobrandstoffen)	
DACCS	Permanent	0 ^d	Laag-hoog	85–540	+ Potentiële bron van synthetische koolstof ^e	<ul style="list-style-type: none"> • Hoog energiegebruik
Mineralisatie	Permanent	5,4	Laag-hoog		+ Economische waarde + Verminderde bodemerosie + Verbeterde waterhuishouding	<ul style="list-style-type: none"> • Hoog (mogelijk fossiel) energiegebruik (voor vermalen en transport) • Mogelijke milieueffecten van mijnen en bij toepassing

- a Op basis van een inschatting voor herstel van *wetlands* (waaronder kwelders) (NEGEM, 2022). Kosten liggen in de Nederlandse context mogelijk (veel) hoger, zie Hoefsloot et al. (2020). NEGEM. (2022). Literature assessment of oceanbased NETPs regarding potentials, impacts and trade-offs. NEGEM. https://www.negemproject.eu/wp-content/uploads/2022/06/NEGEM_D3_5_Literature-assessment-of-ocean-based-NETPs.pdf Hoefsloot, G., van der Jagt, H. A., & van Duin, W. E. (2020). Blue Carbon in Nederlandse kwelders. Kansen voor extra CO₂ vastlegging in kwelders (20-028). Bureau Waardenburg.
- b Er is in tegenstelling tot dit getal wel degelijk potentie, maar de schattingen van CE Delft/PBL gaat uit van een stabiele hoeveelheid vastgelegde groene koolstof in de economie per 2050. Dat geeft dan geen groei meer.
- c Dit is het potentieel voor de 'BECCS' en 'biochemie met CCS'-routes samen, exclusief staalproductie volgens Hisarna. Het realistisch potentieel voor bioCCS is sterk afhankelijk van aannames over het aanbod van duurzame biomassa. Niet alle technieken zijn hier meegenomen zoals biovergisting en superkritische watervergassing i.c.m. CCS
- d Dit omvat ook Direct Ocean Capture (DOC). Zie verdere toelichting onder DACC in tekst.
- e Als de afgevangen CO₂ wordt gebruikt voor bijvoorbeeld brandstoffen (DACCU), dan telt het niet meer als CO₂-verwijdering.

⁴⁰ 'Potentieel NL' gaat over het realistisch Nederlands potentieel in 2050, 'Kosten' gaat over de verwachte kosten in 2050. Ontwikkelingsstatus is op basis van technology readiness level (TRL): laag (TRL van 1 tot 5), gemiddeld (TRL van 6 of 7) of hoog (TRL van 8 of 9). Bron: WKR-adviesrapport "De lucht klaren?".

Het daadwerkelijke aanbod van koolstofverwijdering hangt af van keuzes over gewenste technieken, de productieketens van die technieken en economische haalbaarheid. Voor de productieketens zijn bijvoorbeeld de inzet van biograndstoffen of de bestemming van afgevangen CO₂ relevant. De economische haalbaarheid is, naast technische kosten, sterk afhankelijk van beleidsprikkels. De neveneffecten van koolstofverwijderingstechnieken vragen om zorgvuldige afweging tussen de waarde van koolstofverwijdering en de waarde van aangrenzende beleidsdoelen.

Het potentieel voor koolstofverwijdering met permanente CO₂ opslag middels CCS hangt daarnaast af van de ontwikkeling van CO₂-infrastructuur en opslagcapaciteit. Deze infrastructuur en opslagcapaciteit wordt momenteel in Europa ontwikkeld in het kader van CCS-projecten, maar zowel BECCS als DACCS gaan ook van deze capaciteit gebruikmaken. In de Kamerbrief reactie motie Postma over CCS wordt de ontwikkeling van deze CO₂-opslagcapaciteit behandeld: drastische opschaling is ook in dit domein nodig. Het totale Nederlandse geologisch potentieel voor CO₂-opslag wordt geraamd op 1700 megaton, wat overeenkomt met de opslag van de eigen emissies van enkele tientallen jaren. De Kamerbrief reactie motie Postma over CCS vraagt aandacht voor de noodzaak om een evenwicht te vinden tussen het realiseren van voldoende CO₂ transport en opslaginfrastructuur in Nederland en elders in Europa en voldoende ruimte beschikbaar te houden voor andere toepassingen op het Nederlandse deel van de Noordzee zoals visserij en windparken. In de Kamerbrief reactie motie Postma over CCS is tevens aangegeven dat opslag van in Nederland afgevangen CO₂ ook elders binnen de EU en de EER kan plaatsvinden.

Nederland is onderdeel van een geïntegreerde Europese CO₂-afvang, -transport en -opslagmarkt. Europese regelgeving begrenst de beleidsruimte van Nederland om voorwaarden te stellen aan de inzet van opslagcapaciteit. Volgens de CCS-richtlijn (artikel 21) moet toegang tot de transportnetwerken en tot opslaglocaties voor permanente CO₂-opslag op een transparante en niet-discriminerende manier aan derden verleend worden, met als doel eerlijke en open toegang. Dit houdt in dat het niet mogelijk is CO₂ te weren op basis van de (binnen- of buitenlandse) herkomst van CO₂, noch, zonder meer, de aard van de bron (fossiel of atmosferisch). In Nederland is deze eis geïmplementeerd in de Mijnbouwwet (artikel 32).

Enerzijds betekent deelname aan de Europese markt dat de Nederlandse overheid zeer beperkt mag ingrijpen in deze markt; anderzijds ontsluit het de opslagcapaciteit van andere landen zoals Denemarken en Noorwegen. Het opslagpotentieel in deze landen wordt geraamd op tientallen gigatonnen. Ook in het Verenigd Koninkrijk zou mogelijk in de toekomst Nederlandse CO₂ kunnen worden opgeslagen. Wanneer broeikasgassen in Nederland worden afgevangen en in het buitenland worden opgeslagen, telt de verwijdering of emissiereductie voor Nederland. Naar verwachting is er tot 2050 in Nederland en elders in Europa voldoende opslagcapaciteit om zowel fossiele CO₂ als atmosferische CO₂ op te slaan.⁴¹ Er dient echter ook opslag te worden geborgd voor netto negatieve emissies na 2050, voortkomend uit internationale afspraken.

Op de korte termijn is opslag van fossiele CO₂ belangrijk voor het halen van de klimaatdoelen. Op langere termijn is een transitie naar in toenemende mate opslag van biogene/atmosferische CO₂ gewenst. Beleidskaders voor koolstofverwijdering moeten rekening houden met de vroege ontwikkelfase waarin de CCS-markt zich nog bevindt, en verdere ontwikkeling naar een volwassen CCS-markt niet onnodig belemmeren. Tegelijkertijd kan de ontwikkeling van beleid rond koolstofverwijdering de CCS-markt stimuleren indien aan koolstofverwijdering een waarde wordt toegekend. Daarmee kan de afnemersmarkt voor CO₂-transport en -opslagdiensten groeien. Waar opslag van fossiele CO₂, met name daar waar betaalbare fossielvrije productie mogelijk is, gezien wordt als een transitietechnologie, biedt opslag van niet-fossiele CO₂ de CCS markt een meer langdurig perspectief. Op basis van de huidige EU CCS-regelgeving kan geen onderscheid worden gemaakt naar soort CO₂ (fossiel of biogeen): in toekomst richting 2050 is dat mogelijk wel wenselijk.

⁴¹ CE Delft (2023). *Koolstofverwijdering voor klimaatbeleid: Analyse van behoefte, aanbod en beleid voor negatieve emissies in Nederland*. Delft: CE Delft.

Koolstofvastlegging in producten is een vorm van CCU die mogelijk kan bijdragen aan tijdelijke koolstofverwijdering. Voorbeelden hiervan zijn *biobased* bouwen, productie van kunststoffen en opslag in chemicaliën. Hierbij gelden een aantal voorwaarden: de koolstof moet tenminste 35 jaar worden vastgelegd (in lijn met het CRCF), de monitoring moet geborgd zijn, en de relatie met andere beleidsterreinen en maatschappelijke waarde moet zijn gewogen. Bij toepassingen die een kortere levensduur hebben zoals bijvoorbeeld de toepassing van CO₂ bij de productie van frisdranken leidt vervanging van fossiele koolstof door atmosferische of biogene koolstof wel tot emissiereductie, maar is er geen sprake van koolstofverwijdering.

Keuzes rondom inzet van niet-fossiele CO₂ voor CCU beïnvloeden ook het aanbod van koolstofverwijdering. CCU (zowel in de vorm van tijdelijke opslag als in het vervangen van fossiele producten) en permanente opslag concurreren om toevoer van niet-fossiele CO₂ (zie Hoofdstuk 5, Tabel 2). Het is dus noodzakelijk om een gedegen afweging te maken tussen de voordelen van CCU (vervangen fossiele grondstoffen, economische waarde van producten) en permanente CO₂-opslag. Het uitgangspunt in het NPE is om in te zetten op het minimaliseren van het fossiele koolstofgebruik, onder meer met CCU daar waar het fossiele grondstoffen kan vervangen. CCU heeft onder die voorwaarden prioriteit boven koolstofverwijdering, omdat hiermee emissies worden voorkomen en de behoefte aan koolstofverwijdering ook wordt ingeperkt. Desalniettemin zijn er ook synergiën en technologieën waarbij CCS en CCU niet twee uitsluitende opties zijn. Zo kan in de chemie koolstof eerst hergebruikt worden en de CO₂ die vrijkomt in het proces afgevangen en opgeslagen worden. Of kan de in de producten opgeslagen koolstof tijdens de afvalfase alsnog worden afgevangen en opgeslagen. Ook kan via CCU niet alleen tijdelijke maar ook permanente koolstofverwijdering realiseren, bijvoorbeeld wanneer de CO₂ via mineralisatie wordt gebonden in bouwproducten.

Daarnaast vergen alle koolstofverwijderingsroutes gebaseerd op biograndstoffen grootschalige import van biograndstoffen. Het nationale aanbod aan biograndstoffen is immers beperkt vergeleken met de verwachte nationale vraag voor diverse toepassingen, waaronder koolstofverwijdering richting 2050. Het is daarom van belang om in te zetten op technieken waarbij koolstofverwijdering kan worden gecombineerd met een hoogwaardige inzet van biograndstoffen en op ontwikkeling van koolstofverwijderingstechnieken die niet gebaseerd zijn op biograndstoffen. Daarnaast is de hoeveelheid vrijkomende CO₂ uit bioraffinage sterk afhankelijk van de processen en de schaal waarop deze in Nederland plaatsvinden. Op het moment dat ruwe biograndstoffen worden geïmporteerd en in Nederland worden verwerkt tot biobrandstoffen en chemicaliën (bijvoorbeeld middels vergassing), komt daar relatief veel CO₂ bij vrij. Gaat het echter om de import van tussenproducten (halfabricaten zoals methanol) die in Nederland worden omgezet tot biobrandstoffen of chemicaliën, dan is er sprake van andere processen waar doorgaans minder CO₂ bij vrijkomt. Welke typen processen en in welke mate bioraffinagecapaciteit in Nederland tot stand zal komen is nog sterk onzeker en afhankelijk van diverse technische en economische factoren.

Ondanks het technisch potentieel speelt BECCS op basis van verbranding van biograndstoffen naar verwachting een beperkte toekomstige rol. In het Nationaal Plan Energiesysteem en het Duurzaamheidskader biograndstoffen wordt gesteld dat vanwege de schaarste aan duurzame biograndstoffen, laagwaardige toepassingen (onder andere opwek van elektriciteit) zoveel mogelijk moeten worden afgebouwd. Vanuit dit perspectief is grootschalige inzet van BECCS ten behoeve van koolstofverwijdering niet wenselijk. Dit zou ten koste gaan van emissiereductie door vervanging van fossiele grondstoffen elders. Bovendien wordt de meerwaarde van elektriciteitsproductie uit BECCS steeds vaker beperkt door inzet van zon en wind en op termijn een toename van kernenergie en past grootschalige toepassing van BECCS daarmee ook niet goed in het toekomstige elektriciteitssysteem. Om die redenen ligt ondersteuning van grootschalige BECCS niet voor de hand en speelt BECCS ondanks het potentieel naar verwachting een beperkte toekomstige rol. Dat neemt niet weg dat er geen verbod op BECCS bestaat en wanneer de productie van energie en CO₂ voldoende winstgevend zijn, een BECCS-centrale privaat tot stand kan komen.

Op middellange tot lange termijn heeft BECCS in de vorm van bioraffinage de meeste potentie. Duurzame biograndstoffen zijn echter schaars en het is onzeker op welke schaal bioraffinage in Nederland zal plaatsvinden.⁴² CCS bij bioraffinage lijkt binnen de categorie BioCCS de optie met de minste meerkosten en de meest hoogwaardige inzet van biograndstoffen: er worden niet alleen biograndstoffen en bio-chemicaliën geproduceerd, maar er komt (hoewel afhankelijk van de gekozen productieroutes) ook zuivere CO₂ vrij.⁴³ Ook bij het opwaarderen van biogas naar groen gas komt zuivere CO₂ vrij die inzetbaar is voor koolstofverwijdering. Omdat groen gasinstallaties vaak een kleinere schaal hebben, zijn de volumes per installatie kleiner, waardoor de relatieve kosten hoger zijn. Op de totale groengasambities van het Rijk gaat het echter om aanzienlijke volumes. BioCCS-technieken vereisen echter nog opschaling en de meest bepalende factor voor de toekomstige bijdrage is of verwerking van biograndstoffen tot biograndstoffen in Nederland zal plaatsvinden. Een bijzondere vorm van BECCS (niet meegenomen in tabel 1) is superkritische watervergassing i.c.m. CCS. Dit is een techniek waarbij gebruik wordt gemaakt van water op hoge temperatuur en hoge druk (superkritische fase), om natte organische rest- en afvalstromen zoals rioolslib, groenafval en mest uiteen te laten vallen in gassen zoals methaan (groen gas), waterstof en CO₂, die kunnen worden afgevangen. Bij permanente opslag van die biogene CO₂ kan superkritische watervergassing worden ingezet voor koolstofverwijdering. Deze techniek wordt in Nederland door SCW Systems en GasUnie ontwikkeld met name t.b.v. groen gasproductie en bevindt zich nu in de demonstratiefase.

Op lange termijn kan DACCS een grote bijdrage leveren maar het potentieel is zeer onzeker. In de CE Delft studie is op grond van de hoge veronderstelde kosten (orde 600 euro per ton CO₂) en energiebehoefte geen potentieel in Nederland verondersteld (zie Tabel 1). In sommige scenario's van PBL komt toepassing van DACCS wel voor tot 6 megaton per jaar in 2050. Daarbij wordt nog steeds uitgegaan van hoge kosten. Nieuwe studies laten echter zien dat een kostendaling van DACCS richting de orde van enkele honderden euro per ton haalbaar is, hoewel een 100 dollar per ton benchmark te ambitieus lijkt.⁴⁴ De kostenranges die de WKR, 2024 (85–540 euro per ton CO₂) en State of CDR-2, 2024 (200–1000 dollar per ton CO₂) aangeven bevestigen dit. De daadwerkelijke kosten zijn echter ook afhankelijk van lokale omstandigheden zoals de beschikbaarheid en kosten van duurzame energie (of restwarmte) en mogelijkheden en kosten voor opslag van CO₂. Het potentieel binnen de draagkracht van het energiesysteem is voor DACCS daarom onzeker.

Ook maritieme koolstofverwijdering zoals Direct Ocean Capture kan op termijn een bijdrage leveren, maar ook die is nog onzeker. Direct Ocean Capture (DOC/DOCCS) is een nieuwe indirecte vorm van DACCS. Daarbij wordt de CO₂ met elektrochemische technieken uit zeewater gehaald om vervolgens te worden benut voor CCU of te worden vastgelegd via CCS. Daarmee daalt de concentratie in het zeewater waardoor het zeewater weer CO₂ uit de atmosfeer opneemt.⁴⁵ Het TRL-niveau van deze technieken is laag tot gemiddeld - in het stadium van pilots/demo's – waaronder enkele in Nederland (SeaO₂, Brineworks). In beginsel zijn deze bij offshore toepassingen goed opschaalbaar, maar afhankelijk van lokale capaciteit voor offshore PV of wind. De kosten zijn nog onzeker, maar claims zijn dat bij toepassing op schaal deze tot rond de 100 dollar per ton afgevangen CO₂ kunnen uitkomen.

⁴² In deze Routekaart omvat BioCCS zowel i) bioraffinage met CCS ten behoeve van biograndstoffen, als ii) Biochemie met CCS. Zie ook de begrippenlijst in Annex I.

⁴³ PBL (2024). *Trajectverkenning Klimaatneutraal 2050. Trajecten naar een klimaatneutrale samenleving voor Nederland in 2050*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

⁴⁴ IEA, 20022, Young et al., 2023; Sievert, Schmidt en Steffen, 2024

⁴⁵ Er zijn andere mariene koolstofverwijderingsmethoden die hier niet verder worden beschouwd, met name vanwege de lage TRL-niveau's en/of nog onbekende maar mogelijk grote risico's voor ecosystemen, zoals chemische CO₂-vastlegging via toevoeging van alkalische stoffen en kunstmatige opwelling van nutriënten of ijzerbemesting (waarvoor een moratorium geldt onder het Verdrag inzake Biologische Diversiteit).

Potentieel voor landgebaseerde (biologische) methoden voor koolstofopslag is in Nederland beperkt. In tegenstelling tot andere Europese landen is de Nederlandse landgebruikssector een netto uitstoter.⁴⁶ Nederland heeft beperkt ruimte om landgebaseerde (biologische) methoden op grote schaal te realiseren. In Europees verband is er relatief meer capaciteit voor biologische koolstofopslag in andere landen dan in Nederland. Op lange termijn bestaat de kans dat de landgebruiksector, door de gevolgen van klimaatverandering op ecosystemen, een netto bron wordt van uitstoot.⁴⁷

⁴⁶ Nederland heeft een (positief) LULUCF-doel van 4,5 megaton restemissie in 2030. Sommige andere Europese landen hebben een negatief LULUCF-doel.

⁴⁷ [Global burned area increasingly explained by climate change | Nature Climate Change](#)

5 Uitgangspunten voor beleid

Samenvatting

- Het kabinet maakt gebruik van vijf uitgangspunten om de positieve bijdrage van koolstofverwijdering te maximaliseren en negatieve effecten als geheel te minimaliseren. Deze uitgangspunten benutten de meest actuele inzichten van de wetenschap:
 1. Het reduceren van emissies blijft prioriteit om de afhankelijkheid van koolstofverwijdering zoveel mogelijk te minimaliseren;
 2. Langlevende broeikasgassen worden zoveel mogelijk gecompenseerd met permanente koolstofverwijdering; kortlevende broeikasgassen kunnen met zowel permanente als tijdelijke koolstofverwijdering worden gecompenseerd.
 3. Alleen vormen van koolstofverwijdering met een robuuste methodologie voor kwantificatie in de emissieboekhouding worden benut, waarbij de inzet is CO₂-opslagcapaciteit zo hoogwaardig mogelijk te gebruiken;
 4. Koolstofverwijderingsbeleid sluit zoveel mogelijk aan bij andere beleidsdoelen zoals voor natuur, voedsel, energie, watervoorziening, biograndstoffen, circulariteit, verdienvermogen en minimaliseren van fossiel koolstofgebruik;
 5. Beleid 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.

Het kabinet maakt op basis van de inzichten uit de voorgaande hoofdstukken, gebruik van vijf uitgangspunten om de positieve bijdrage van koolstofverwijdering te maximaliseren en negatieve effecten als geheel te minimaliseren. Deze uitgangspunten benutten de meest actuele inzichten van de wetenschap. Deze adresseren het effect van (beleid voor) koolstofverwijdering op (beleid voor) emissiereductie, de complexe relatie tussen nu uitstoten en (tot) veel later opslaan, effecten van verschillende koolstofverwijderingsmethoden op andere beleidsdoelen, en tot de slot de rol die Nederland kan spelen in Europese en mondiale context.

Uitgangspunt 1: Het reduceren van emissies blijft prioriteit om de afhankelijkheid van koolstofverwijdering zoveel mogelijk te minimaliseren.

Alle uitstoot verhoogt de atmosferische concentratie van broeikasgassen en vergroot zo het klimaatprobleem. Koolstofverwijdering kan een belangrijke bijdrage leveren door moeilijk vermijdbare of historische uitstoot weer te compenseren, maar het blijft van belang om niet alleen te dweilen maar ook de kraan dicht te draaien. Daarom richt deze Routekaart zich op het goed inbedden van koolstofverwijdering in het klimaatbeleid en het opschalen van de koolstofverwijderingscapaciteit over de tijd, zonder dat dit ten koste gaat van inzet op emissiereductie⁴⁸. Daarnaast vindt het kabinet in lijn met de WKR (zie Annex IV) dat het verstandig is om de afhankelijkheid van koolstofverwijdering te minimaliseren vanwege de onzekere toekomstige beschikbaarheid ervan. Tegelijkertijd zal opschaling van koolstofverwijdering in gang gezet moeten worden, omdat inmiddels duidelijk is dat we niet helemaal zonder kunnen. Dit betekent dat koolstofverwijderingsbeleid wordt gehanteerd als aanvulling op emissiereductiebeleid.

⁴⁸ De prioriteit van emissiereductie geldt niet zonder meer voor fossiel CCS. Hoewel opslag van fossiel CO₂ een essentieel onderdeel vormt van het beleid gericht op emissiereductie, geldt daarvoor dat een blijvend grote inzet ongewenst is, omdat het niet in lijn is met het richting 2050 minimaliseren van het gebruik van fossiele grondstoffen en hoogwaardige inzet van geologische opslagcapaciteit (zie uitgangspunt 3).

Uitgangspunt 2: Langlevende broeikasgassen worden zoveel mogelijk gecompenseerd met permanente koolstofverwijdering; kortlevende broeikasgassen kunnen met zowel permanente als tijdelijke koolstofverwijdering worden gecompenseerd.

Het kabinet kiest er voor om fossiele restemissies en langlevende broeikasgassen zoveel mogelijk te compenseren met permanente koolstofverwijdering. Tijdelijke koolstofverwijdering⁴⁹ wordt in hoofdzaak ingezet ter compensatie van kortlevende broeikasgassen, zoals bij biogeen methaan. Daarmee kiest het kabinet voor een minder strenge interpretatie van het equivalentiebeginsel⁵⁰ dan de WKR, maar ze neemt de argumenten van de WKR wel mee in de verdere beleidsafweging. De WKR is van opvatting dat op basis van dat equivalentiebeginsel tijdelijke koolstofverwijdering (onder voorwaarden) alleen voor kortlevende en biogene uitstoot kan worden ingezet en nooit ter compensatie van langlevende en fossiele uitstoot (zie Annex IV). De WKR schetst haar bevindingen aan de hand van de klimaateffecten en risico's van individuele tijdelijke verwijderingsprojecten. De risico's van tijdelijke verwijdering kunnen echter ook worden ondervangen door op nationaal niveau veranderingen in koolstofvoorraden bij te houden, waarbij verliezen van bestaande tijdelijke vastleggingsprojecten kunnen worden overgecompenseerd met nieuwe vastleggingsprojecten. Hiermee blijft het mogelijk tijdelijke koolstofverwijdering onder voorwaarden ook ter compensatie van langlevende uitstoot in te zetten.

Een overweging voor deze keuze is dat de bestaande emissieboekhoudregels meer toe staan dan de WKR adviseert. Deze staan namelijk toe dat tijdelijke koolstofverwijdering door menselijke ingrepen in het landgebruik in mindering mag worden gebracht op de uitstoot van alle broeikasgassen. Dat is niet in lijn met het equivalentiebeginsel van de WKR. Aanpassing van de emissieboekhoudregels is echter niet eenvoudig, omdat ze internationaal worden vastgesteld. In het beleid hoeft echter niet gekozen te worden om alles wat volgens de bestaande boekhoudregels kan, ook toe te staan. In het bestaande EU-beleid is al voor beperkingen gekozen: er is een apart netto koolstofverwijderingsdoel voor de EU LULUCF-sector voor 2030, koolstofverwijdering kan niet worden ingezet binnen het Europese Emissiehandelssysteem (EU ETS) en op lidstaatniveau mag netto koolstofverwijdering in de LULUCF-sector maar beperkt bijdragen aan het nationale doel onder de *Effort Sharing Regulation* (ESR) voor 2030.

Het kabinet wil het equivalentiebeginsel op Europees niveau toepassen in de vormgeving van de EU Klimaatbeleid (zie ook Hoofdstuk 9). Daarnaast kijkt het kabinet ook hoe op lange termijn de mondiale emissieboekhoudregels met name voor tijdelijke koolstofverwijdering kunnen worden verbreed en versterkt (zie Hoofdstuk 8). Zo vallen geogoste houtproducten volgens bestaande emissieboekhoudregels al onder de definitie van biogene koolstofreservoirs in de LULUCF-verordening; producten van niet-houtige gewassen, zoals vezelgewassen, van schimmels en biokunststoffen nog niet. Om de koolstofopslag in deze 'biobased' producten ook mee te kunnen tellen zijn aanvullende internationale emissieboekhoudregels nodig. Nederland zet zich in om dergelijke aanvullingen voor tijdelijke vastlegging te realiseren, met borging van de klimaatbijdrage van deze vormen van koolstofopslag.

Daarbij wil dit kabinet de mogelijkheden onderzoeken welke (beleids)instrumenten ingezet kunnen worden om de risico's van tijdelijke koolstofverwijdering zoveel mogelijk te mitigeren. Zoals eerder aangegeven zitten er risico's aan tijdelijke koolstofverwijdering in de boekhouding. Er zijn echter een aantal mogelijkheden om deze risico's te minimaliseren zodat tijdelijke koolstofverwijdering zo lang mogelijk blijft bijdragen. Gedacht kan worden aan duidelijke garantie en herstelafspraken in contracten met bosbeheerders en bijvoorbeeld het verplichten van 'buffers' of verzekeringen voor

⁴⁹ De Routekaart Koolstofverwijdering maakt een onderscheid tussen tijdelijke (35-100 jaar) en permanente vormen van koolstofverwijdering (>100 jaar). Dit sluit aan bij het in Hoofdstuk 1 en 2 geduide noodzakelijke onderscheid tussen permanente en tijdelijke koolstofverwijdering.

⁵⁰ Zie begrippenlijst en Annex IV over het WKR advies over koolstofverwijdering

vormen van tijdelijke koolstofverwijdering. Dit soort instrumenten kunnen bijdragen aan een grotere inzet van tijdelijke koolstofverwijdering dan anders het geval was geweest. Het maakt de inzet op permanente koolstofverwijdering echter niet minder belangrijk.

Uitgangspunt 3: Alleen vormen van koolstofverwijdering met een robuuste methodologie en boekhouding worden benut, waarbij de inzet is CO₂-opslagcapaciteit zo hoogwaardig mogelijk te gebruiken.

Koolstofverwijdering kent veel verschillende methoden die op verschillende manieren koolstof opslaan en verschillende voor- en nadelen met zich meebrengen. Om koolstofverwijdering goed in te bedden in het klimaatbeleid, moet duidelijk zijn wat de bijdragen van deze verschillende methoden zijn. Goede monitoring, verificatie en risicomitigatie zijn cruciaal om te kunnen controleren of de hoeveelheid vastgelegde koolstof hetzelfde blijft, wat vereist dat de toe te passen methoden meetbaar zijn⁵¹. Het gelijktrekken van verschillende (tijdelijke en permanente) koolstofverwijderingsmethoden vereist daarnaast rekenmethoden waarmee de kwaliteit en kwantiteit tussen verschillende verwijderingstechnieken geharmoniseerd wordt. De uitwerking van de Europese *Carbon Removal and Carbon Farming Certification* verordening (CRCF) biedt een voorbeeld van hoe dit in de praktijk gebracht kan worden. En ook de VN-gereguleerde koolstofmarkt onder de Overeenkomst van Parijs levert standaarden op het gebied van methodologie en boekhouding voor koolstofverwijderingsactiviteiten.

Daarnaast is (snelheid in opschaling van) de totale beschikbaarheid van CO₂-opslag en transportcapaciteit in Nederland en Europa van groot belang voor koolstofverwijdering.

Permanente koolstofverwijdering gaat zorgen voor extra vraag naar CO₂-transport en -opslagcapaciteit. Het is belangrijk om te zorgen dat er tijdig voldoende CO₂-opslag en -transportcapaciteit gerealiseerd wordt om in de vraag naar koolstofverwijdering te voorzien. De huidige marktordering van de CCS-markt is een business-to-business-markt op Europese schaal die tevens nog in een ontwikkelingsfase zit. Het uitgangspunt van het huidige CCS-beleid is de juiste randvoorwaarden te creëren voor de tijdige realisatie van een CCS-infrastructuur door marktpartijen. Momenteel is het op basis van Europese wetgeving niet toegestaan om bij de opslag van CO₂ onderscheid te maken tussen fossiele en atmosferische CO₂. Op termijn zou dit wel wenselijk kunnen zijn, om voldoende opslagcapaciteit voor koolstofverwijdering te borgen. Op (midden)lange termijn, met de nadere ontwikkeling van de rol van koolstofverwijdering, of indien de markt zich anders ontwikkelt dan verwacht, kan het CCS-beleid en -instrumentarium worden heroverwogen. Hiervoor is het ook van belang welk beleid op EU niveau wordt ontwikkeld, zoals de (aangekondigde) EU-regelgeving voor CO₂-transport. Daarom is het van belang de vinger aan de pols te houden en te monitoren of deze markt zich wel zodanig ontwikkelt dat het ook kan voldoen aan de (toekomstige) vraag van koolstofverwijdering.

Uitgangspunt 4: Koolstofverwijderingsbeleid sluit zoveel mogelijk aan bij andere beleidsdoelen zoals voor natuur, voedsel, energie, watervoorziening, biograndstoffen, circulariteit, verdienvermogen en minimaliseren van fossiel koolstofgebruik.

De grote verschillen tussen koolstofverwijderingsmethoden betekenen ook dat deze elk andere neveneffecten hebben op andere beleidsdoelen, zowel positief als negatief. Hierdoor heeft beleid voor koolstofverwijdering automatisch een sterke verbintenis met andere beleidsterreinen. Om ongewenste effecten op andere beleidsterreinen te vermijden, dienen deze neveneffecten steeds mee te worden genomen in de beleidsafweging over koolstofverwijdering.

Neveneffecten van koolstofverwijdering spelen met name bij de transitie naar een klimaatneutraal energiesysteem, de transitie naar een circulaire economie, landbouw, landgebruik, natuur en biodiversiteit en in het Nederlands verdienvermogen (zie Hoofdstuk 4 voor een overzicht van methoden en Tabel 2 voor een overzicht van de relaties). Deze relaties zijn niet statisch, maar zullen veranderen met de tijd en het volwassen worden van het koolstofverwijderingsbeleid. Verder is

⁵¹ Zie Annex II voor een duiding van koolstofboekhouding, monitoring en verificatie.

het noodzakelijk dat voor koolstofverwijdering - net als bij andere verduurzamingstechnieken - maatschappelijk draagvlak bestaat. De ontwikkeling van koolstofverwijdering zal naast economische kansen ook geld kosten. Dit alles vereist niet alleen een nationaal gesprek over bijvoorbeeld de kosten en baten van koolstofverwijdering, maar ook een rechtvaardige en omgevings-inclusieve aanpak in bijvoorbeeld projectontwikkeling.

Tabel 2: Duiding van neveneffecten van koolstofverwijdering. Koolstofverwijdering kent vele neveneffecten; onderstaande tabel geeft een niet-limitatief overzicht van de belangrijkste neveneffecten en aandachtspunten vanuit verschillende beleidsterreinen.⁵²

Relevant beleidsterrein:	Hoe koolstofverwijdering het beleidsterrein raakt:	Komt terug bij de volgende methoden:
Klimaatneutraal energiesysteem	Technieken als o.a. Direct Air Capture en mineralisatie hebben een relatief hoge vraag naar duurzame energie. Toepassing van deze routes moet daarom passen binnen de randvoorwaarden van het energiesysteem. Andersom is het potentieel aan biogene CO ₂ voor koolstofverwijdering deels afhankelijk van de ontwikkelingen binnen het energiesysteem, zoals bio-raffinagecapaciteit.	DACCS, mineralisatie, BECCS, BioCCS
Circulaire economie, klimaatneutraal energiesysteem en koolstof-management	<p>Concurrentie om duurzame koolstof: koolstofverwijdering concurreert met andere duurzame toepassingen van biomassa en CO₂. Duurzame koolstofbronnen (duurzame biograndstoffen, secundaire grondstoffen (recycalaat) en niet-fossiele CO₂) zullen een belangrijke rol blijven spelen in het verminderen van onze afhankelijkheid van (geïmporteerde) kolen, olie en gas. Dit speelt voornamelijk bij de transitie naar een klimaatneutraal energiesysteem, specifiek daar waar een overstap op elektriciteit, waterstof of warmte niet of moeilijk haalbaar is.</p> <p>Ten behoeve van een circulaire economie zal duurzame koolstof ook nodig zijn als grondstof voor o.a. de chemie en de bouwsector, ter vervanging van fossiele en andere minerale delfstoffen. Wanneer niet-fossiele koolstof wordt benut als grondstof (niet-energetisch) – bijvoorbeeld in bioplastic – vindt tijdelijke koolstofverwijdering plaats. Daarnaast kent ook de glastuinbouw al een vraag naar duurzame CO₂ voor emissie-reductie. Het permanent opslaan van niet-fossiele koolstof bij bijvoorbeeld BioCCS moet dan ook altijd goed worden afgewogen tegen alternatieve toepassingen van duurzame koolstof. Met name omdat het voorkomen van fossiele uitstoot altijd betekent dat er geen emissies hoeven te worden gecompenseerd.</p> <p>Opschaling van CO₂-opslagcapaciteit: Koolstofverwijdering gaat zorgen voor extra vraag naar CO₂-transport en -opslagcapaciteit. Het is belangrijk om te zorgen dat er tijdig voldoende CO₂-opslag en -transportcapaciteit gerealiseerd wordt om in de vraag naar koolstofverwijdering te voorzien. De vraag is mede afhankelijk van de ontwikkelingen in het energiesysteem en daarbinnen het afbouwpad voor fossiel koolstofgebruik. Zie nader Hoofdstuk 3.</p>	BioCCS, gebruik in producten, <i>biobased</i> bouwen, DACCS, BECCS

⁵² De relevante neveneffecten per techniek worden tevens in een overzicht geduid in Tabel 1 in Hoofdstuk 4.

Relevant beleidsterrein:	Hoe koolstofverwijdering het beleidsterrein raakt:	Komt terug bij de volgende methoden:
Landbouw en landgebruik	Voor veel vormen van permanente koolstofverwijdering worden biograndstoffen gebruikt. Productie van biograndstoffen heeft een ruimtelijke impact. Naar verwachting zal een deel van de vraag naar biograndstoffen met import worden ingevuld. Daarnaast is het van belang dat de balans tussen duurzaamheid en een houdbare business case ook bij het telen van biograndstoffen in de benodigde hoeveelheden geborgd blijft. Ook de aanleg van bossen en koolstofvastlegging in bodems, zoals door blijvend grasland, en CCS (die om ruimte concurreert met wind op zee) hebben een ruimtelijke impact.	BECCS, BioCCS, gebruik in producten, <i>biobased</i> bouwen, planten van bomen, opslaan van CO ₂ in bodems
Natuur en biodiversiteit	Tijdelijke opslag en permanente opslag middels biograndstoffen hebben respectievelijk directe en indirecte effecten op de natuurhuishouding en biodiversiteit, zowel nationaal als internationaal. Om te voorkomen dat koolstofverwijdering natuur- en biodiversiteitsbeleid tegenwerken, moeten deze integraal meegewogen worden.	BECCS, BioCCS, gebruik in producten, <i>biobased</i> bouwen, planten van bomen
Competitief en duurzaam verdienvermogen	Zoals vermeld in Hoofdstuk 10 is Nederland sterk gepositioneerd om ons kennisstelsel en industriële ervaring om te zetten in economische activiteiten. Dit geldt zowel voor de ontwikkeling en patentering van nieuwe technieken, als voor het uitrollen van koolstofverwijdering. Zo kan inzet op koolstofverwijdering een positief neveneffect hebben op groene groei en het Nederlands verdienvermogen.	BECCS, BioCCS, gebruik in producten, <i>biobased</i> bouwen, planten van bomen, opslaan van CO ₂ in bodems, DACCS

Uitgangspunt 5: Beleid 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.

Vanwege het internationale karakter van deze uitdagingen en noodzakelijke inbedding in Europees en mondiaal klimaatbeleid en klimaatboekhouding, wordt het koolstofverwijderingsbeleid bij voorkeur Europees en mondiaal uitgerold. Met name het EU-niveau biedt een goede balans tussen voldoende schaal en voldoende snelheid om de benodigde regels en kaders vast te stellen. Daarnaast is relevant dat veel elementen van koolstofverwijdering reeds onder EU-beleid vallen, zoals LULUCF en de CCS-markt. Door beleid op EU-niveau wordt ook een ongelijk speelveld vermeden, en kan een Europese koolstofverwijderingsmarkt ontstaan. Niettemin kan het nuttig zijn om in anticipatie op Europees koolstofverwijderingsbeleid nationaal beleid te voeren om de innovatie en eerste opschaling van deze sector op gang te brengen, zodat het toekomstig verdienvermogen kan worden opgebouwd, zie ook Hoofdstuk 10.

De bovenstaande vijf beleidsuitgangspunten zijn meegenomen bij deze Routekaart. In de volgende hoofdstukken vormen zij daarom steeds de kern van de afwegingen over onder meer beleid, beoogde koolstofverwijderingscapaciteit, en gekozen instrumenten.

6 Rol van de overheid en beleidsopties

Samenvatting

- Zonder een rol van de overheid is niet te verwachten dat de opschaling van koolstofverwijdering zal optreden die nodig is om de klimaatdoelen te halen. De beoogde ontwikkeling van koolstofverwijdering vergt daarom een actieve rol van de overheid.
- De overheid heeft instrumenten nodig om 'bij te kunnen sturen' en ongewenste uitkomsten rond koolstofverwijdering te voorkomen.
- Er zijn verschillende vormen van overheidsinterventies en instrumenten denkbaar. De overheid kan de opschaling van koolstofverwijdering faciliteren door het stimuleren van innovatie, het creëren van vraag naar koolstofverwijdering en het scheppen van randvoorwaarden voor het functioneren van de markt voor koolstofverwijdering.
- Interventies die koolstofverwijdering koppelen aan bestaande beleidsinstrumenten kunnen helpen om snel tot regulering en een business case voor koolstofverwijdering te komen, maar kunnen ook voor onverwachte dynamische effecten zorgen.
- In de vormgeving van het koolstofverwijderingsbeleid moet een afweging worden gemaakt tussen het benutten van markt-efficiëntie en het vermijden van een te grote inzet van koolstofverwijdering en bijkomende ongewenste externe effecten.

Het kabinet ziet een cruciale rol voor de overheid in de ontwikkeling van koolstofverwijdering.

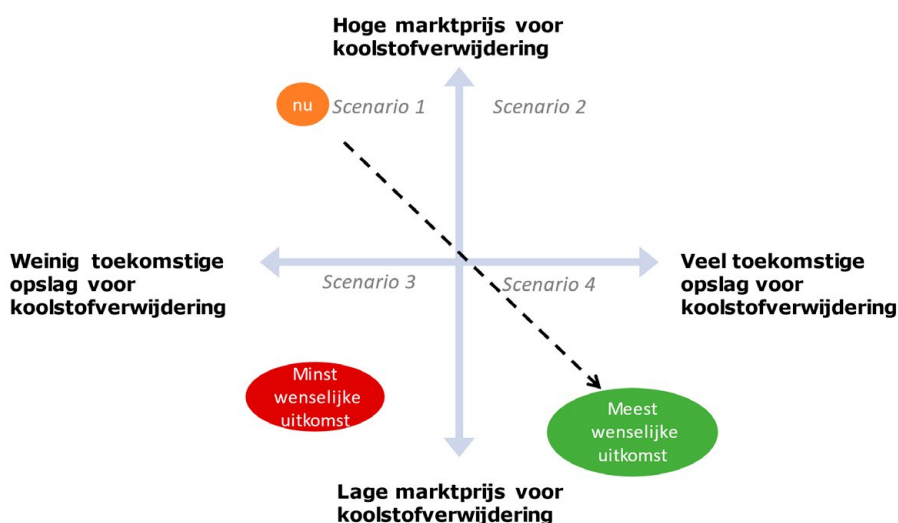
De ontwikkeling van permanente koolstofverwijdering staat nog in de kinderschoenen. Er is onduidelijkheid aan de aanbodkant over de beschikbare opslagruimte en de kosteneffectiviteit van verschillende technologieën, en aan de vraagkant over de benodigde hoeveelheid koolstofverwijdering in de toekomst, onder andere vanwege de te verwachten restemissies. Op dit moment wordt de ontwikkeling van koolstofverwijdering in hoofdzaak gedreven door de vrijwillige koolstofmarkt. Zonder een actieve rol van de overheid is echter niet te verwachten dat de opschaling van koolstofverwijdering die nodig is om de klimaatdoelen te halen zal optreden. Dit wordt ook aangegeven door de WKR (zie Annex IV), die benadrukt dat de vrijwillige markt voor koolstofverwijdering ongeschikt is om de benodigde schaal en kwaliteit van koolstofverwijdering te realiseren.⁵³

Zonder overheidsinterventies zijn er onvoldoende prikkels voor grootschalige koolstofverwijdering.

Ten eerste zorgt het huidige vrijwillige karakter van de koolstofverwijderingsmarkt ervoor dat verdienmodellen voor innovatie en het opschalen van koolstofverwijderingsprojecten uitblijven. Verdienmodellen ontstaan alleen als er voldoende zekerheid is omtrent de ontwikkeling van de vraag naar koolstofverwijdering en de voorwaarden voor het creëren en benutting van koolstofverwijderingskredieten. Alleen de overheid kan met regulering voldoende vraag naar koolstofverwijdering creëren. Ten tweede ontbreken de randvoorwaarden voor opschaling van koolstofverwijdering, zoals voldoende infrastructuur en opslagruimte en duidelijke regelgeving rond vergunningverlening en certificering voor de verschillende technologieën. Daardoor is het nu voor zowel aanbieders als potentiële kopers nog onduidelijk of en hoe koolstofverwijdering ingezet kan worden binnen bestaande instrumenten, zoals het EU ETS, om aan klimaatregulering te voldoen.

Het is aan de overheid om de huidige situatie met een hoge prijs voor koolstofverwijdering en weinig zekerheid over opslagcapaciteit om te draaien. Beleid is nog beperkt ontwikkeld en is onduidelijk over de lange termijn ontbreekt. Er is hierdoor weinig zekerheid over de permanente opslagcapaciteit en de kosten van koolstofverwijdering zijn hoog, met name in vergelijking tot de ETS-prijs en de reductiekosten van sommige bedrijven (zie scenario 1 in 4). Alleen met een duidelijk verdienmodel zullen er meer investeringen plaatsvinden (lees: opschaling), kunnen technieken worden doorontwikkeld en schaalvoordelen worden aangeboord.

⁵³ WKR (2024). Adviesrapport "De lucht klaren?" (<https://www.wkr.nl/documenten/rapporten/2024/07/10/adviesrapport-de-lucht-klaren>)



Figuur 4: Scenario's voor de marktprijs (verticale as) en toekomstige opslagcapaciteit (horizontale as) voor koolstofverwijdering.

De overheid heeft instrumenten nodig om 'bij te kunnen sturen' en ongewenste uitkomsten rond koolstofverwijdering te voorkomen. Voor de ontwikkeling van koolstofverwijdering is het ongewenst dat de marktprijs voor koolstofverwijdering laag is en de toekomstige capaciteit schaars blijkt te zijn (scenario 3).⁵⁴ In dat geval zal er in de economie te veel worden ingezet op koolstofverwijdering in plaats van te investeren in verduurzaming, terwijl er veel onzekerheid is over de opslagcapaciteit, met risico's op problemen in latere jaren. In economisch opzicht is scenario 3 ook geen logisch evenwicht: indien het prijsmechanisme goed functioneert (dat wil zeggen, op basis van de juiste informatie) zal schaarste immers in beginsel corresponderen met een hoge prijs. De overheid heeft een rol om te borgen dat we van de huidige situatie (scenario 1) naar een goed functionerende markt (scenario 4) bewegen, en te voorkomen dat we onverantwoord veel op koolstofverwijdering leunen (scenario 3). Tegelijkertijd moet de overheid hierbij ook voorkomen dat zij te restrictief beleid voert of onvoldoende opschaling stimuleert en in scenario 2 terecht komt, waarbij er veel potentie is voor koolstofverwijdering, maar deze onvoldoende benut wordt.

Er zijn verschillende vormen van overheidsinterventies en instrumenten denkbaar om te komen tot een volwaardige koolstofverwijderingsmarkt. Kader 5 schetst enkele mogelijkheden. Het kabinet zal de komende jaren op nationaal niveau vooral inzetten op beleid gericht op specifieke randvoorwaarden voor koolstofverwijderingsbeleid (zie Kader 6), zoals de regels voor het meetellen van koolstofverwijdering in de nationale emissieregistratie (zie Hoofdstuk 8) en stimulering van innovatie en opschaling (zie Hoofdstuk 9 en 10). Voor het creëren van een internationale koolstofverwijderingsmarkt, de wisselwerking met emissiereductie en de uitrol van koolstofverwijdering zet het kabinet in op Europees beleid, waarbij het kabinet een duidelijke inzet zal formuleren (zie Hoofdstuk 9). Daarnaast is ook overheidsbeleid nodig om te zorgen dat de opschaling op een duurzame en maatschappelijk verantwoorde wijze plaatsvindt. De overheid zal moeten voorkomen dat koolstofverwijdering op gespannen voet komt te staan met andere beleidsdoelen, emissiereductie verdringt of in de kern niet bijdraagt aan een transitie naar een structureel duurzame en klimaatneutrale economie. Tot slot bepaalt de instrumentkeuze ook waar uiteindelijk de verantwoordelijkheid en de rekening van koolstofverwijdering komen te liggen. In theorie zijn er verschillende opties: de huidige vervuiler, de historische vervuiler of de huidige of toekomstige belastingbetaler. In de keuze daarin zullen ook verdelingseffecten en maatschappelijk draagvlak moeten worden meegenomen.

⁵⁴ Dit kan de situatie zijn wanneer blijkt dat de opslagcapaciteit van onder andere gasvelden is onderschat – iets wat nu nog onzeker is.

Kader 5: Een greep uit mogelijke beleidsinstrumenten voor koolstofverwijdering

1. Het creëren van randvoorwaarden voor het functioneren van de markt voor koolstofverwijdering.

- **Implementatie van een certificeringsraamwerk voor koolstofverwijdering:** Een raamwerk van betrouwbare monitoring, rapportage en verificatie is nodig om de kwaliteit van certificaten te waarborgen. De basis is gelegd door de Europese Commissie met CRCF.
- Coördinatie in uitzoek van benodigde infrastructuur: Bij het aanleggen van infrastructuur voor transport van CO₂ kunnen coördinatieproblemen optreden tussen verschillende partijen. Ook is aansluiting op buurlanden van belang. De overheid kan een rol spelen in het initiëren, coördineren en de financieren van het aanleggen van de benodigde infrastructuur.
- **Stimulering van aanbod van koolstofverwijdering:** koolstofverwijdering is nu nog relatief duur en schaars. Tegelijkertijd duren koolstofverwijderingsprojecten lang om van de grond te krijgen. De overheid kan ervoor kiezen om het aanbod van koolstofverwijdering te stimuleren, bijvoorbeeld via subsidies gericht op innovatie (DEI) of opschaling (SDE++).

2. Het stimuleren van de vraag naar koolstofverwijdering:

- **'Belonen' van koolstofverwijdering via een parallel en soortgelijk ETS-systeem of via integratie binnen het ETS:** Vervuilende bedrijven kunnen bijvoorbeeld verplicht worden om naast ETS-rechten ook koolstofverwijderingscertificaten af te nemen (buiten ETS), kunnen een korting krijgen op de benodigde ETS-rechten wanneer zij investeren in koolstofverwijdering (binnen ETS) of kunnen aan hun ETS-verplichtingen voldoen door eenheden te kopen van aanbieders van koolstofverwijdering (binnen ETS). Dit kan ook worden gekoppeld aan een centrale koolstofbank of de afname van koolstofverwijderingscertificaten door de overheid (zie hieronder).
- **Uitstoters verplichten om koolstofverwijderingscertificaten te kopen:** De overheid kan via normering opleggen dat uitstoters verplicht koolstofverwijderingscertificaten moeten kopen. Dit past bij het principe 'de vervuiler betaalt', omdat koolstofverwijdering noodzakelijk is door de historische uitstoot. Voorbeelden zijn de Californische *Carbon Removal Development Act* (voor uitstoters) en de *Carbon Take Back Obligation* (voor producten van fossiele brandstoffen). Zie voor verdere toelichting: WKR (2024) - De lucht klaren?. Afhankelijk van de vormgeving kan dit leiden tot een hogere impliciete prijs van uitstoot, wat beurtelings kan leiden tot een lagere prijs in het ETS.
- **Overheid geeft garanties of koopt certificaten voor toekomstige afname:** Om de markt op gang te krijgen kan de overheid direct de vraag stimuleren door garanties af te geven of koolstofverwijderingscertificaten te kopen, zoals gesuggereerd door de WKR. Dat kan bijvoorbeeld via een inkoopveiling. Zie voor verdere toelichting Annex IV en WKR (2024) - De lucht klaren?. Ook een potentiële centrale koolstofbank kan certificaten inkopen. Dit kan ook worden gekoppeld aan bestaande instrumenten, door bijvoorbeeld de inkomsten uit het ETS te benutten.
- **Overheid investeert zelf in opschaling:** De overheid kan ook direct middels publieke investeringen of via een deelneming koolstofverwijderingsprojecten opzetten.

3. Het waarborgen van emissiereductie naast koolstofverwijdering:

- **Vaststellen van bruto emissiereductie voor sectoren:** De overheid stuurt jaarlijks met normerende en beprijzende maatregelen om sectordoelen te behalen. Inspanningen t.a.v. koolstofverwijdering van sectoren tellen hiervoor niet mee. De overheid zou er ook voor kunnen kiezen om koolstofverwijdering deels mee te laten tellen voor de sectordoelen. Bijvoorbeeld door het aantal megatonnen koolstofverwijdering dat elke sector mee mag tellen te maximeren.
- **Opzetten van een onafhankelijke centrale koolstofbank:** Een centrale koolstofbank kan de hoeveelheid ruimte voor emissies beheren door dit te koppelen aan het opkopen van meer of minder verwijderingscertificaten. Een centrale koolstofbank fungeert daarmee als een soort 'noodrem' door bij schaarse emissieruimte meer certificaten op te kopen. Dit kan ook minder 'zwaar' worden uitgevoerd, door bijvoorbeeld al een basispad voor emissieruimte in wetgeving op te nemen.
- **Via normering en/of belastingen voorkomen dat de prijs van koolstofverwijdering kunstmatig laag uitvalt:** koolstofverwijdering kent zowel positieve als negatieve externe effecten en kan ten koste van prikkels voor emissiereductie gaan. De overheid kan op verschillende manieren de prijs van het verwijderen van een ton CO₂ beïnvloeden en daarmee inspelen op de hoeveelheid koolstofverwijdering die ingezet mag worden om emissies te compenseren.

In de vormgeving van het koolstofverwijderingsbeleid moet een afweging worden gemaakt tussen het benutten van markt-efficiëntie en het vermijden van een te grote inzet van koolstofverwijdering en bijkomende ongewenste externe effecten. Uit Kader 5 blijkt dat er verschillende vormen van private en publieke verantwoordelijkheid denkbaar zijn in de koolstofverwijderingsmarkt. In algemene zin geldt dat een grotere overheidssturing en -regulering en een minder vrije rol voor marktpartijen meer regie geeft, waardoor er sterker gestuurd kan worden op de hoeveelheid koolstofverwijdering en hoe koolstofverwijdering wordt toegepast. Risico's op verdringing van emissiereductie, dubbeltellingen en ongewenste externe effecten van koolstofverwijdering kunnen zo het sterkst gemitigeerd worden. Wanneer de overheid minder sterk stuurt en meer leunt op marktmechanismen en private partijen (bijvoorbeeld door grotere mate van integratie van koolstofverwijdering in het ETS), zullen deze risico's groter worden. Tegelijkertijd kan op deze manier meer gebruik gemaakt worden van concurrentie, en creativiteit van ondernemingen, wat doorgaans leidt tot meer efficiëntie en innovatie. Daardoor kunnen koolstofverwijderingsprojecten sneller van de grond komen en meer opleveren, technologieën sneller doorontwikkeld worden en de maatschappelijke kosten van het klimaatbeleid lager uitvallen.

Daarnaast geldt dat interventies die koolstofverwijdering koppelen aan bestaande beleidsinstrumenten kunnen helpen om snel tot regulering en een business case voor koolstofverwijdering te komen, maar ook voor onverwachte dynamische effecten kunnen zorgen. Zo kan bijvoorbeeld worden gekozen om koolstofverwijdering volledig te koppelen aan het ETS door bedrijven die koolstof verwijderen één-op-één nieuwe uitstootrechten te laten creëren. Hierdoor is het voor bedrijven meteen duidelijk dat als ze koolstof verwijderen dit binnen het ETS kunnen verwaarden. Tegelijkertijd is de marktprijs niet alleen gebaseerd op de vraag en het aanbod in het nu, maar ook de verwachtingen over de toekomst. Deze verwachtingen zijn al sterker gevormd voor emissies dan voor koolstofverwijdering. Wanneer koolstofverwijdering gekoppeld wordt aan emissies, is het mogelijk dat onzekerheid over de toekomstige kosten van koolstofverwijdering nu een verstorend effect heeft op de emissieprijs, wat weer kan leiden tot minder emissiereductie. Dit kan worden voorkomen door actieve sturing op de hoeveelheid ETS-rechten. Daarnaast kan worden gekozen om koolstofverwijderingscertificaten met publieke middelen op te kopen. Een voorbeeld hiervan is ETS-inkomsten te gebruiken om koolstofverwijdering in te kopen en op basis hiervan rechten uit te geven. Afhankelijk van de origine van deze publieke middelen komt de rekening dan te liggen bij de vervuiler of de belastingbetaler. Of door een apart emissiepad aan te houden, en deze te bepalen op basis van een inschatting van de prijs van koolstofverwijdering. Dit speelt met name in de beginfase voor koolstofverwijdering, wanneer veel nog onzeker is. Naar mate technieken verder worden ontwikkeld en opschalen is dit naar verwachting een minder grote factor.

Kader 6: Enkele randvoorwaarden waarbij de overheid een rol heeft

(Toegang tot) CO₂-infrastructuur: Om tot permanente geologische koolstofverwijdering in grote volumes te komen, dient de transport- en opslaginfrastructuur voor CO₂ voldoende ontwikkeld te worden waarbij toegang voor derden is geborgd (*open access*).⁵⁵

Energie(infrastructuur): Sommige koolstofverwijderingstechnieken, met name industriële technieken zoals DACCS, vereisen grote hoeveelheden energie en zijn in hoge mate afhankelijk van de energietransitie. Dit maakt ook de ruimtelijke inpassing en het aanpakken van netcongestie van belang voor koolstofverwijdering. Om een breed spectrum aan technieken te faciliteren, wordt ook gekeken naar andere technieken, en de mogelijkheden rondom het benutten van bijvoorbeeld restwarmte. Op welke schaal deze routes in Nederland plaatsvinden, zal met de tijd duidelijker worden.

Vergunningverlening: De vereiste snelheid in het opschalen van koolstofverwijderingstechnieken betekent dat vergunningverlening een bottleneck kan worden. Vergunningsprocessen moeten daarom zo efficiënt mogelijk zijn, waarbij ook gekeken wordt naar het mogelijk maken van parallel aanvragen van vergunningen. De rijksoverheid kan hierbij een regisserende rol nemen, zoals bij netcongestie gebeurt. Daarnaast kunnen omgevingsdiensten worden bijgestaan met expertise om zo sneller lokale projecten te beoordelen.

Markttoegang voor nieuwe producten die koolstof opslaan: producten worden niet zomaar toegestaan op de markt. Bouwproducten moeten bijvoorbeeld duidelijkheid hebben over de bouwprestaties en de milieueffecten van hun producten. Door deze processen te stroomlijnen kan de overheid de ontwikkeling van nieuwe producten ondersteunen.

Betrouwbaarheid certificering: Een ton gecertificeerde koolstofverwijdering moet daadwerkelijk een ton gerealiseerde koolstofverwijdering opleveren. Daartoe is het belangrijk dat certificeringsinstanties transparant zijn en controle houden op de praktijken die zij overzien. De EU *Carbon Removal and Carbon Farming (CRCF) Regulation* helpt de betrouwbaarheid van de koolstofverwijderingscertificering. Het kabinet wil deze regulering dan ook breed benutten.

Maatschappelijke acceptatie van koolstofverwijdering: Het brede publiek is nog redelijk onbekend met koolstofverwijdering. Hoe die houding hiertegenover zich ontwikkelt zal in belangrijke mate invloed hebben op de snelheid van de ontwikkeling en uitrol. Hierbij spelen informatievoorziening en het begrijpen van en zorgvuldig omgaan met maatschappelijke zorgen een belangrijke rol.

⁵⁵ Op dit moment is dertoegang in Nederland geregeld met artikel 32 van de Mijnbouwwet.

7 Beleidsvisie en -strategie

Samenvatting

- Het kabinet zet zich ervoor in dat Nederland via koolstofverwijdering op een duurzame wijze bijdraagt aan een klimaatneutrale EU in 2050 en mondiale netto negatieve emissies daarna, en tegelijkertijd economische kansen rond koolstofverwijdering benut.
- In een mogelijk ontwikkelpad van koolstofverwijdering kunnen drie fases worden onderscheiden: (1) een opstartfase, waarin we ons nu bevinden, (2) een opschalingsfase vanaf circa 2030 en (3) een internationaliseringsfase vanaf circa 2040.
- Voor 2040 en 2050 kan op basis van voorgaande hoofdstukken een indicatieve hoeveelheid koolstofverwijdering worden geformuleerd om investeringszekerheid te bieden en te voorkomen dat koolstofverwijdering ten koste gaat van emissiereductie. Het kabinet houdt rekening met 20-25 megaton koolstofverwijdering per jaar in Nederland tussen 2040 en 2050.
- Om de langetermijnbeleidsdoelen te halen zet het kabinet in op de ontwikkeling van beleid rond drie pilaren: (i) internationale regelgeving om koolstofverwijdering verantwoord mee te tellen in de emissieboekhouding, (ii) Europese regelgeving voor onder meer certificering, marktcreatie en opschaling van de vraag naar koolstofverwijdering, en ondersteuning van innovatie, en (iii) nationaal beleid om marktkansen voor Nederlandse bedrijven te benutten, onder meer ondersteuning van vroege opschaling en innovatie.

De Routekaart – het gewenste eindbeeld in 2050

Het kabinet zet zich ervoor in dat Nederland via koolstofverwijdering op een duurzame wijze bijdraagt aan een klimaatneutrale EU in 2050 en mondiale netto negatieve emissies daarna, en tegelijkertijd economische kansen rond koolstofverwijdering benut. Meer concreet wordt beoogd dat in 2050 de volgende beleidsdoelen zijn gerealiseerd:

- De behoefte aan koolstofverwijdering ten behoeve van compensatie is zoveel als mogelijk geminimaliseerd door waar mogelijk en haalbaar emissies te reduceren en fossiel grondstoffengebruik af te bouwen;
- Koolstofverwijdering is in Nederland voldoende opgeschaald om eigen restemissies op een duurzame manier te compenseren en Nederland is in staat om na 2050 bij te dragen aan mondiale koolstofverwijdering;
- Transport en permanente opslag is opgeschaald naar enkele tientallen megatonnen CO₂ per jaar, waarbij Nederland goed is aangesloten op en een rol speelt in een (Noordwest-) Europees CO₂-netwerk voor permanente opslag, waarbij tevens een transitie heeft plaatsgevonden van het opslaan van fossiele CO₂ naar steeds meer niet-fossiele CO₂;
- Er is een duidelijke business case voor koolstofverwijdering ontstaan waarmee bedrijven koolstofverwijdering kunnen uitrollen en nieuwe technieken kunnen ontwikkelen;
- Biogene koolstofverwijdering draagt bij aan de Nederlandse en Europese klimaatdoelen, natuur- en biodiversiteitsdoelen en aan verduurzaming van grondstoffengebruik;
- Nederlandse bedrijven participeren actief in de internationale koolstofverwijderingsmarkt met de productie en export van koolstofverwijderingstechnologieën en dragen daarmee bij aan groene groei en aan mondiale koolstofverwijdering via zowel nationale als internationale projecten.

De Routekaart – mogelijk ontwikkelpad koolstofverwijdering richting 2050

Hoe de ontwikkeling van koolstofverwijdering er de komende decennia uit gaat zien is onzeker, en is afhankelijk van zowel technisch-economische als beleidsmatige ontwikkelingen op verschillende schaalniveaus. Uitgaande van een wereld die vasthoudt aan de doelen van de Overeenkomst van Parijs zal die ontwikkeling naar verwachting verschillende fasen doormaken, waarbij het moment van de

overgang tussen fases niet precies is te duiden en ontwikkelingen binnen fases overlappen. Hieronder wordt geschetst hoe een mogelijk ontwikkelpad er richting 2050 uit zou kunnen zien, op nationaal, Europees en internationaal niveau. Een meer gedetailleerde schets is opgenomen in Annex V.

De Opstartfase (2025-2030)

Op dit moment bevinden we ons in de opstartfase van koolstofverwijdering. Daarin wordt de noodzaak van koolstofverwijdering steeds meer onderkend, maar zijn de (industriële) technieken daarvoor nog erg in ontwikkeling en de toepassingen veelal nog op kleine schaal, in hoofdzaak gefinancierd vanuit publieke en private onderzoeksmiddelen en door de vrijwillige koolstofmarkt. De focus ligt in de meeste gevallen niet op volumes, maar op innovatie. De bijdrage aan klimaatdoelen is in deze fase beperkt tot vastlegging in landgebruik (LULUCF) en BECCS (inclusief afvalverwerkingsinstallaties, AVI's). Industriële koolstofverwijdering lift in die fase voor wat betreft CO₂-opslag mee op fossiele CCS-ontwikkeling. Ook lift het mee op de eerste markten voor CCU-toepassingen, bijvoorbeeld in de (tuin)bouw. In deze fase is er behoefte aan duidelijke strategie, ondersteuning van innovatie en faciliterend beleid (regelgeving, infrastructuur en experimenteerruimte). Daarnaast is ter voorbereiding op opschaling ook behoefte aan marktvorming. Europees zal een definitie van en methodologie voor het bepalen van restemissies moeten worden ontwikkeld en moet duidelijk worden wat de verwachte hoeveelheid restemissies is waar koolstofverwijdering voor wordt ingezet. Ook wordt koolstofverwijdering verder geanalyseerd voor verwerking in de Europese beleidsinstrumenten, waarbij gebruik wordt gemaakt van bijvoorbeeld de *Industrial Carbon Management Strategy*. Zo wordt onder andere gedacht aan het creëren van markt vraag naar koolstofverwijdering via een koppeling van verwijderingskredieten aan het ETS. Nationaal is het beleid vooral gericht op stimulering van innovatie en vroege opschaling, naast realisatie van de eerste megatonnen voor het halen van het 2030-klimaatdoel.

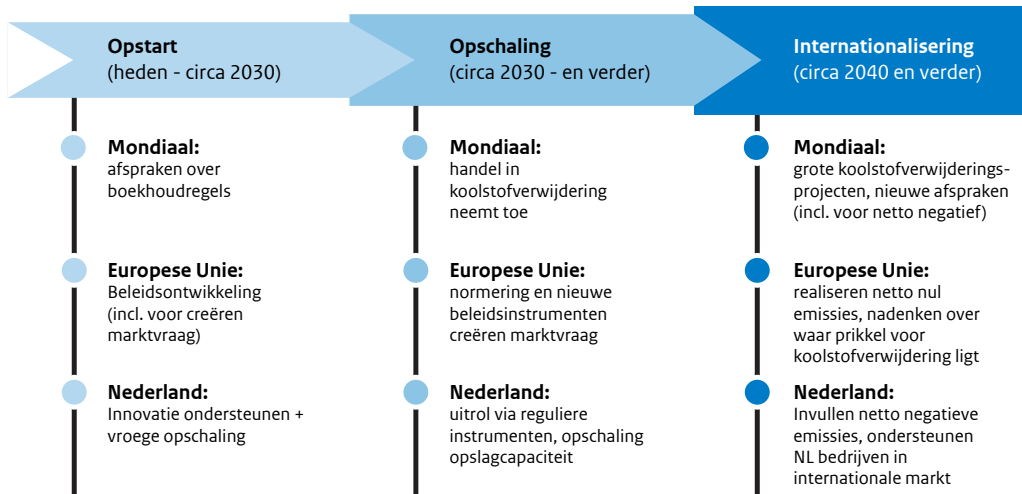
De Opschalingsfase (2030-2040)

In deze fase gaat het om de opschaling van koolstofverwijdering nationaal en Europees naar tientallen megatonnen per jaar voor het kunnen bereiken van klimaatneutraliteit. Dat is alleen mogelijk door het creëren van markt vraag (via normering en beprijzing) en niet alleen op basis van de vrijwillige koolstofmarkt. Het vergt ook veel aandacht voor tijdige opschaling van opslagcapaciteit en (tijdige) realisatie van CO₂-netwerken in Noordwest-Europa, waarbij Nederland een belangrijke doorvoerfunctie kan vervullen. Nationaal moet de uitrol van koolstofverwijdering worden ondersteund door reguliere instrumenten, zoals onder andere de Stimulering Duurzame Energieproductie en Klimaattransitie (SDE++) en sectorspecifiek beleid, zoals *biobased* bouwen; Europees zullen normering, zoals verplichte afname van koolstofverwijdering, en nieuwe beleidsinstrumenten als een hervorming van het ETS, zorgen voor een grote groei in de vraag naar koolstofverwijderingskredieten. Tijdens de opschalingsfase gaat - mede door internationale ontwikkelingen - de innovatie voort en dalen door leereffecten niet alleen de kosten van reeds toegepaste technieken, maar verbreedt ook het aanbod van marktrijpe technieken. Ondersteund door internationale afspraken neemt met name via de vrijwillige koolstofmarkt ook de internationale handel in koolstofverwijderingskredieten toe en ontstaat er ook steeds meer handel in koolstofverwijderingstechnologie, waar Nederlandse bedrijven van kunnen profiteren.

De Internationaliseringsfase (2040 en verder)

Onder invloed van de groei van de internationale vraag naar koolstofverwijdering richting gigatonnen-schaal en internationale regulering (afspraken over handel in koolstofverwijderingskredieten en internationale certificeringsstandaarden) wordt de koolstofverwijderingsmarkt na 2040 niet alleen veel groter, maar ook steeds internationaler. Zowel wat betreft handel in koolstofverwijderingskredieten als wat betreft de handel in koolstofverwijderingstechnologieën. Koolstofverwijderingsbedrijven worden daardoor en door consolidatie ook groter en internationaler. Er worden ook steeds meer grote internationale koolstofverwijderingsprojecten ontwikkeld om optimale locaties voor koolstofverwijderingsprojecten te benutten, ook buiten nationale grenzen zoals op de open zee. Daarvoor worden nieuwe internationale regels ontwikkeld. Koolstofverwijdering wordt de grootste drijfveer voor de ontwikkeling van CO₂-opslag. Het Europese en nationale beleid richt zich zowel op het realiseren van netto-nul emissies in 2050 als het ondersteunen van de marktkansen van eigen bedrijven op de

internationale koolstofverwijderingsmarkt. Met het oog op het realiseren van netto negatieve emissies op mondiale schaal na 2050 wordt internationaal gewerkt aan het daarvoor benodigde juridische raamwerk. Voor deze fase zal op EU-niveau moeten worden nagedacht waar de prikkel voor koolstofverwijdering wordt gelegd, aangezien de EU richting 2050 nagenoeg geen emittenten meer heeft die daartoe verplicht kunnen worden. Voor ETS₁ geldt datzelfde al richting 2040.



Figuur 5: Mogelijk ontwikkelpad koolstofverwijdering.

Implicaties voor het koolstofverwijderingsbeleid

Het kabinet houdt rekening met jaarlijks 20-25 megaton koolstofverwijdering tussen 2040 en 2050.

Door vooraf expliciete hoeveelheden voor koolstofverwijdering te hanteren, wordt meer investeringszekerheid voor verwijdering en CO₂-opslag gecreëerd. De klimaatdoelen zijn nettodoelen, wat ruimte laat voor compensatie van restemissies door koolstofverwijdering, zonder nu al te specificeren voor welke sectoren dat geldt. Het kabinet kan er in een later stadium nog voor kiezen om de bijdrage van koolstofverwijdering aan sectordoelen te maximaleren (zie Kader 5 in Hoofdstuk 6). Zoals aangegeven in het Klimaatplan 2025-2035 houdt het kabinet rekening met een inzet van circa 20-25 megaton in 2040 en hetzelfde in 2050⁵⁶ voor het halen van de eigen klimaatdoelen. Dit komt overeen met circa 10% van de Nederlandse 1990-emissies. Dit is een behoedzame inzet gelet op de hoeveelheden koolstofverwijdering die in verschillende (kostenoptimale) scenario's voor klimaatneutraliteit in 2050 worden voorzien (zie Hoofdstuk 3) en houdt rekening met de onzekerheden die er rond de realisatie van koolstofverwijdering bestaan, zoals rond realisatie van grootschalige verwerking van biograndstoffen in Nederland. Voor 2040 wordt daarentegen rekening gehouden met een relatief grote bijdrage vanwege de naar verwachting beperkte mogelijkheden om de restemissies op die termijn al conform de laagste scenario's sterk terug te dringen. Overigens zal zoals in het Klimaatplan aangegeven deze inzet elke vijf jaar op de reguliere bijstellingsmomenten van het Klimaatplan worden herzien op basis van nieuwe technologische, economische en beleidsmatige inzichten.

Het kabinet integreert koolstofverwijdering in aangrenzend beleid. Zo is koolstofverwijdering in het Klimaatplan geïdentificeerd als een van de belangrijke overkoepelende onderwerpen, waarbij voor alle sectoren de impact op en van koolstofverwijdering in kaart wordt gebracht. Dit vergt een continue inspanning die moet worden ingebakken in de governance en besluitvorming voor klimaatbeleid.

⁵⁶ De hoeveelheid restemissies in 2050 hoeft niet perse groter te zijn dan in 2040, maar hangt af van technische ontwikkelingen en beleidskeuzes ten aanzien van de afbouw van fossiele grondstoffengebruik zoals de PBL-/TNO-scenario's laten zien.

De effecten op andere beleidsterreinen die in kaart zijn gebracht (zie Hoofdstuk 5) - duurzame koolstofketen, klimaatneutraal energiesysteem, landgebruik, circulariteit, biodiversiteit, en duurzaam verdienvermogen - zullen daarom mee worden genomen op relevante besluitvormingsmomenten.

Deze Routekaart benut drie pilaren voor de uitwerking van het koolstofverwijderingsbeleid.

Deze pilaren volgen de verschillende niveaus waarin het kabinet koolstofverwijdering meeneemt. *Mondiaal* werkt het kabinet aan het verantwoord kunnen meetellen van koolstofverwijdering in de nationale emissieboekhouding. Op *Europees* niveau is de inzet om koolstofverwijdering op grote schaal mogelijk te maken door in te zetten op regelgeving voor onder meer certificering, marktcreatie en opschaling van de vraag naar koolstofverwijdering, en ondersteuning van innovatie. Deze niveaus creëren een markt voor koolstofverwijdering en spelen de grootste rol in de opschalings- en internationaliseringsfase. *Nationaal* beleid wordt ingezet waar een aanvullende rol van de overheid nodig is om marktkansen voor Nederlandse bedrijven te benutten, onder meer ondersteuning van vroege opschaling en innovatie. In de opstartfase (tot 2030) is daar veel van nodig, ook om de kansen voor groene groei te realiseren. Deze pilaren worden verder uitgewerkt in de hoofdstukken 8 t/m 10.

8 Internationale regelgeving

Samenvatting

- Een belangrijke voorwaarde voor de grootschalige uitrol van koolstofverwijdering is dat er duidelijke afspraken bestaan over methodologieën om verschillende manieren van koolstofverwijdering te kwantificeren in de nationale emissieregistratie. Het kabinet werkt daar op internationaal niveau aan.
- Daarnaast heeft het kabinet mondiaal gewerkt aan regels onder de Overeenkomst van Parijs ten aanzien van handel in en samenwerking op emissiereductie en koolstofverwijdering, welke in 2024 zijn afgerond.
- Aangezien in wetgeving is vastgelegd dat de EU en Nederland de klimaatdoelen op Europees grondgebied bereiken, wordt vooralsnog geen gebruik gemaakt van deze mogelijkheid om emissiereducties of koolstofverwijderingen van buiten de EU te kopen.
- Parallel vindt handel plaats tussen private partijen op de vrijwillige koolstofmarkt. Dit is momenteel de belangrijkste financier van koolstofverwijderingsactiviteiten. Nederland pleit voor sterke kwaliteitscriteria voor gecertificeerde koolstofverwijderingsactiviteiten.
- Om de internationale inzet kracht bij te zetten, neemt Nederland deel aan internationale coalities.

Een belangrijke voorwaarde voor de toepassing van koolstofverwijdering in het klimaatbeleid is dat er duidelijke afspraken bestaan over methodologieën om verschillende manieren van koolstofverwijdering te kwantificeren in de nationale emissieregistratie. De regels voor nationale emissierapportages worden internationaal afgesproken in het kader van het VN-klimaatverdrag (UNFCCC). Daarbij wordt advies gevraagd aan het VN-klimaatpanel (IPCC), dat methodologieën ontwikkelt voor het berekenen van emissiereducties en koolstofvastlegging. Nog niet voor alle vormen van koolstofverwijdering zijn boekhoudregels opgesteld; voor *Direct Air Capture (DAC)*, mineralisatie en (tijdelijke) koolstofopslag in (*biobased*) materialen en producten (met uitzondering van houtproducten) ontbreken die methodologieën bijvoorbeeld nog. Het is van belang dat hier op korte termijn robuuste methodologieën voor worden opgesteld. Daarnaast zitten er hiaten in een aantal huidige meetmethoden voor al reeds erkende koolstofverwijderingstechnieken, zoals vastlegging van biogene CO₂ uit vergistingsprocessen of superkritische watervergassing. De *IPCC Task Force on National Greenhouse Gas Inventories* heeft de opdracht gekregen om een methodologierapport op te leveren over koolstofverwijdering. Dit zal naar verwachting leiden tot richtlijnen over hoe koolstofverwijdering meegenomen dient te worden in nationale emissierapportages onder het VN-klimaatverdrag. Het kunnen meetellen van koolstofverwijdering in de emissieregistratie kan een impuls geven aan het opschalen van desbetreffende technieken. Daarbij spelen nog wel belangrijke vraagstukken rond validatie en permanentie van koolstofverwijdering, en hoe de technieken op een duurzame manier toegepast kunnen worden. In de *Opstartfase* van koolstofverwijderingsbeleid (zie Hoofdstuk 7 voor een beschrijving van de verschillende fases) zet het kabinet zich ervoor in deze punten binnen het IPCC aan te kaarten, opdat ze worden meegenomen in het aanstaande IPCC-methodologierapport. Annex II gaat dieper in op de boekhouding van koolstofverwijdering.

Naast deze boekhouding is op internationaal niveau ook gewerkt aan regels ten aanzien van handel in emissiereductie en koolstofverwijdering, de zogenaamde mitigatie-uitkomsten.

Deze internationale handel heeft het potentieel om bij te dragen aan het behalen van de Parijsdoelen, mits dit gebeurt met duidelijke waarborgen voor kwaliteit en integriteit van de handel. In november 2024 zijn op de VN-klimaatconferentie COP29 in Bakoe, Azerbeidzjan, hierover afspraken gemaakt onder het zogenoemde artikel 6 van de Overeenkomst van Parijs. Hierdoor kunnen landen nu onderling (artikel 6.2) alsook via een VN-gereguleerde koolstofmarkt (artikel 6.4) samenwerken. De wereldwijde marktplaats voor emissiereductie en koolstofverwijdering met een toezichthoudend orgaan is ook direct toegankelijk voor bedrijven. Het kent een standaard met daarin vereisten voor koolstofverwijderingsactiviteiten. Activiteiten moeten onder andere voldoen aan vereisten op het vlak van monitoring, rapportage, verificatie, het aanpakken van omkeringen (*reversals*) en weglekeffecten (*leakage*), en het voorkomen van een negatieve impact op mens en milieu.

Nederland spant zich met de EU in voor een markt die transparant opereert, en die bestaat uit projecten die de mitigatie opleveren die ze beloven en een positieve impact hebben op mens en milieu. Het is van belang dat risico's zoals het terugdraaien of dubbel tellen van emissiereducties en koolstofverwijdering tot een absoluut minimum worden teruggebracht, en dat geïnteresseerde landen en bedrijven met vertrouwen gebruik kunnen maken van de mogelijkheden die deze internationale handel biedt. Het is nu aan landen om eerlijke en doeltreffende markten te realiseren, op een manier die vertrouwen wekt in de uitvoering en die wereldwijde klimaatambitie ondersteunt. Alleen dan zullen verhandelde emissiereducties en koolstofverwijdering daadwerkelijk en permanent bijdragen aan het behalen van de doelen van de Overeenkomst van Parijs.

Nederland maakt voorsnog geen gebruik van de mogelijkheid om emissiereducties of koolstofverwijderingen van buiten de EU te kopen, omdat in de wetgeving is vastgelegd dat de EU en Nederland de klimaatdoelen op Europees grondgebied bereiken. Voor de langere termijn zou die positie heroverwogen kunnen worden, met name wanneer Nederland en de EU een bijdrage willen leveren aan netto negatieve emissies. Bovendien kunnen lidstaten ervoor kiezen emissiereducties en/of koolstofverwijderingen te kopen als bijdrage aan het behalen van de doelen in andere landen.

Naast het opstellen van regels voor handel in emissiereductie en koolstofverwijdering door landen, vindt parallel handel met private partijen plaats op de vrijwillige koolstofmarkt (zie Kader 7). De vrijwillige koolstofmarkt is wereldwijd voorsnog de belangrijkste financier van koolstofverwijderingsactiviteiten.⁵⁷ Hoewel het een vrijwillige markt betreft, heeft Nederland samen met een aantal EU-landen aanbevelingen gedaan voor deze markt,⁵⁸ met name op het gebied van kwaliteit van de verhandelde emissiereducties en koolstofverwijderingen en de claims die kopers ermee kunnen doen. Het kabinet is van mening dat de vrijwillige koolstofmarkt en de (koolstofverwijderings)projecten die via deze markt worden gefinancierd alleen onder bepaalde voorwaarden kunnen bijdragen aan de mondiale klimaattransitie. Een aantal voorwaarden zijn dat koolstofkredieten van hoge kwaliteit moeten zijn, daadwerkelijk de emissiereductie of koolstofverwijdering opleveren die ze beloven, dat *reversals* volledig worden geadresseerd en dat negatieve externe effecten worden gemitigeerd.

Om de internationale inzet kracht bij te zetten, neemt Nederland deel aan internationale coalities. Zo is Nederland tijdens COP29 in Bakoe bondgenoot geworden van de *Group of Negative Emitters* (GONE) en werd het eerder lid van de Carbon Management Challenge (CMC). GONE is een alliantie van koplopers om momentum te creëren voor netto negatieve emissies, onder andere door het delen van kennis en best practices bij het ontwikkelen van koolstofverwijderingsbeleid. De CMC richt zich op het aanjagen van projecten rondom CCS en CCU voor onder meer koolstofverwijdering. Bij deelname aan internationale coalities, zo ook rondom koolstofverwijdering, wordt altijd gekeken naar de aansluiting bij Nederlandse prioriteiten en de toegevoegde waarde van deelname.

⁵⁷ State of CDR-2, 2024.

⁵⁸ Join Statement on the Voluntary Carbon Market: the Claims Side, <https://www.government.nl/documents/publications/2023/12/10/joint-statement-on-voluntary-carbon-market>.

Kader 7: Vrijwillige koolstofmarkt en koolstofverwijdering

Op de vrijwillige koolstofmarkt (*voluntary carbon market*, VCM) wordt door aanbieders, kopers en doorverkopers gehandeld in koolstofkredieten. Eén koolstofkrediet vertegenwoordigt één ton CO₂. Het kan hierbij gaan om emissiereductie, vermeden emissies of koolstofverwijdering. Het overgrote deel van de projecten op de vrijwillige koolstofmarkt zijn emissiereductieprojecten. Hoewel de belangrijkste marktvraag naar koolstofverwijdering van de VCM komt en de vraag naar koolstofverwijdering op de VCM sterk groeide,⁵⁹ blijft het marktaandeel ervan klein (4% in 2022-2024, waarvan het overgrote merendeel biologische koolstofverwijdering betreft).⁶⁰

Verskillende onderzoeken hebben zorgen geuit over de integriteit van vrijwillige koolstofmarkten. De zorgen gaan onder andere over het gebrek aan transparantie en monitoring, waardoor het moeilijk is om de kwaliteit van koolstofkredieten te beoordelen. Ook leveren veel projecten niet de emissiereductie of koolstofverwijdering op die beloofd wordt⁶¹. Verder speelt het equivalentiebeginsel (nog) geen rol in de VCM: bedrijven kunnen hun fossiele uitstoot ook compenseren met kredieten uit emissiereductieprojecten die bestaan uit tijdelijke koolstofverwijdering.

De prijs per koolstofkrediet is aanzienlijk hoger voor technische koolstofverwijdering dan voor andere soorten kredieten. De meeste contracten binnen de VCM voor technische koolstofverwijdering betreffen toekomstige leveringen, omdat er nog weinig installaties in werking zijn die koolstof afvangen en opslaan (zoals de DAC-installatie 'Orca' van Climeworks). Mede omdat er nog beperkt koolstofverwijderingsbeleid is door overheden, speelt de VCM een sleutelrol in de financiering van deze technische koolstofverwijdering, met name als nichemarkt in de vroege stadia van de opschaling van koolstofverwijdering.

Hoewel de VCM een belangrijke rol speelt, is het niet voldoende om de financiering te verstrekken die nodig is voor het versnellen van de opschaling van (technische) koolstofverwijdering. Wel loopt de VCM momenteel voorop in het ontwikkelen van methoden voor het meten, rapporteren en verifiëren van koolstofverwijderingsprojecten. Verder kan de VCM een bijdrage leveren aan de mondiale klimaattransitie, mits de koolstofkredieten van hoge kwaliteit zijn.

⁵⁹ The State of Carbon Dioxide Removal, 2nd Edition - <https://www.stateofcdr.org/>

⁶⁰ Carbon Direct (2024), "Ten insights for buyers from our 2024 voluntary carbon market report". [Ten insights for buyers from our 2024 voluntary carbon market report | Carbon Direct](#)

⁶¹ Probst, B.S., Toetzke, M., Kontoleon, A. et al. Systematic assessment of the achieved emission reductions of carbon crediting projects. *Nat Commun* 15, 9562 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41467-024-53645-z>

9 Europees beleid

Samenvatting

- Om de benodigde hoeveelheden koolstofverwijdering te realiseren is al op korte termijn investeringszekerheid nodig voor bedrijven. In 2030 moet helder zijn hoe koolstofverwijderingsbedrijven in 2035 tot rendabele projecten kunnen komen.
- Het kabinet kiest ervoor de toepassing van koolstofverwijdering zo veel mogelijk Europees te organiseren. Hiervoor zijn meerdere beleidsopties denkbaar die zorgvuldig moeten worden afgewogen. Voor nu is het van belang dat opties op korte termijn inzetbaar zijn, lessen opleveren voor later beleid, en dusdanig flexibel zijn dat ze aan meerdere eindscenario's aangepast kunnen worden.
- De komende jaren wordt onderhandeld over het Europese klimaatbeleid na 2030. Het kabinet zet zich actief in om dit beleid te beïnvloeden ten aanzien van koolstofverwijdering.
 - Het kabinet richt zich ten eerste op de aanpassing van de EU beleidsarchitectuur van het klimaatbeleid, zoals de EU-Klimaatwet voor het 2040-doel en de mogelijke herziening van het ETS in 2026. Bij de aanpassing van de EU-Klimaatwet is een sterke governance voor koolstofverwijdering nodig.
 - Daarnaast wordt het creëren van een Europese inkoopveiling voor koolstofverwijderingscertificaten overwogen en bekijkt het kabinet welke andere normerende of beprijzende interventies wenselijk zijn, waarbij met name wordt gekeken of en hoe koolstofverwijdering aan het ETS gekoppeld kan worden.
 - Tot slot kijkt het kabinet naar andere EU-instrumenten waarmee tijdige opschaling van koolstofverwijdering gewaarborgd kan worden, bijvoorbeeld door de ontwikkeling van nieuwe methoden voor koolstofverwijdering te stimuleren. Het kabinet zal pleiten voor het integreren van koolstofverwijdering in bestaande EU onderzoeks- en innovatie-instrumenten en verkennen of een IPCEI-project kan worden geïnitieerd.
- Het kabinet zal definitief positie innemen ten aanzien van deze verschillende beleidsinterventies wanneer een integrale afweging van het totaal aan maatregelen mogelijk is. De effecten van de Europese beleidsmaatregelen op rechtvaardigheid, de uitvoering, wie de rekening betaalt en hoe dit in de Europese en nationale financiën terugkomt zijn sterk afhankelijk van de totale set aan gekozen maatregelen.

Om de benodigde hoeveelheden koolstofverwijdering te realiseren is al op korte termijn investeringszekerheid nodig voor bedrijven. Een positieve business case van de investering is daarvoor voorwaardelijk. De tijdslijn tot daadwerkelijke realisatie van grootschalige projecten is lang, waarbij 10 jaar eerder regel is dan uitzondering. Doorlooptijden worden onder andere bepaald door de doorlooptijd van technische en financiële voorstudies, vergunnings- en aanbestedingstrajecten, en het inplannen en verrichten van de werkzaamheden. Om te zorgen dat investeringsbeslissingen op tijd genomen worden, houdt het kabinet er rekening mee dat al in 2030 helder moet zijn hoe bedrijven in 2035 hun geld kunnen verdienen met grootschalige koolstofverwijdering.

Het kabinet kiest voor een zoveel mogelijk Europese inzet voor het realiseren van een sluitende business case. De reden hiervoor is het eerdergenoemde beleidsuitgangspunt (zie Hoofdstuk 5) die stelt dat het grootste effect wordt bereikt als beleid over een zo groot mogelijk gebied wordt uitgerold. Bij voorkeur zou beleid mondiaal worden ingezet, maar de consensus die dit vereist maakt besluitvorming minder snel dan op andere schaalniveaus. In de praktijk biedt besluitvorming op Europees niveau een goede mix tussen schaal en wendbaarheid.

Er zijn meerdere Europese beleidsopties denkbaar waarop ingezet kan worden om business cases te realiseren (zie Hoofdstuk 6). Deze moeten zorgvuldig worden afgewogen. Vrijwel al deze opties hebben zeer complexe gevolgen, waarbij vrijwel alle voorstellen een impact zullen hebben op rechtvaardigheid, de uitvoering, wie de rekening betaalt en hoe dit in de Europese en nationale financiën terugkomt. Voor nu legt het kabinet daarom de nadruk op opties die op korte termijn inzetbaar zijn, lessen opleveren voor later beleid, en aan meerdere eindscenario's aangepast kunnen worden. Zo wordt voorkomen dat we nu stilstaan, of keuzes maken die onze opties later onnodig beperken. Bij het analyseren van de opties kijkt het kabinet ook naar het minimaliseren van regeldruk,

bijvoorbeeld voor bedrijven die zowel emissies hebben onder het ETS als koolstof kunnen verwijderen, zoals afvalverbranders en bioraffinaderijen. Ook benut het kabinet het recent verschenen rapport van de European Scientific Advisory Board on Climate Change.⁶²

De komende jaren wordt onderhandeld over het Europese klimaatbeleid na 2030. Momenteel is de periode tot 2030 in de EU voorzien van instrumenten en duidelijke reductiepaden (zie Kader 8). Voor de periode na 2030 is verdere uitwerking nodig, waarover de komende jaren onderhandeld zal worden. Concreet zal de Europese Commissie de komende maanden een voorstel doen over een klimaatdoel voor 2040, en de hiervoor benodigde aanpassingen aan de Europese Klimaatwet. Daarnaast zal het ETS een periodieke herziening ondergaan in 2026, waarbij de Commissie zal evalueren of en hoe koolstofverwijdering via het ETS zou kunnen worden gestimuleerd. Tot slot zal de Commissie na vaststelling van het Europese emissiereductiedoel voor 2040 hoogstwaarschijnlijk een wetgevingspakket met de benodigde instrumenten voorbereiden om dit doel in te vullen. In de tussentijd gebruikt de Commissie dossiers als de *Carbon Management Strategy (CMS)* om ideeën te lanceren en informatie op te halen.

Kader 8: EU beleidsarchitectuur

De EU kent voor 2030 en 2050 netto-emissiedoelen. De EU klimaatwet kent alleen een netto-emissiedoel en geen aparte doelen voor koolstofverwijdering. Wel is er een maximum gesteld aan de bijdrage die tijdelijke koolstofverwijdering uit LULUCF mag leveren aan het halen van het algehele doel.

Het 2030 emissiedoel van de EU wordt ingevuld worden door drie pilaren: het *Emissions Trading System (ETS)*, waarin bedrijven in de energie- en industriële sectoren en de lucht- en scheepvaart via een emissiemarkt direct hun uitstoot moeten reduceren, de *Effort Sharing Regulation (ESR)* waarin lidstaten een nationale opgave hebben voor emissiereductie in de sectoren transport (exclusief lucht- en scheepvaart), gebouwde omgeving, kleine industrie, afval en landbouw, en de *Land-Use, Land-Use Change and Forestry (LULUCF) Regulation*, waarin lidstaten een nationale opgave krijgen voor netto emissiereductie in landgebruik (onder andere bossen, bouwland, grasland). Vanaf 2027 zal een tweede *Emissions Trading System (ETS2)* voor energieverbruikgerelateerde CO₂-emissies in de huidige ESR-sectoren operationeel worden.

Voor de periode na 2030 moeten een nieuwe beleidsarchitectuur en nieuwe regels worden vastgesteld. Volgens de *European Scientific Advisory Board on Climate Change*, Europese Commissie, de Wetenschappelijke Klimaatraad (WKR) en het kabinet zou koolstofverwijdering hierin een plek moeten krijgen. Ook moet voor de nieuwe beleidsarchitectuur worden bepaald of de ESR en LULUCF verordeningen eindigen in 2030 of (in nieuwe vorm) worden doorgezet, in welke mate het ETS₁ en ETS₂ moeten worden aangepast, en of er Europese beprijzing voor (een selectie van) landbouwemissies moet komen.

Het kabinet zet zich proactief in om het Europese klimaatbeleid op het gebied van koolstofverwijdering te beïnvloeden Hierin richt het kabinet zich op de aanpassing van de Europese Klimaatwet voor het 2040-doel en de mogelijke herziening van het ETS in 2026. Daarnaast wordt nader bekeken met welke andere Europese instrumenten het 2040-doel in latere fases kan worden ingevuld.

Bij de aanpassing van de EU-Klimaatwet is een sterke governance voor koolstofverwijdering nodig, die zorgt voor een gedegen afweging tussen emissiereductie, tijdelijke koolstofverwijdering en permanente koolstofverwijdering. Hiervoor kijkt het kabinet naar het opnemen van aparte kaders voor emissiereductie, tijdelijke koolstofverwijdering en permanente koolstofverwijdering. Zo wordt duidelijk welke plek tijdelijke en permanente koolstofverwijdering krijgen in de totale beleidsarchitectuur. De kaders kunnen meerdere vormen aannemen, zoals een indicatieve hoeveelheid, bandbreedte, of gewenste concrete doelen, die kunnen worden geïnformeerd door

⁶² European Scientific Advisory Board on Climate Change (2025). "Scaling up carbon dioxide removals - Recommendations for navigating risks and opportunities in the EU".

Europees bepaalde criteria voor restemissies (zie voor dit laatste ook Hoofdstuk 3). Het kabinet bekijkt als eerste aanknopingspunt het opnemen van aparte doelen voor de verschillende vormen van koolstofverwijdering in de EU-Klimaatwet.⁶³ Hierbij is van belang dat deze doelen realistisch zijn en niet leiden tot een nodeloze stapeling van verplichtingen, maar goede *governance* combineren met wendbaarheid. Dit voorstel sluit aan bij de aanbevelingen van de WKR (zie Annex IV).

Voor de herziening van het ETS in 2026 bekijkt het kabinet hoe op korte termijn de opgehaalde financiële middelen uit het ETS kunnen worden ingezet voor een Europese inkoopveiling van koolstofverwijderingscertificaten (zie Kader 9). Een inkoopveiling is niet de enige relevante optie om koolstofverwijdering mee te realiseren, maar voldoet goed aan wat volgens het kabinet nu nodig is. Door gebruik te maken van bekende wetgevingsroutes kan een inkoopveiling snel worden gerealiseerd om innovatie en opschaling van verschillende technologieën te stimuleren. De EU stimuleert hiermee de vraag naar koolstofverwijdering uit publieke middelen. Daarnaast kan het instrument gebruikt worden om informatie te verzamelen over de verwachte prijzen van koolstofverwijdering en over hoe moeilijk of makkelijk het is om koolstofverwijdering te reguleren. Tot slot kan een inkoopveiling voor slechts een tijdelijke periode worden ingericht en/of later worden aangepast, zonder dat het andere beleidsopties in de weg zit. Daarmee voorkomt een inkoopveiling dat we nu stilstaan of keuzes maken die onze beleidsopties later beperken. Dit voorstel sluit tevens aan bij de aanbevelingen van de WKR (zie Annex IV).

Kader 9: Europese inkoopveiling gefinancierd uit ETS-middelen

Om op korte termijn een business case te creëren voor koolstofverwijdering en beleidservaring op te doen zonder later de beleidsopties voor koolstofverwijdering te beperken, zet het kabinet in op het creëren van een Europese inkoopveiling⁶⁴. Het voorstel bestaat uit een aantal concrete stappen:

1. Een deel van de inkomsten uit de rechten uit het ETS wordt gebruikt om een financiële envelop te creëren. Deze envelop kan bestaan uit een vast aantal rechten met een maximale financiële allocatie. Deze methode wordt momenteel benut voor het Innovatiefonds (IF) en het *Social Climate Fund* (SCF).
2. Vervolgens wordt met de envelop een inkoopveiling gecreëerd waarmee certificaten voor permanente koolstofverwijdering uit het CRCF worden opgekocht. Zo kunnen verschillende koolstofverwijderingsmethoden worden vergeleken en kan de integriteit worden geborgd. De haalbaarheid hiervan wordt nader onderzocht naarmate de methodologieën onder het CRCF verder zijn uitgewerkt. Door concurrentie onder de inkoopveiling te faciliteren wordt kostenefficiëntie gerealiseerd. Wederom lijkt deze methode op het Innovatiefonds.
3. Tot slot kunnen maxima voor het aantal tonnen of de financiële allocatie worden benut om hekjes te creëren voor specifieke koolstofverwijderingsmethoden. Op deze manier kan een balans worden gecreëerd tussen kostenefficiëntie en innovatie.

Op dit moment worden ETS-middelen op verschillende manieren gealloceerd. Een deel blijft binnen de EU en financiert bijvoorbeeld het SCF en het IF. Het grootste deel (doorgaans meer dan driekwart) wordt gealloceerd aan de lidstaten. In Nederland is gekozen deze nationale ETS-inkomsten te ramen en op te nemen in het basispad van onze nationale begroting. Een inkoopveiling kan daarmee effect hebben op bestaande allocaties van Europese middelen of de nationale begrotingen van lidstaten (waaronder Nederland). Het kabinet neemt uiteindelijk een definitieve positie in op basis van het totaal aan maatregelen dat voorligt tijdens de Europese onderhandelingen.

⁶³ Hiermee geeft het kabinet invulling aan de motie van de leden Teunissen en Kröger (Kamerstuk 31 793-259, nr 259).

⁶⁴ Door de WKR is geadviseerd om op nationaal niveau een aankoopprogramma voor permanente CO₂ verwijdering te starten om voor 2035 ervaring op te doen met diverse methoden van CO₂-verwijdering in Nederland. Het kabinet heeft gekozen voor een Europese inkoopveiling, omdat dit kosteneffectiever wordt geacht.

Een groot voordeel van een dergelijke inkoopveiling is dat dit flexibiliteit biedt richting de toekomst. Later kan gekozen worden om de veiling af te schalen, of te combineren met andere beleidsinterventies. Indien bijvoorbeeld wordt gekozen om koolstofverwijdering onder het ETS te brengen, kan de veiling worden omgezet in een subsidie-instrument, zoals de SDE++. Ook zou de veiling alleen kunnen gelden voor verwijderingsmethoden die nog niet klaar zijn voor het ETS, of zou het gebruikt kunnen worden om een situatie van netto negatieve emissies te realiseren. Tot slot zouden de opgekochte certificaten ook benut kunnen worden om emissierechten uit te geven, wat met name richting 2040 en het einde van het huidige plafond in het ETS zou kunnen helpen om moeilijk te vermijden emissies te accommoderen. Dit wordt ook wel een koolstofbank genoemd.

Naast de bovengenoemde beleidsopties ten aanzien van de governance en een mogelijke inkoopveiling, bekijkt het kabinet welke andere normerende of beprijzende interventies op Europees niveau wenselijk zijn. Hierbij wordt met name gekeken of en hoe koolstofverwijdering aan het ETS gekoppeld kan worden en of een verplichting voor uitstoters wenselijk is. Het kabinet maakt hier gebruik van de verschillende opties voor Europese beleidsinterventies die in Hoofdstuk 6 toegelicht zijn. Het opnemen van verwijdering in het ETS is met name een logisch aanknooppunt. Dit omdat het één van de belangrijkste Europese klimaatinstrumenten voor emissiereductie is, een heldere inhoudelijke verbinding met industriële koolstofverwijdering heeft, en onder de komende ETS-herziening het systeem voor de langere termijn kan worden aangepast. Ook een normering op EU-niveau kan een belangrijke optie zijn. Dit kan bijvoorbeeld door uitstoters verplicht te stellen om nu of in de toekomst certificaten voor koolstofverwijdering te kopen. Beide opties kunnen op veel manieren worden ingepast, sluiten aan bij het principe 'de vervuiler betaalt', kunnen kostenefficiënt zijn en zorgen ervoor dat niet alleen de overheidsbegroting wordt ingezet om de vraag naar koolstofverwijdering te stimuleren. Bij de keuze tussen verschillende opties kijkt het kabinet onder andere naar de balans tussen het creëren van investeringszekerheid, snelle opschaling, negatieve effecten op emissiereductie, concurrentievermogen en de benodigde waarborgen, zoals ook toegelicht in Hoofdstuk 6. Hierbij worden ook de inzichten van de Europese Commissie benut.

Daarnaast bekijkt het kabinet hoe met andere EU-instrumenten tijdige opschaling van koolstofverwijdering gewaarborgd kan worden. Hierbij worden uitgangspunten uit Hoofdstuk 5 gebruikt om de Nederlandse beleidsinzet te formuleren. Gedacht kan worden aan aanpassingen in de *Taxonomy Regulation* (2020) en bijbehorende *Climate Delegated Act* (2022), de *Corporate Sustainability Reporting Directive* (CSRD) (2023), de *Corporate Sustainability Due Diligence Directive* (CSDDD) (2024), de *Green Claims Directive* (GCD) (voorstel) en de *Industrial Carbon Management Strategy* (ICMS) (voorstel). De *Carbon Removals and Carbon Farming Certification* (CRCF) *Regulation* kan voor al deze instrumenten de kwaliteitsborging voor koolstofverwijderingsactiviteiten bieden. Specifiek voor het opschalen van koolstofverwijdering en -opslag in langdurige producten wordt gekeken naar de herziene *Energy Performance of Buildings Directive* (EPBD). Met de nog in ontwikkeling zijnde CRCF-methodologie voor *Carbon Storage in Buildings* kunnen eigenaren van gebouwen de koolstofopslagcapaciteit van hun gebouwen aantonen op hun *Energy Performance Certificate* (EPC). Voor het opschalen van koolstofverwijdering uit landgebruik ('*carbon farming*') volgt het kabinet nauwlettend de gedachtevorming van de Europese Commissie rond verschillende soorten instrumenten. Zo wordt er gedacht aan publieke opkoop van CRCF-units gegenereerd door '*carbon farming*'-activiteiten en een koppeling van deze CRCF-units aan verplichte standaarden voor landbouwemissies, dan wel een emissierechtenhandelssysteem voor landbouwemissies.

Tevens zal het kabinet pleiten voor het integreren van koolstofverwijdering in bestaande EU onderzoeks- en innovatie-instrumenten en verkennen of een IPCEI-project kan worden geïnitieerd. Naast Europese marktcreatie is het noodzakelijk in de opstartfase van de toepassing van koolstofverwijderingstechnieken (tot 2030) onderzoek en innovatie te stimuleren, zonder bij voorbaat winnende technieken te kiezen. Daartoe is het nodig zowel Europese als nationale subsidieprogramma's open te stellen voor koolstofverwijdering, om zodoende zoveel mogelijk koolstofverwijderingsmethoden op een hoog niveau van technologische gereedheid te hebben. Voor deze innovatie is een brede inzet nodig die niet bij voorbaat winnende technieken kiest.

De technologische volwassenheid van verschillende methoden voor koolstofverwijdering verschilt nog sterk en het tijdsfad voor het ontwikkelen en opschalen van koolstofverwijdering is kort.⁶⁵ In het verleden is gebleken dat de potentie van toekomstige technieken moeilijk te voorspellen is, zoals bij de veel sterker dan verwachte groei van wind- en zonne-energie.

De verschillende EU onderzoeks- en innovatie-instrumenten bieden een belangrijke impuls aan Europese innovatie en zijn nodig om de uiteindelijke koolstofmarkt - los van de gekozen vorm - te bedienen van volwassen technologieën (zie Kader 10 voor een toelichting op de instrumenten). Ook zal het kabinet verkennen of een IPCEI-project (*Important Project of Common European Interest*) rond koolstofverwijderingstechnologieën nuttig is. Hierbij wordt gebruikt gemaakt van het bredere kader van de Europese *Carbon Management Strategy*. Een IPCEI wordt opgezet om een specifiek strategisch Europees beleidsdoel te behalen en maakt het mogelijk om meer ondersteuning uit nationale en EU fondsen te bieden dan binnen reguliere onderzoeksprogramma's en staatssteunkaders mogelijk is. Gezien het strategische en Europese belang van koolstofverwijdering komt het volgens het kabinet duidelijk voor een IPCEI-status in aanmerking.

Kader 10: Europese innovatie-instrumenten

In Europees verband wordt via verschillende instrumenten steun gegeven aan de ontwikkeling van technieken voor koolstofverwijdering. Zo heeft het *EU Innovation Fund* jaarlijkse openstellingen en stimuleert het grootschalige en kleinschalige projecten gericht op de demonstraties van technieken en grote vlaggenschipprojecten. De *EU Energy Innovation Council* (EIC) is onderdeel van het *Horizon*-werkprogramma en geeft subsidies en financiering aan start- en scale-ups voor vroeg stadium onderzoek tot en met opschaling voor baanbrekende innovaties. Daarnaast is onder het *Horizon*-werkprogramma een *Partnership voor Clean Energy Technologies* (CETP) opgestart, waarbinnen elk jaar openstellingen plaatsvinden, waarin ook Nederland participeert. Hierin worden grensoverschrijdende onderzoeks- en ontwikkelingsprojecten gesteund met cofinanciering uit de EU en de deelnemende landen. Het *EU LIFE* programma ondersteunt in haar openstelling in 2024 ook de ontwikkeling en demonstratie van koolstofverwijderingsmethoden. Daarnaast worden via *Horizon Europe* verschillende langjarige onderzoeksprojecten gesteund, zoals NEGEM en UPTAKE. Ook *Processes4Planet* valt onder *Horizon* en is gericht op de sleuteltechnologie die in de meeste koolstofverwijderingstechnieken een rol speelt. Tot slot kent de EU momenteel een crisissteunkader dat productiefaciliteiten voor 'clean tech' (electrolyzers, batterijen, zonnepanelen, maar ook CCUS) ondersteunt.

Het kabinet zal uiteindelijk definitief positie innemen op de toekomstige Europese beleidsarchitectuur wanneer een integrale afweging van het totaal aan maatregelen mogelijk is. De effecten van Europese beleidsinterventies zijn sterk afhankelijk van de totale set aan gekozen maatregelen. Zo hebben vrijwel alle beleidsinstrumenten effect op elkaar voor wat betreft rechtvaardigheid, de uitvoering, en de Europese en nationale financiën. De voorgestelde instrumenten uit dit hoofdstuk zijn dan ook bedoeld om de komende tijd zo effectief mogelijk de Europese besluitvorming te beïnvloeden. Ze sorteren echter nog niet voor op de definitieve positie van het kabinet tijdens de onderhandelingen zelf.

⁶⁵ De technieken en hun potentie zijn in Hoofdstuk 4 beschreven.

10 Nationaal beleid, vroegere opschaling en innovatie

Samenvatting

- Er bestaan op dit moment al verschillende beleidsinstrumenten die koolstofverwijdering stimuleren. Het gaat bij tijdelijke koolstofverwijdering bijvoorbeeld om beleid op het gebied van *biobased* bouwmaterialen en landgebruik. Voor de uitrol van permanente koolstofverwijdering is het belangrijkste bestaande nationale instrument de Stimulering Duurzame Energieproductie en Klimaattransitie (SDE++).
- Hoewel (Europese) marktcreatie uiteindelijk de beste oplossing is voor het stimuleren van koolstofverwijdering heeft nationaal beleid meerwaarde om onderzoek en innovatie te stimuleren. Nederland is goed gepositioneerd om technologieën voor koolstofverwijdering te ontwikkelen en uit te rollen, wat kansen biedt voor onze economie en samenleving. Door nationaal innovatie op het vlak van koolstofverwijdering te stimuleren wordt de beschikbaarheid van koolstofverwijdering vergroot en het Nederlandse verdienvermogen versterkt.
- Het kabinet zet in op het realiseren van een nationaal stimuleringsprogramma, dat zoveel mogelijk gebruikmaakt van de bestaande innovatie-instrumenten en -programma's. Samen met bestaande opschalings- en uitrolmechanismen biedt een stimuleringsprogramma een goede mogelijkheid om het verdienvermogen van Nederlandse bedrijven te versterken door nieuwe koolstofverwijderingstechnieken dichter bij de markt te brengen.
- Verder wordt gekeken of een of meerdere koolstofverwijderingshubs worden gecreëerd, waar innovatieve partijen toegang wordt geboden tot CO₂-infrastructuur om zo op praktische wijze hun technieken te testen en demonstreren.

Hoewel (Europese) marktcreatie uiteindelijk de beste oplossing is voor het stimuleren van koolstofverwijdering in de opschalings- en internationaliseringsfase, heeft nationaal beleid zeker in de voorafgaande opstartfase (tot 2030) meerwaarde. De markt voor koolstofverwijdering biedt enorme kansen. Op dit moment zijn er al enkele bestaande beleidsinstrumenten die (tijdelijke en permanente) koolstofverwijdering stimuleren. Nederland is goed gepositioneerd om technologieën voor koolstofverwijdering te ontwikkelen. Door innovatie in Nederland te stimuleren kan het kabinet het toekomstig verdienvermogen van Nederland versterken.

Er bestaan verschillende beleidsinstrumenten die tijdelijke koolstofverwijdering stimuleren, zoals in *biobased* bouwmaterialen (Kader 11) en in landgebruik. Koolstofopslag in de landgebruiksector is een vorm van tijdelijke koolstofverwijdering waar het kabinet al sinds 2019, toen het Klimaatakkoord werd ondertekend, op inzet. Voor landgebruik geldt een netto restemissiedoel (1,8 megaton CO₂-equivalent in 2030), te realiseren door enerzijds emissiereductie en anderzijds het vergroten van koolstofopslag, en gaat hier om koolstofopslag in alle biogene koolstofreservoirs in alle landgebruikscategorieën, conform de EU verordening voor Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF). De biogene koolstofreservoirs zijn: levende biomassa (bomen en gewassen), strooisel, dood hout, dood organisch materiaal, minerale bodems, organische bodems en geoogste houtproducten. De landgebruikscategorieën zijn: bebost land, bouwland, grasland, wetlands, woongebied, overig land en geoogste houtproducten.⁶⁶ Het ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur financiert onderzoek naar effectieve maatregelen om deze koolstofopslag te vergroten. Daarnaast wordt de toepassing van effectief bewezen maatregelen gestimuleerd middels overheidsinstrumenten, waaronder de Eco-regeling onder het Gemeenschappelijk landbouwbeleid⁶⁷. De toepassing wordt ook gestimuleerd door marktinstrumenten, waaronder keteninitiatieven en de vrijwillige koolstofmarkt. Het ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur faciliteert deze marktinstrumenten door, indien nodig, de ontwikkeling van methodedocumenten van Stichting Nationale Koolstofmarkt (SNK) te financieren en daarmee de kwaliteit van de door de markt gewaardeerde koolstofverwijderingsactiviteiten te borgen.

⁶⁶ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32023R0839>

⁶⁷ <https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/glb-2024/eco-regeling>

Kader 11: Biobased bouwen

Bouwen met *biobased* bouwmaterialen draagt bij aan diverse beleidsdoelen. Het bevordert de grondstoffen-transitie, leidt tot meer beschikbaarheid van (lokale) grondstoffen voor de bouw en leidt tot een reductie van CO₂-emissies. Daarnaast biedt het boeren een aanvullend of alternatief verdienmodel als teler van vezelgewassen, die kunnen worden gebruikt als bouw materiaal.

De toepassing van vezelgewassen kan in de bouwsector leiden tot circa 1,6 megaton CO₂-reductie per jaar in 2030 (ten opzichte van *business as usual*): 0,53 megaton dankzij verdringing van CO₂-intensieve materialen en 1,04 megaton via koolstofvastlegging in bouwwerken.⁶⁸ Hierin is de toepassing van hout als bouw materiaal nog niet meegewogen.

Om de voordelen van biobased bouwen te benutten moet de markt voor biograndstoffen in de bouw snel groeien. Hiertoe is de Nationale Aanpak Biobased Bouwen (NABB) van de ministeries van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening; Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur; Infrastructuur en Waterstaat; en Klimaat en Groene Groei gelanceerd. De centrale activiteit is het opzetten van minimaal 25 ketens van boeren, verwerkende industrie en bouwers, met name om vezelgewassen te verwerken tot een product/ materiaal voor de bouw. Dit betreft materialen voor woning- en utiliteitsbouw en voor infrastructuur. Voor deze aanpak is in totaal € 200 miljoen beschikbaar tot en met 2030.

De markt voor biobased bouwen wordt gestimuleerd via 45 interventies. De agrariërs worden hoofdzakelijk gestimuleerd om vezelgewassen te telen via een pilot met koolstofcertificaten.⁶⁹ Voor de verwerkende industrie wordt in 2025 een zachte lening gelanceerd, zodat het voor bedrijven gemakkelijker wordt om verwerkingsfaciliteiten te financieren. In de bouwsector worden vele interventies ingezet. Zo is er sinds 2024 een bonus in drie subsidieregelingen voor woningeigenaren (ISDE, SVVE, SVOH) wanneer gekozen wordt voor biobased isolatiemateriaal. Daarnaast wordt via het Rijksvastgoedbedrijf ambitieus uitgevraagd bij het bouwen en renoveren van eigen vastgoed. Komend jaar wordt onderzocht of deze aanpak ook naar andere opdrachtgevers kan worden uitgebreid. Ook wordt via de uitvoeringsorganisatie Building Balance volop ingezet op (brand)testen, certificering en standaardisatie van materialen en methoden.

Dit beleid wordt geflankeerd door de milieuprestatie-eis voor gebouwen (MPG) en in de toekomst door normering vanuit Europa. In de herziene Richtlijn Energieprestatie van Gebouwen (EPBD) zijn afspraken opgenomen rond *Whole Life Carbon* (WLC). Dit zijn de totale emissies gedurende de hele levenscyclus van een gebouw, inclusief koolstofvastlegging: oftewel de gebruikte grondstoffen, de uitstoot in de productiefase van materialen en in de bouwfase, de uitstoot gedurende de gebruiksfase van het gebouw en aan het eind van de levensduur ervan, inclusief aandacht voor wat er dan met vrijkomende materialen wordt gedaan. Vanaf 2030 zullen lidstaten concrete WLC-limieten stellen voor alle nieuwe gebouwen. Door deze limieten wordt koolstofvastlegging gestimuleerd.

Het belangrijkste bestaande nationale instrument voor de uitrol van permanente koolstofverwijdering is de Stimulering Duurzame Energieproductie en Klimaattransitie (SDE++) (zie Kader 12). De SDE++ speelt reeds een belangrijke rol bij de bijdrage van koolstofverwijdering aan de realisatie van klimaatdoelen op korte termijn (2030). Zo is voorzien in een aanzienlijke bijdrage van CCS bij afvalverwerkingsinstallaties (AVI's), biomassavergisting, biobrandstofproductie, en bij relatief kleinschalige biomassaverbrandingsinstallaties op basis van duurzame biograndstoffen. Gegeven het uitgangspunt om koolstofverwijdering zo min mogelijk ten koste te laten gaan van emissiereductie (zie uitgangspunt 1 in Hoofdstuk 5), is het van belang om doorlopend te blijven bezien of meer en nieuwe koolstofverwijderingstechnieken binnen de SDE++ kunnen worden opgenomen zonder dat daarvoor extra middelen aan de SDE++ worden toegevoegd.

⁶⁸ [Nationale Aanpak Biobased Bouwen | Rapport | Rijksoverheid.nl](#), 8 november 2023

⁶⁹ [Inschrijving Pilot stimulering Vezelteelten geopend | Nationaal Groenfonds](#)

Kader 12: SDE++

Sinds 2020 staat de SDE++ open voor verschillende vormen van afvang en opslag van CO₂ (CCS). Koolstofverwijdering door middel van de afvang en opslag van biogene CO₂ komt ook voor SDE++-subsidie in aanmerking. De meer generieke CCS-categorieën passen bij bedrijven met zuivere CO₂-stromen, zoals vergistingsinstallaties en biobrandstoffabrieken. Daarnaast staat sinds 2024 een aparte SDE++-categorie open voor relatief kleine biomassaverbrandingsinstallaties, die minder zuivere CO₂-stromen hebben. In de praktijk is er voor al deze vormen van koolstofverwijdering ook al daadwerkelijk SDE++ aangevraagd. Het is mogelijk dat in de toekomst andere koolstofverwijderingstechnieken aan de SDE++ worden toegevoegd. Het PBL adviseert jaarlijks over welke technieken voor SDE++ in aanmerking zouden moeten komen en wat passende subsidiebedragen zijn. Belangrijke voorwaarden voor het opnemen van een techniek in de SDE++ zijn een voldoende mate van volwassenheid (TRL 9), voldoende marktinteresse en het uitvoeringstechnisch kunnen inpassen van de techniek in de SDE++. Het kabinet is voornemens om in 2025 de SDE++ voor het eerst open te stellen voor de afvang van atmosferische CO₂ (*Direct Air Capture*). Hoewel de 2025-openstelling alleen mogelijk wordt voor het gebruik van de CO₂ in de glastuinbouw, kan deze openstelling wel bijdragen aan het op termijn inzetten van deze techniek voor koolstofverwijdering.

Door nationaal innovatie op het vlak van koolstofverwijdering te stimuleren wordt de beschikbaarheid van koolstofverwijdering vergroot en het Nederlandse verdienen vermogen versterkt.

Vanwege de grote toekomstige vraag (Hoofdstuk 3) is koolstofverwijdering een groeimarkt. Rapporten van BCG⁷⁰ en McKinsey⁷¹ laten zien dat de markt voor koolstofverwijdering tot een gigantische omvang kan groeien tot 135 miljard dollar in 2040 en 1,2 biljoen dollar in 2050. Een voortrekkersrol kan ervoor zorgen dat deze nieuwe industrieën zich in Nederland vestigen, wat duurzame werkgelegenheid met zich meebrengt.

Nederland is goed gepositioneerd om technologieën voor koolstofverwijdering te ontwikkelen en uit te rollen, wat kansen biedt voor onze economie en samenleving.

Nederland heeft in het bijzonder kennis rond CCS en offshore en meerdere industriële startups die een rol kunnen spelen bij de opslag van koolstof in materialen. Ook 'Groeiemarkten voor Nederland'⁷² beschrijft CCS en CCU als relevante markten voor Nederland en benoemt daarbij Porthos (CO₂-transport en -opslag), Voltachem (CO₂-omzetting) en Carbyon (Direct Air Capture). Omdat koolstofverwijdering grotendeels nog moet worden ontwikkeld⁷³ (zie Hoofdstuk 4) kan het Nederlands bedrijfsleven haar kennis hier benutten en zo technologieën ontwikkelen en verkopen. Bovendien heeft Nederland relatief grote geologische opslagcapaciteit (zie Hoofdstuk 4). Daarnaast dragen de meeste koolstofverwijderingstechnieken ook bij aan industriële verduurzaming en de circulaire economie. Zo zijn de technieken voor het afvangen van kortcyclische CO₂ ook in staat CO₂ te leveren aan glastuinbouw en materialen en producten ter vervanging van het huidige fossiele koolstofgebruik. Daarnaast kan gemineraliseerde CO₂ een bijdrage leveren aan de verduurzaming van bouwstoffen, en kunnen biochar en koolstofopslag in de bodems de vruchtbaarheid van de Nederlandse bodems verbeteren. Biologische routes kunnen een aanvullend verdienmodel voor agrarische ondernemers bieden en bijdragen aan het bereiken van natuurdoelen.

Bestaande onderzoeks- en innovatieprogramma's bieden mogelijkheden voor de ontwikkeling koolstofverwijdering, maar de huidige ondersteuning sluit nog niet goed aan bij de specifieke innovatiebehoeften van koolstofverwijdering.

Er liggen derhalve nog opgaven voor het nationale beleid. Zo kunnen studies naar de haalbaarheid van pilots worden onderzocht in subsidie Topsector Energie (TSE) industriestudies⁷⁴, passen pilots en demonstraties in de Demonstratie Energie- en

⁷⁰ BCG; The Time for Carbon Removal Has Come, <https://www.bcg.com/publications/2023/the-need-and-market-demand-for-carbon-dioxide-removal>

⁷¹ McKinsey; Carbon removals; How to scale a new gigaton industry, <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/carbon-removals-how-to-scale-a-new-gigaton-industry>

⁷² Kamerstuk 31793-273

⁷³ Ibid

⁷⁴ <https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/tse-industrie-studies>

Klimaatinnovatie (DEI+)⁷⁵, kent het Nationaal Groeifonds (NGF) programma GroenvermogenNL een groot publiek-privaat *Research & Development* (R&D) programma (35 miljoen euro subsidie) op het gebied van CO₂-behandeling (met name conversie) en bieden ook de Integrale Kennis en Innovatie Agenda (IKIA) voor Klimaat en Energie⁷⁶, de roadmap procestechnologie van de topsector Chemie⁷⁷ en de Kennis- en Innovatieagenda Chemie kansen. Daarnaast zijn in aanloop naar de groeifondsronde vier samenwerkingsverbanden op het gebied van CCU (FutureCarbonNL⁷⁸) en koolstofverwijdering (Arrhenius⁷⁹) gestart waar veel bedrijven en kennisinstellingen met expertise op het gebied van CO₂ en CO₂-verwijdering reeds samenwerken.

In bestaande Europese en nationale regelingen is koolstofverwijdering moeilijk onder te brengen, omdat deze vaak gericht zijn op emissiereductie. Als gevolg hiervan zijn bijvoorbeeld de regelingen van de Topsector Energie voor onderzoek en ontwikkeling (met name de Energie & Klimaat Onderzoek en Ontwikkeling, EKO⁸⁰ en de Missiegedreven Onderzoek, Ontwikkeling en Innovatie, MOOI⁸¹) nog niet gericht op de ontwikkeling van koolstofverwijderingstechnieken. Om dit gat op te vullen, is door het Topconsortia voor Kennis en Innovatie (TKI) Nieuw Gas in 2024 een Publiek-Private Samenwerking (PPS)-toeslageregeling voor onderzoek en ontwikkeling opgesteld⁸², maar meer maatregelen en middelen zijn nodig.

Het kabinet zet in op het realiseren van een nationaal stimuleringsprogramma, dat zoveel mogelijk gebruikmaakt van de bestaande innovatie-instrumenten en -programma's⁸³. Het nationale stimuleringsprogramma beoogt dit door bevordering van de coördinatie van Nederlandse onderzoeks- en ontwikkelactiviteiten binnen bestaande innovatie-instrumenten en door ondersteuning van deelname in Europese en internationale onderzoeksprogramma's. Het programma beoogt ook afstemming met bestaande initiatieven rond onderzoek naar koolstofverwijdering, zoals het Arrhenius programma⁸⁴ en activiteiten vanuit de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO). Naast techniekontwikkeling richt het programma zich ook op maatschappelijke aspecten, de milieueffecten en de monitoring van koolstofverwijdering, alsmede en de ontwikkeling van boekhoudmethoden voor koolstofverwijdering. De bedoeling is dat bestaande innovatie-regelingen meer op koolstofverwijdering worden gericht. Daarbij gaat het met name om de MOOI (voor consortiumprojecten) en de EKO (voor meer individuele projecten). Verder zal voor hogere TRL-niveaus ook ingezet worden op betere benutting van bestaande DEI+-middelen voor koolstofverwijderingspilots en demo's. Voor de programmering en coördinatie zal een adviesgroep van externe experts uit het werkveld (onderzoeksinstituten en -raden, TKI's, bedrijven, overheden, NGO's, relevante platforms) worden ingesteld. In samenwerking met de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) - die het secretariaat voor het programma zal verzorgen - zou deze groep prioriteiten en mogelijkheden voor afstemming en samenwerking kunnen identificeren, mede door het organiseren van nationale bijeenkomsten en het realiseren van Nederlandse deelname aan en inbreng in internationale onderzoekskaders, zoals *Horizon Europe*, het *Greenhouse Gas R&D Programme* van het Internationaal Energieagentschap (IEAGHG), *Clean Energy Technology Partnership* (CETP) en *Mission Innovation CDR*.

⁷⁵ <https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/dei>

⁷⁶ <https://www.topsectoren.nl/publicaties/publicaties/publicaties-2023/november/02/ikia-klimaat-energie-2024-2027>

⁷⁷ <https://chemistrynl.com/wp-content/uploads/2021/05/Roadmap-CCPTS-2021-final.pdf>

⁷⁸ <https://futurecarbon.nl/>

⁷⁹ <https://arrhenius-programma.nl/>

⁸⁰ <https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/ekoo>

⁸¹ <https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/mooi>

⁸² <https://topsectorenergie.nl/nl/nieuws/subsidieregeling-voor-ccs-en-nieuwe-afvangtechnologieen-daccs-sea-water-capture-van-start/>

⁸³ Bijv. NGF GroenvermogenNL, FutureCarbonNL, Advanced Research Center for Chemical Building Blocks (ARC CBBC).

⁸⁴ Zie voor meer informatie: <https://arrhenius-programma.nl/>

Verder wordt bekeken of een of meerdere koolstofverwijderingshubs kunnen worden gecreëerd, waar innovatieve partijen toegang wordt geboden tot CO₂-infrastructuur om zo op praktische wijze hun technieken te testen en demonstreren. Dergelijke hubs werken niet alleen faciliterend, maar bevorderen ook kennisdeling en samenwerking. Op deze manier wordt aangesloten bij de bestaande vrijwillige markt, wat ook de mogelijkheid biedt om privaat geld te mobiliseren om innovatie te versterken. Ook wordt er gezorgd dat er aansluiting komt op de Meerjarige Missiegedreven Innovatie Programma's (MMIP's).⁸⁵

Samen met bestaande opschalings- en uitrolmechanismen biedt een stimuleringsprogramma een goede mogelijkheid om het verdienvermogen van Nederlandse bedrijven te versterken door nieuwe koolstofverwijderingstechnieken dichter bij de markt te brengen. Wat betreft de aansluiting tussen de ontwikkeling en marktintroductie en uitrol van technieken vormen op korte termijn met name de vrijwillige koolstofmarkt voor emissiereducties en CCU op basis van niet-fossiele koolstof (bijvoorbeeld glastuinbouw) de belangrijkste marktvraag. Na 2030 zal naar verwachting de marktvraag naar koolstofverwijdering door Europees beleid sterk toenemen. Dat zal ook private investeringen in innovatie aantrekkelijker maken. Hoewel voor veel industriële koolstofverwijderingstechnieken ook na 2030 nog innovatie nodig zal zijn, kan een stimuleringsprogramma samen met ondersteuning voor opschaling en uitrol in de opstartfase van het koolstofverwijderingsbeleid nieuwe technieken helpen om de afstand tot de markt te overbruggen. Op dat terrein bieden de DEI+ en de SDE++ nu reeds mogelijkheden voor ondersteuning van koolstofverwijdering.

⁸⁵ Binnen het huidige raamwerk van de Integrale Kennis en Innovatieagenda voor Klimaat en Energie is de steun aan onderzoek en ontwikkeling georganiseerd langs sectorale missies, en worden thema's verder uitgewerkt in de Meerjarige Missiegedreven Innovatie Programma's (MMIP's). In MMIP 8 staat programmering voor CCU(S) opgenomen. In 2022 zijn de MMIP's naar aanleiding van de nieuwe voorgenomen klimaatdoelstellingen herijkt (55% reductie in 2030 en klimaatneutraal in 2050). Desondanks is koolstofverwijdering moeilijk onder te brengen in dit raamwerk, omdat het niet logischerwijs bij één van de bestaande missies past. Deze gaan in de regel om het reduceren van de emissies in bepaalde sectoren, terwijl het bij koolstofverwijdering gaat om nieuwe activiteiten. Het gevolg hiervan is dat de regelingen van de Topsector Energie voor onderzoek en ontwikkeling (hoofdzakelijk de EKOI en de MOOI) niet beschikbaar zijn voor de ontwikkeling van koolstofverwijderingstechnieken. Om dit gat op te vullen, is door de TKI Nieuw Gas in 2024 een regeling voor onderzoek en ontwikkeling opengesteld. Daarnaast wordt voorjaar 2025 de nieuwe Kennis- en Innovatieagenda Chemie verwacht, waar CO₂-verwijderingstechnieken in zullen worden opgenomen.

Annex I: Begrippenlijst

Hieronder worden toegelicht hoe deze Routekaart enkele belangrijke begrippen definieert.

Koolstofverwijdering en negatieve emissies	<p>In lijn met het IPCC wordt koolstofverwijdering gedefinieerd als menselijke activiteiten die koolstofdioxide uit de atmosfeer verwijderen en langdurig opslaan in geologische, aardse of oceanische reservoirs, of in producten. Koolstofverwijdering is dus een activiteit. Negatieve emissies is een situatie: de situatie dat er netto meer koolstof uit de atmosfeer wordt verwijderd dan dat er broeikasgassen worden uitgestoten. Deze situatie kan zich voordoen op het niveau van een land of de wereld.</p>
BioCCS en BECCS	<p>Bij CCS wordt CO₂ afgevangen en permanent opgeslagen in de ondergrond. Als dit met CO₂ van fossiele oorsprong gebeurt, worden emissies gereduceerd ten opzichte van een systeem zonder CCS. Als biogene of atmosferische CO₂ wordt afgevangen en opgeslagen met CCS, kan er sprake zijn van koolstofverwijdering. Hierbij moet wel netto meer worden opgeslagen dan in de hele keten is uitgestoten.</p> <p>Er zijn verschillende technieken en routes om biogene CO₂ op te slaan. In deze Routekaart wordt een onderscheid gemaakt tussen BECCS en BioCCS. BECCS gaat specifiek over CO₂-afvang en opslag bij verbranding in biomassacentrales of afvalstoffenverbrandingsinstallaties (AVI). BioCCS betreft het afvangen en opslaan van biogene CO₂ die vrijkomt bij de raffinage van biograndstoffen voor de productie van biobrandstoffen of chemicaliën.</p>
Permanente en tijdelijke opslag	<p>Er wordt in deze Routekaart, in lijn met het EU CRCF, een onderscheid gemaakt tussen tijdelijke en permanente opslag. Voorbeeld van tijdelijke opslag is de vastlegging van CO₂ in producten, bodems, of bossen. Hierbij bestaat het risico dat de opgeslagen CO₂ vrijkomt als bijvoorbeeld het bos later weer wordt gekapt, afbrand, of door klimaatverandering weer CO₂ loslaat. Bij permanente opslag blijft de CO₂ in principe duizenden jaren vastgelegd. Voorbeeld van permanente opslag is vastlegging in geologische formaties via CCS of mineralisatie.</p>
Kortlevende en langlevende broeikasgassen	<p>Broeikasgassen verschillen van elkaar, bijvoorbeeld wat betreft verblijftijd in de atmosfeer of het opwarmend potentieel van het gas. Om uitstoot te kunnen compenseren, moeten het klimaateffect en de stabiliteit en duur van de vastlegging gelijkwaardig zijn aan die van de uitstoot. CO₂ kent (net als de meeste andere broeikasgassen) een lange verblijftijd in de atmosfeer. Om CO₂-uitstoot (of uitstoot van de meeste andere broeikasgassen) te compenseren zou dus gebruik moeten worden gemaakt van permanente koolstofverwijdering. Eén mogelijke uitzondering is methaan, dat een korte verblijftijd in de atmosfeer kent.</p>
Equivalentie	<p>Equivalentie of like-for-like betekent dat het opwarmende effect van de uitstoot gecompenseerd wordt en dat de CO₂-vastlegging plaatsvindt in een reservoir dat qua opslagduur en permanentie vergelijkbaar is met het reservoir waar het oorspronkelijke broeikasgas vandaan komt.</p>

Annex II: Boekhouden van koolstofverwijdering (Accounting)

Monitoring, rapportage en verificatie (MRV) van koolstofdioxide (CO₂) dat uit de atmosfeer is gehaald en duurzaam is opgeslagen, is cruciaal voor het vertrouwen in koolstofdioxideverwijdering (CDR) en voor het stimuleren van groei van deze activiteiten. Maar de wetenschap en het beleid rondom het ontwikkelen van robuuste systemen om dit te doen, zijn complex en bevinden zich in verschillende stadia van ontwikkeling voor verschillende koolstofverwijderingsmethoden.⁸⁶ Daarvoor is nog veel nieuwe regelgeving nodig, liefst op mondiale schaal, onder meer voor de borging van de duurzaamheid van koolstofverwijdering.

Definitie van MRV in de context van koolstofverwijdering

Er bestaan veel begrippen over wat MRV inhoudt. In feite worden “meting” en “monitoring” vaak door elkaar gebruikt voor de “M”. In het voor deze Routekaart belangrijke *State of CDR*-rapport wordt “monitoring” gebruikt en wordt het opgevat als alle gegevens en informatie die worden gemeten, geschat of gekwantificeerd voor het doel van het volgen van koolstofverwijdering en de gerelateerde impacts.

Het *State of CDR*-rapport definieert MRV als het proces van:

1. Het meten of kwantificeren van CO₂-verwijderingen van een CDR-activiteit en het monitoren van die CO₂-verwijderingen gedurende een CDR-activiteit.
2. Rapportage over die verwijderingen.
3. Verificatie (en toekenning) door derden van de gerapporteerde verwijderingen.

Deze stappen – die in brede zin een MRV-systeem worden genoemd – worden in de praktijk uitgevoerd voor certificering dat een CDR-activiteit heeft plaatsgevonden en kwantificering van koolstofverwijderingen volgens vooraf gedefinieerde normen/methodieken.

Naast kwantificering van de verwijderde koolstof kan in MRV-systemen ook gekeken en getoetst worden op aspecten zoals milieueffecten (bijvoorbeeld veranderingen in biodiversiteit, water-, bodem- en luchtkwaliteit of beschikbaarheid van land) en maatschappelijke voordelen (bijvoorbeeld werkgelegenheid). Verder kunnen voor de borging van de integriteit van koolstofverwijdering (zie onder) aan MRV-systemen, aanvullende bepalingen/mechanismen worden gekoppeld voor het beheersen van risico van omkering, *reversals*, van opgeslagen koolstof dat terugvloeit naar de atmosfeer.⁸⁷

⁸⁶ State of CDR-2, 2024.

⁸⁷ State of CDR-2, 2024.

Robuuste MRV-regelgeving is nodig om een aantal redenen

1. Integriteit van koolstofverwijdering
2. Kwantificering van de bijdrage in nationale emissieregistraties
3. Voorkomen van dubbeltellingen

Ad 1. De integriteit van koolstofverwijdering betreft zowel de zekerheid, duur en permanentie van koolstofverwijdering. Het moet zeker zijn dat de koolstofverwijdering daadwerkelijk heeft plaatsgevonden. Dat vergt verificatie van projecten en boekhoudingen. Daarnaast speelt de vraag hoe lang de verwijdering (minimaal) moet plaatsvinden om mee te mogen tellen; **de duur** van de verwijdering. Duidelijk is dat kortstondige opslag niet volstaat (bijvoorbeeld CO₂-opslag in producten met een korte levensduur), maar er bestaat momenteel geen duidelijke wetenschappelijke basis of consensus onder beleidsmakers voor een onderscheid tussen tijdelijke en permanente opslag, die bij koolstofverwijdering zou moeten worden gehanteerd.⁸⁸ In het beleid van overheden en in de vrijwillige koolstofmarkt variëren minimumdrempelwaarden voor opslag tussen de 25 jaar en 100 jaar. Een alternatieve benadering gaat uit van het equivalentiebeginsel, waarbij de duur van de opslag overeen moet komen met de duur van het klimaateffect van het broeikasgas in de atmosfeer. Toepassing van het equivalentiebeginsel betekent dat de uitstoot van kortlevende broeikasgassen mogen worden gecompenseerd met kortdurende opslag. Voor een dergelijke benadering zijn echter nog geen accountingregels ontwikkeld (zie onder ad 2).

Naast de duur is ook **de permanentie** van opslag van belang. Dit speelt met name bij opslagvormen die langdurig kunnen zijn, maar waarbij de permanentie onzeker is door natuurlijke en/of menselijke factoren. In het huidige UNFCCC-systeem wordt de uitstoot van fossiele CO₂ op jaarbasis 1 op 1 verrekend met vastlegging in natuurlijke putten (sinks), maar in het kader van koolstofverwijdering is er discussie over de wenselijkheid van compensatie van langlevende broeikasgassen vanwege de onzekerheid rond de permanentie van natuurlijke sinks, zoals bijvoorbeeld door bosbranden of veranderend landgebruik bij de opslag van koolstof in bossen en bodems. Om die reden wordt het wenselijk geacht om scherpere regels af te spreken en/of daar zelf strikter mee om gaan. De onzekerheid rond permanentie kan worden verminderd door mechanismen voor vermindering van het risico van omkering, zoals via *bufferpools*, waarbij fossiele uitstoot meer dan 1 op 1 wordt gecompenseerd, “permanentieperioden”, waarbij de compensatie slechts tijdelijk waarde heeft en steeds moet worden vernieuwd, en “*make-good*”-bepalingen, waarbij verloren gegane koolstofvastlegging moet worden gerepareerd. Dergelijke buffers kunnen echter ook uitgeput raken en de vraag is of bij grootschalige toepassing van vastlegging in natuurlijke sinks, verliezen in de praktijk vervolgens kunnen worden goedge maakt.

Ad 2. Een belangrijke voorwaarde voor de toepassing van koolstofverwijdering in het klimaatbeleid is dat er duidelijke afspraken bestaan over methodologieën om koolstofverwijdering te kwantificeren en mee te tellen in de nationale emissieregistratie. Dit staat bekend als het accountingvraagstuk. Daarbij kunnen voor het meetellen in nationale emissierapportages andere regels wenselijk zijn dan voor koolstofverwijderingsprojecten. De regels voor nationale emissierapportages worden internationaal afgesproken in het kader van het VN-klimaatverdrag (UNFCCC). Daarbij wordt advies gevraagd aan het VN-klimaatpanel (IPCC), dat methodologieën ontwikkelt voor het schatten van emissiereducties en koolstofvastlegging. De UNFCCC bepaalt vervolgens welke landen over welke bronnen, met welke frequentie en op welke wijze moeten rapporteren.

Wat betreft vastlegging van koolstof zijn nog niet voor alle methoden voor koolstofverwijdering door het IPCC methoden voor emissieregistratie ontwikkeld. De bestaande methoden gaan in hoofdzaak over hoe vastlegging van koolstof in (beheerde) vegetatie en bodems zijn in te schatten en hoe hiermee te rekenen. Daarbij gaat het niet alleen over jaarlijkse opname (of uitstoot), maar ook om verandering van koolstofvoorraden. Dit betreft dus de biologische routes (zogenaamde carbon sinks). Voor de meeste industriële koolstofverwijderingsroutes, zoals *Direct Air Capture* (DAC) en mineralisatie, ontbreken die methodologieën nog. Alleen voor BECCS (en geoogste houtproducten) heeft het IPCC al

⁸⁸ State of CDR-2, 2024

methodologieën ontwikkeld. Daaronder valt zowel CCS bij directe verbranding van biomassa (BECCS) als CCS bij industriële verwerking van biomassa (BioCCS), hoewel ook daarbij voor bepaalde routes onduidelijk is of bepaalde toepassingen er onder vallen, zoals biovergistingsprocessen. De IPCC *Task Force on National Greenhouse Gas Inventories* heeft de opdracht gekregen om een methodologierapport te leveren over CDR, CCS en CCU tijdens de huidige 7^e assessmentcyclus van het IPCC. Dit zal naar verwachting leiden tot richtlijnen over hoe rekening moet worden gehouden met CDR-methoden buiten landgebruik, verandering in landgebruik en bosbouw in nationale broeikasgasinventarissen onder de UNFCCC, rekening houdend met verschillen in duurzaamheid van opslag. Dit methodologisch rapport zou in 2027 moeten verschijnen.

Ad 3. Voorkomen van dubbel telling vergt dat koolstofverwijdering slechts eenmaal kan worden meegeteld en overdracht van eenheden bij eventuele handel daarin wordt bijgehouden. Daarvoor is nodig dat verwijderde koolstofeenheden (uniek) worden geregistreerd en eventuele handel in verwijderde koolstofeenheden in een boekhouding wordt bijgehouden (tracking) en overdrachten worden verrekend op nationale emissiebalansen (dat een zogenoemde *corresponding adjustment* wordt uitgevoerd). Een dergelijk internationaal tracking en boekhoudsysteem is afgesproken onder de Overeenkomst van Parijs en de laatste afspraken daarvoor zijn tijdens de klimaattop in Bakoe in november 2024 gemaakt. Verder vergt het – zoals eerder aangegeven – ook verdere ontwikkeling van (internationale) methodologieën voor uitgifte van koolstofverwijderingseenheden om in te handelen.

Onderscheid tussen nationaal- en projectperspectief

In de discussie over rekenregels voor koolstofverwijdering is een onderscheid tussen het nationale en projectperspectief belangrijk. Het eerste betreft landen; het tweede betreft particuliere partijen, die bijvoorbeeld deelnemen in de vrijwillige koolstofmarkt ter compensatie van resterende uitstoot. De vrijwillige koolstofmarkt is voornamelijk de belangrijkste financier van koolstofverwijderingsactiviteiten, wereldwijd en nationaal.⁸⁹ Bij koolstofverwijderingsprojecten is het wenselijk om alle ketenemissies mee te nemen, inclusief die in het buitenland. Bij de nationale emissies gaat het in beginsel (alleen) om de netto emissies op het nationale grondgebied; emissies in het buitenland vallen immers onder de verantwoordelijkheid van andere landen. Dat neemt niet weg dat ongewenste ketenemissies kunnen worden tegengegaan, zoals via normering van importstromen (EU Renewable Energy Directive (RED); Nationale duurzaamheidskader biomassa). In beide gevallen speelt wel het belang dat koolstofverwijdering robuust is en dubbeltellingen worden voorkomen. Dat vergt monitoring, rapportage en verificatie (MRV) volgens afgesproken regels. Voor koolstofverwijdering op projectniveau is hier binnen de Europese Unie het (vrijwillige) Certificeringsraamwerk koolstofverwijdering (CRCF) ontwikkeld. Zoals eerder aangegeven is mondiaal tijdens COP29 onder artikel 6 van de Overeenkomst van Parijs ook een dergelijk raamwerk voor handel in emissiereducties en koolstofverwijdering overeengekomen.

Opslag van (niet-fossiele) koolstof in materialen is - mits die koolstof voldoende lang uit de atmosfeer houdt - nuttig om ook mee te rekenen, maar staat nog in de kinderschoenen.

Permanente en tijdelijke opslag van CO₂ in materialen kan een nuttige bijdrage leveren aan koolstofverwijdering. Bij tijdelijke vastlegging in materialen moet het wel gaan om een voldoende lange periode. In het Europese certificeringsraamwerk voor koolstofverwijdering (CRCF) wordt uitgegaan van minimaal 35 jaar. Bij tijdelijke vastlegging van koolstof in materialen is een vereiste dat de voorraden van vastgelegde koolstof worden bijgehouden; alleen bij een groeiende voorraad is er sprake van netto-vastlegging en dus koolstofverwijdering. Verder kan alleen sprake zijn van koolstofverwijdering indien de koolstof van niet fossiele oorsprong is, omdat er anders alleen sprake is van uitgestelde emissies. Voornamelijk is koolstofopslag in materialen alleen geregeld voor geoogste houtproducten (zie Kader 13); voor andere vormen van opslag in materialen bestaan nog geen boekhoudregels. Dat betekent dat die nog niet mee kunnen tellen bij het bereiken van nationale klimaatdoelen. Wel kan dit via certificering van methodologieën voor vastlegging van koolstof in materialen een rol spelen op de vrijwillige koolstofmarkt.

⁸⁹ State of CDR-2, 2024

Kader 13: Geogste houtproducten (*Harvested Wood Products, HWP*)

Er worden drie soorten houtproducten onderscheiden in de nationale emissieregistratie: gezaagd hout, panelen, rondhout, en papier en karton. Voor elk van deze vormen wordt uitgegaan van een bepaalde levensduur of halfwaardetijd, uitgedrukt als het aantal jaren waarin de hoeveelheid in het houtproduct opgeslagen koolstof halveert en weer in de atmosfeer terecht komt (default voor gezaagd hout, panelen en rondhout 35 jaar; voor papier/karton 2 jaar). Wanneer er meer koolstof in de voorraad van houtproducten stroomt dan er uitstroomt, vindt er een opbouw van koolstof in producten plaats en dit wordt als een netto-put beschouwd en is er sprake van koolstofverwijdering. De HWP kunnen worden meegerekend als extra koolstofput in de emissieregistratie, omdat – evenals bij benutting van biomassa voor energiedoeleinden – het verlies van biomassa als gevolg van de oogst al is verrekend in de biomassa(voorraad) van de bossen, die ook in de emissieboekhouding wordt bijgehouden.

Annex III: Mondiale hoeveelheden koolstofverwijdering in scenario's

Tabel: Emissiereducties en koolstofverwijdering (CDR) in verschillende scenario's, in 2035, 2050 en het jaar waarin netto nul CO₂-emissies worden bereikt. Scenariocategorie C1: beperkt de opwarming tot 1,5 °C (>50% kans) met geen of beperkte overschrijding. C2: brengt de opwarming terug naar 1,5°C na een hoge overschrijding. C3: beperkt de opwarming tot 2°C (>67% kans). Bron: The State of Carbon Dioxide Removal (2nd Edition, 2024).

1,5°C met meer conventionele CDR	5°C met meer nieuwe CDR	1,5°C zonder nieuwe CDR	Duurzamere scenario's binnen C1-C3	C1-C3	C3	C2	C1		Scenario's
27	29	34	31 (28; 34)	21 (16; 26)	19 (14; 22)	21 (16; 26)	30 (26; 32)	Bruto emissiereducties t.o.v. 2020	035 (GtCO ₂ eq per jaar, 25e-75e percentiel)
5,9	6,4	3,9	5,1 (4,6; 5,8)	4,6 (3,6; 5,9)	4,1 (3,2; 5,4)	4,5 (3,5; 5,5)	6,1 (4,9; 7,0)	Totale hoeveelheid CDR	
5,6	3,9	3,9	4,5 (4,4; 4,9)	3,9 (3,0; 5,0)	3,6 (2,6; 5,0)	4,0 (3,1; 4,5)	4,8 (4,2; 5,5)	Conventionele CDR	
0,3	2,5	0	0,30 (0,15; 0,66)	0,43 (0,16; 0,99)	0,28 (0,11; 0,73)	0,35 (0,15; 0,65)	1,0 (0,53; 1,4)	Nieuwe CDR	
40	43	45	41 (39; 43)	34 (30; 39)	32 (29; 34)	35 (33; 39)	39 (38; 42)	Bruto emissiereducties t.o.v. 2020	2050 (GtCO ₂ eq per jaar, 25e-75e percentiel)
7,6	9,8	4,8	7,8 (6,6; 8,9)	7,5 (5,9; 10)	6,4 (5,6; 9,1)	8,1 (6,6; 10)	8,9 (7,6; 11)	Totale hoeveelheid CDR	
6,7	6,3	4,8	5,7 (5,2; 5,9)	5 (3,3; 5,8)	4,8 (3,1; 5,4)	5,2 (3,6; 5,7)	5,6 (3,6; 6,1)	Conventionele CDR	
0,9	3,5	0	1,9 (1; 3,7)	3,2 (1,6; 4,6)	2,4 (1,2; 4)	3,6 (1,8; 5,2)	4,5 (3,4; 5,1)	Nieuwe CDR	
300	160	130	170 (140; 210)	260 (200; 360)	330 (260; 440)	220 (190; 250)	190 (150; 260)	Totale hoeveelheid CDR, cumulatief	Ten tijde van netto nul CO ₂ -emissies (GtCO ₂ eq per jaar, 25e-75e percentiel)
265	110	110	150 (130; 160)	170 (130; 230)	210 (150; 260)	150 (110; 180)	140 (120; 180)	Conventionele CDR, cumulatief	
35	50	50	22 (15; 53)	96 (48; 200)	140 (79; 270)	64 (40; 120)	51 (43; 89)	Nieuwe CDR, cumulatief	

Annex IV: Het advies van de Wetenschappelijke Klimaatraad (WKR)

Samenvatting

- In "De lucht klaren?" geeft de Wetenschappelijke Klimaatraad (WKR) advies over uitgangspunten en beleid rond koolstofverwijdering. Dit advies is integraal meegenomen bij de ontwikkeling van de Routekaart.
- De WKR onderschrijft de noodzaak en het belang van koolstofverwijdering voor het bereiken van de klimaatdoelen, maar waarschuwt tegelijkertijd voor een te groot vertrouwen in de bijdrage van koolstofverwijdering vanwege de onzekerheden en risico's rond het realiseren van koolstofverwijdering.
- De WKR adviseert om maximaal in te zetten op het beperken van de uitstoot. Het beleid voor koolstofverwijdering moet niet of zo weinig mogelijk ten koste gaan van de inspanningen voor vermindering van de uitstoot.
- De WKR adviseert om het koolstofverwijderingsbeleid op Europees niveau snel te ontwikkelen en daarbij de inzet van koolstofverwijdering in het EU ETS zo lang mogelijk uit te stellen om de prikkel voor emissiereductie zo lang mogelijk te behouden en dat alleen de overheid koolstofverwijderingscertificaten op de ETS-markt kan brengen.
- Daarnaast adviseert de WKR in het klimaatbeleid alleen in te zetten op permanente koolstofverwijdering; een door de Nederlandse overheid geleid inkoopprogramma voor permanente CO₂-verwijdering op te starten; en tijdelijke koolstofverwijdering te stimuleren als positief neveneffect van ander beleid.
- In een aanvullend achtergrondrapport over verantwoord inzetten van tijdelijke koolstofverwijdering geeft de WKR aan dat op basis van het equivalentiebeginsel tijdelijke koolstofverwijdering onder voorwaarden alleen voor biogene broeikasgassen en deels voor fossiele methaan kan worden ingezet. Daarmee kan het niet voor compensatie van langlevende broeikasgassen worden gebruikt, omdat het niet kan compenseren voor klimaateffecten op de lange termijn.
- De WKR constateert verschillende tekortkomingen in de bestaande emissieboekhoudsystematiek, waaronder dat die compensatie van langlevende broeikasgassen en methaan van fossiele oorsprong door tijdelijke verwijdering toestaat. In aankomende beslissingen over de verdere ontwikkeling van het Europese klimaatbeleid zijn er mogelijkheden om te zorgen dat tijdelijke koolstofverwijdering niet compenseert voor fossiele uitstoot of langlevende broeikasgassen

Op 10 juli 2024 heeft de Wetenschappelijke Klimaatraad het advies “De lucht klaren?”⁹⁰ uitgebracht. Daarin geeft zij advies over uitgangspunten en beleid rond koolstofverwijdering. Dit advies is integraal verwerkt in de Routekaart. De Routekaart is daarmee ook de kabinetsreactie op het advies van de WKR. Na het verschijnen van het adviesrapport heeft de Interdepartementale Werkgroep Koolstofverwijdering de WKR gevraagd om dieper in te gaan op de vraag voor welke klimaatdoelen en onder welke voorwaarden tijdelijke CO₂-verwijdering verantwoord kan worden ingezet. Naar aanleiding daarvan heeft de WKR een achtergrondrapport opgesteld⁹¹. Deze Annex gaat specifiek in op de punten die door de WKR in haar advies en het achtergrondrapport zijn opgebracht.

De WKR onderschrijft de noodzaak en het belang van koolstofverwijdering voor het bereiken van de klimaatdoelen, maar waarschuwt tegelijkertijd voor een te groot vertrouwen in de bijdrage van koolstofverwijdering vanwege de onzekerheden en risico's rond het realiseren van koolstofverwijdering. De WKR constateert dat emissies niet één-op-één zouden moeten worden uitgebalanceerd tegen koolstofverwijdering. In de eerste plaats omdat uitstoot nu bepaalde kantelpunten in gang zou kunnen zetten⁹². Bijvoorbeeld: door de huidige uitstoot bereikt de opwarming een kritieke grens waar een snelle en onomkeerbare verandering optreedt, zoals sterke afsmelt van de ijskappen en permafrost, grootschalige sterfte van het Amazoneregenwoud of sterke verzwakking van de warme golfstroom. Ten tweede reageert de CO₂-concentratie in de atmosfeer niet direct op een verwijdering⁹³. Dit komt doordat processen bij hogere concentraties broeikasgassen anders gaan werken: bij hogere concentraties groeien planten bijvoorbeeld aanvankelijk sneller en neemt de oceaan meer CO₂ op, maar voorbij een bepaalde concentratie neemt dat effect weer af. Dit betekent dat weer extra verwijdering nodig is. De precieze balans van deze effecten is niet volledig zeker, maar een aantal wetenschappers^{94, 95} geeft daarom aan dat het verstandig is om emissiereductie en koolstofverwijdering niet als gelijkwaardig te zien. De WKR wijst daarnaast op onzekerheden in de mogelijkheden voor het realiseren van grootschalige CO₂-verwijdering. Zo hebben sommige methoden ongewenste bijeffecten, zoals een negatieve invloed op natuur, wat het maatschappelijk draagvlak kan verminderen. Methoden die CO₂ permanent vastleggen worden nu nog niet op de benodigde schaal toegepast, onder meer omdat ze nog niet voldoende ontwikkeld of te duur zijn. Dit alles maakt het onzeker of CO₂-verwijdering in de praktijk op grote schaal zal worden toegepast. Daarom adviseert de Raad om de afhankelijkheid van koolstofverwijdering te beperken en daarmee de kans op onomkeerbare effecten te minimaliseren.

De WKR adviseert daarom om maximaal in te zetten op het beperken van de uitstoot. Het beleid voor CO₂-verwijdering moet niet of zo weinig mogelijk ten koste gaan van de inspanningen voor vermindering van de uitstoot. Door te blijven inzetten op emissiereductie kan de mate van koolstofverwijdering sterk beperkt worden. Te grote inzet van CO₂-verwijdering voor compensatiedoelinden kan er toe leiden dat uitstoters vermijdbare uitstoot niet verminderen. Om koolstofverwijdering niet ten koste te laten gaan van emissiereductie, adviseert de WKR om limieten te stellen aan de hoeveelheid CO₂-verwijdering die gebruikt mag worden ter compensatie van restemissies.

De WKR adviseert de Nederlandse overheid om CO₂-verwijderingsbeleid te voeren. CO₂-verwijdering is namelijk een publiek goed, waar iedereen baat bij heeft. Beleid van de overheid is nodig om de vraag naar CO₂-verwijdering te stimuleren, zodat opschaling tijdig op gang komt. Bovendien moet beleid zorgen voor grootschalige en verantwoorde toepassing.

⁹⁰ [Adviesrapport ‘De lucht klaren?’ | Rapport | Wetenschappelijke Klimaatraad](#)

⁹¹ WKR (2025), Achtergrondrapport Verantwoord inzetten van tijdelijke CO₂-verwijdering, [Achtergrondrapport ‘Verantwoord inzetten van tijdelijke CO₂-verwijdering’ | Rapport | Wetenschappelijke Klimaatraad](#)

⁹² [Achieving net zero greenhouse gas emissions critical to limit climate tipping risks | Nature Communications](#)

⁹³ [Asymmetry in the climate-carbon cycle response to positive and negative CO₂ emissions | Nature Climate Change](#)

⁹⁴ Ibid.

⁹⁵ Schleussner, C.-F. et al. (2024) Overconfidence in climate overshoot, *Nature* 634, 366-373, <https://doi.org/10.1038/s41586-024-08020-9>

De WKR adviseert om het koolstofverwijderingsbeleid op Europees niveau snel te ontwikkelen en daarbij de inzet van koolstofverwijdering in het EU ETS zo lang mogelijk uit te stellen om de prikkel voor emissiereductie zo lang mogelijk te behouden en dat alleen de overheid koolstofverwijderingscertificaten op de ETS-markt kan brengen. Nederland heeft er volgens de WKR belang bij dat naast het Nederlandse beleid ook het Europese koolstofverwijderingsbeleid snel van de grond komt. Met beleid op Europees niveau komen er meer verwijderingsopties beschikbaar, wat de kosten verlaagt. Ook kan dergelijk beleid koolstoflekkage voorkomen en een gelijk speelveld creëren voor emittenten. Het is daarom in het belang van Nederland dat Europa snel tot goede afspraken komt en Nederland hier invloed op uitoefent door voorop te lopen in de ontwikkeling van een Europese strategie voor het creëren van vraag naar koolstofverwijdering. Inzet van het Europese emissiehandelssysteem (ETS) daarvoor moet aan strenge voorwaarden worden onderworpen en het moment van integratie zou zo lang mogelijk moeten worden uitgesteld vanwege het risico dat het opnemen van koolstofverwijdering de prikkel voor emissiereducties kan verminderen. Om dit te voorkomen, zou koolstofverwijdering alleen onder strenge voorwaarden in het ETS moeten worden ingezet: alleen als het om permanente verwijdering gaat en alleen als er echt geen andere mogelijkheid is, bijvoorbeeld omdat het ETS niet meer goed functioneert omdat er slechts beperkte mogelijkheden zijn voor emissiereducties. Als alleen de overheid verwijderingscertificaten in het ETS brengt, krijgt de Europese Unie meer mogelijkheden om de inzet van koolstofverwijdering in het ETS te reguleren. Het niet direct inbrengen in het ETS betekent overigens niet dat ondertussen geen opschaling plaats moet vinden, daarvoor zouden in eerste instantie andere instrumenten, zoals overheidsinkoop, gebruikt kunnen worden.

Volgens de WKR moet de duur van de koolstofverwijdering overeenkomen met de duur van het klimaateffect van de te compenseren broeikasgasuitstoot in de atmosfeer (het ‘equivalentie’ of ‘like-for-like’ beginsel).⁹⁶ De WKR adviseert dat wanneer wordt gekozen voor het inzetten van koolstofverwijdering voor compensatie van langlevende broeikasgassen⁹⁷, alleen permanente koolstofverwijdering zou moeten worden meegeteld.⁹⁸ Op basis van het equivalentiebeginsel kunnen langlevende broeikasgassen zoals CO₂ en lachgas worden gecompenseerd met permanente koolstofvastlegging en kortlevende broeikasgassen zoals methaan met tijdelijke vastlegging. Ook biogene CO₂ die onderdeel is van de korte koolstofcyclus (landgebruik en landgebruiksveranderingen) mag volgens de WKR gecompenseerd worden met tijdelijke CO₂-verwijdering⁹⁹. Fossiel methaan kan als kortlevend broeikasgas ook deels gecompenseerd worden met tijdelijke CO₂-verwijdering en deels met permanente CO₂-verwijdering omdat het in de atmosfeer oxideert tot CO₂.

De WKR ziet daarmee verschillende toepassingen voor tijdelijke en permanente koolstofverwijdering. Fossiele CO₂-uitstoot is namelijk onderdeel van de lange koolstofkringloop, en kent (net als de meeste andere broeikasgassen) een lange verblijftijd in de atmosfeer. Om uitstoot te kunnen compenseren, moeten het klimaateffect en de stabiliteit en duur van de vastlegging volgens de WKR gelijkwaardig zijn aan die van de uitstoot. Daarom zou voor compensatie van alle broeikasgassen behalve biogene methaan (dat een kortere verblijftijd in de atmosfeer kent¹⁰⁰) volgens de WKR alleen permanente koolstofverwijdering mee mogen tellen. Permanente koolstofverwijdering biedt meer

⁹⁶ WKR (2025), Achtergrondrapport Verantwoord inzetten van tijdelijke CO₂-verwijdering, [Achtergrondrapport ‘Verantwoord inzetten van tijdelijke CO₂-verwijdering’ | Rapport | Wetenschappelijke Klimaatraad](#)

⁹⁷ Naast CO₂ zijn ook bijvoorbeeld N₂O en veel F-gassen ‘langlevend’. Methaan is daarentegen een ‘kortlevend’ broeikasgas, met een verblijftijd in de atmosfeer van ongeveer 12 jaar.

⁹⁸ Hoofdstuk 7 duidt hoe hier vanuit beleid mee zal worden omgegaan.

⁹⁹ Volgens de WKR valt verlies van CO₂ uit veenbodems daar niet onder, omdat die een semi-fossiel karakter hebben en dus niet tot de korte koolstofcyclus mogen worden gerekend. Methaan uit veenbodems moet daarom worden behandeld als fossiele methaan.

¹⁰⁰ Na afbraak in de atmosfeer wordt methaan uiteindelijk omgezet in CO₂. Methaan heeft dus zowel een tijdelijk als een langdurig effect op het klimaat. Zuiverder zou dus zijn om voor het langlevende (CO₂-)deel van methaan van fossiele oorsprong met permanente koolstofverwijdering te compenseren, en voor het kortlevende (CH₄-)deel eventueel met tijdelijke koolstofverwijdering.

zekerheid over stabiliteit en duur van vastlegging dan tijdelijke koolstofverwijdering, omdat de laatste kwetsbaar is voor verlies door menselijke en natuurlijke factoren (veranderd landgebruik, natuurlijke verstoring zoals ziekten, bosbranden).

De WKR adviseert een door de Nederlandse overheid geleid inkoopprogramma voor permanente CO₂-verwijdering te starten. Nederland heeft er namelijk baat bij dat duurzame methoden voor permanente CO₂-verwijdering snel grootschalig beschikbaar komen, vanwege de verwachte restemissies en een eerlijke bijdrage aan het terugdringen van de verwachte temperatuur-overschrijding. Gerichte overheidsinkoop van CO₂-verwijderingscertificaten wordt geschikt geacht omdat het relatief snel kan worden ingevoerd, niet ten koste gaat van uitstootvermindering en Nederlandse uitstoters niet benadeelt. Wel adviseert de WKR om ervoor te zorgen dat uitstoters vanaf nu bijdragen aan de kosten van CO₂-verwijdering die in de toekomst gemaakt moeten worden. Dit om te voorkomen dat toekomstige generaties hiervoor moeten betalen. Daarnaast adviseert de WKR om met andere lidstaten Europese beleidsinstrumenten voor CO₂-verwijdering te onderzoeken en invoering ervan te stimuleren.

Volgens de WKR zou tijdelijke koolstofverwijdering alleen moeten worden gestimuleerd als positief neveneffect van ander beleid. Tijdelijke koolstofverwijdering kan optreden als neveneffect van beleid dat bijvoorbeeld natuurherstel, tegengaan van bodemdaling of verduurzaming van landbouw of grondstoffenvoorziening als hoofddoel heeft. In een recent achtergrondrapport (zie Kader 14) heeft de WKR een nadere duiding van de inzetbaarheid van tijdelijke vastlegging gegeven.

Kader 14: Achtergrondrapport ‘Verantwoord inzetten van tijdelijke CO₂-verwijdering’

Net als het advies is het achtergrondrapport integraal meegenomen in de Routekaart. In dit kader vatten we enkele hoofdpunten samen.

Tijdelijke koolstofverwijdering draagt niet bij aan het beperken van de opwarming, omdat de opgeslagen CO₂ weer vrijkomt. Onder bepaalde voorwaarden zou tijdelijke koolstofverwijdering ‘pseudo-permanent’ gemaakt kunnen worden (bijvoorbeeld door bossen duurzaam te beheren), maar garanties zijn moeilijk te geven. In theorie zou tijdelijke koolstofverwijdering kunnen bijdragen aan het verminderen van de piek-opwarming (*peak shaving*), maar dat is omgeven met onzekerheden.

Gelijkwaardige compensatie met het equivalentieprincipe. Equivalentie of *like-for-like* betekent dat het opwarmende effect van de uitstoot gecompenseerd wordt en dat de CO₂-vastlegging plaatsvindt in een reservoir dat qua opslagduur en permanentie vergelijkbaar is met het reservoir waar de oorspronkelijke koolstof vandaan komt.

De WKR heeft een beslisboom opgesteld die aangeeft of en op welke manier een bepaalde uitstoot in aanmerking komt voor compensatie. Ten eerste moet de te compenseren uitstoot moeilijk te vermijden zijn. Vervolgens wordt gekeken naar het broeikasgas en de bron daarvan: lachgas, F-gassen, fossiele CO₂ en biogene CO₂ uit afbraak van veen (omdat deze uitstoot afkomstig is uit een reservoir dat al duizenden jaren oud is) kunnen alleen met permanente koolstofverwijdering gecompenseerd worden, omdat tijdelijke koolstofverwijdering niet kan compenseren voor klimaat effecten op lange termijn. Fossiel methaan en biogeen methaan uit afbraak van veen kunnen onder bepaalde omstandigheden met tijdelijke koolstofverwijdering gecompenseerd worden, maar alleen in combinatie met permanente CO₂-verwijdering. Biogeen methaan kan onder voorwaarden gecompenseerd worden met tijdelijke koolstofverwijdering.

Verantwoorde compensatie van een uitstoot die volgens het like-for-like principe in aanmerking komt voor tijdelijke koolstofverwijdering, moet op elk moment het opwarmend effect van die uitstoot neutraliseren. Bovendien moet de compensatie plaatsvinden in hoogwaardige CO₂-verwijderingsprojecten.

De huidige boekhoudsystematiek schiet tekort, omdat het equivalentieprincipe niet wordt gehanteerd, het effect van kortlevende broeikasgassen wordt onderschat, en natuurlijke en antropogene CO₂-verwijdering niet goed van elkaar worden onderscheiden. De systematiek staat toe dat uitstoot van langlevende en fossiele broeikasgassen wordt gecompenseerd met tijdelijke CO₂-verwijdering, wat kan zorgen voor extra opwarming op de lange termijn. De huidige boekhoudsystematiek is bovendien geënt op de bijdrage van gassen aan de opwarming over een periode van 100 jaar (GWP₁₀₀) en onderschat daarmee het opwarmend effect van kortlevende broeikasgassen. Hierdoor kan de opwarming op korte termijn hoger uitpakken dan op basis van de boekhouding wordt verwacht. Verder wordt volgens de Raad de natuurlijke en antropogene CO₂-verwijdering niet goed onderscheiden, waardoor de klimaatwinst van een verwijdering wordt overschat.

De verdere ontwikkeling van het Europese klimaatbeleid biedt volgens de Raad kansen om te waarborgen dat tijdelijke CO₂-verwijdering niet compenseert voor fossiele uitstoot of langlevende broeikasgassen.

Annex V: Indicatieve tijdlijn

Tabel 4: indicatieve tijdlijn

Fase	Startfase (2025-2030)	Opschalingsfase (2030-2040)	Internationaliseringsfase (2040 en verder)
Domein			
Technologisch	Focus op innovatie: <i>learning by research/</i> demo's; innovatiehubs	Focus op opschaling en kostenreductie; <i>learning by doing</i> (uitrol)	Focus op ontwikkeling grote internationale koolstofverwijderings (KV)-projecten
	BECCS/BioCCS en mineralisatie al mogelijk	Verbreiding van marktrijpe technieken; eerste markt-toepassingen van DACCS /DOCCS; start opschaling opslag van niet-fossiele koolstof in materialen	Bio-CCS industrie neemt toe door opschaling bioraffinagecapaciteit Doorbraak DACCS/DOCCS en dergelijke op grote schaal
	DACCS/DOCCS en andere technieken nog in ontwikkeling; demo fase		
	Gangbaar: opslag in bossen	Ontwikkeling grote internationale bosbouwprojecten ten behoeve van KV en biograndstoffen	Biologisch opslag blijft internationaal groeien, maar steeds kwetsbaarder voor effecten klimaatverandering
Economisch	Nog geen grote markt vraag KV; grootste vraag van vrijwillige koolstofmarkt (VCM)	Snelle groei Europese KV markt door herzien ETS (tientallen megatonnen; miljarden)	Snelle ontwikkeling van internationale KV markt (honderden megatonnen; tientallen miljarden); internationalisering van bedrijven
	Beperkte markt voor KV technologie; KV technologie lift mee op CCU nichemarkten	groei internationale exportmarkt KV technologie; NLse bedrijven participeren daarin	verdere groei internationale exportmarkt KV technologie; consolidatie van KV-bedrijven met blijvende rol van NLse bedrijven
	Behalve BECCS/CCS bij AVI's en BioCCS nog duur voor bijdrage aan klimaatbeleid	Verbreiding aanbod van kosteneffectieve technieken; eerste toepassingen op schaal van DACCS	grootschalige inzet DACCS wordt aantrekkelijk op hotspots met goedkope RE en opslagen (bijvoorbeeld lege gasvelden in Midden Oosten)
	Vraag via <i>Biobased</i> bouwen	KV-technieken worden ook aantrekkelijk voor productie niet-fossiele brand- en grondstoffen (zoals <i>sustainable aviation fuels</i> , SAF)	

Routekaart Koolstofverwijdering

Fase	Startfase (2025-2030)	Opschalingsfase (2030-2040)	Internationaliseringsfase (2040 en verder)
Domein			
Opslagcapaciteit/ Infra	KV lift mee op fossiel CCS beleid	KV wordt peiler voor CCS naast fossiele CO ₂	KV wordt belangrijkste drijfveer voor CCS
	Realisatie van Porthos en ARAMIS; ontwikkeling aggregatiehubs voor kleine leveranciers	Ontwikkeling en start van nieuwe Nlse CCS projecten van tientallen megatonnen; opslagcapaciteit/jaar verdubbeld - verdrievoudigd	Geleidelijke uitbouw CCS capaciteit in NL; groei export van CO ₂ naar buitenland
	Ontwikkeling plannen Europese CO ₂ netwerken	Ontwikkeling interconnectiviteit CCS infrastructuur	Realisatie van interconnectiviteit en NL CO ₂ hub, binnen Noordwest-Europa
Sociaal	Maatschappelijk debat over inzet KV; met name over belang van KV voor halen 2030 doelen en vermijden ongewenste effecten, nationaal en internationaal	Meer discussie over ecologische en ruimtelijke inpassing van KV	Discussie over EU/NL bijdrage aan bereiken mondiale klimaatneutraliteit en netto negatieve emissies
		Toenemende kennis over mogelijkheden en risico's van KV (vanuit IPCC) leidt tot discussie over internationale inzet KV en behoefte aan internationale regulering	
		Discussie over normering van gebruik van KV certificaten	

Routekaart Koolstofverwijdering

Fase	Startfase (2025-2030)	Opschalingsfase (2030-2040)	Internationaliseringsfase (2040 en verder)
Nationale			
Beleidsondersteuning	Noodzaak koolstof-verwijdering onderkend; Routekaart KV vastgesteld; uitvoering beleidsagenda KV; ook focus op bijdrage KV aan 2030 doelstelling	Focus beleid op opschaling van KV in NL voor klimaatneutraliteit 2050, inclusief ruimtelijke inpassing en tijdige opschaling opslagcapaciteit en realisatie interconnectiviteit Noordwest Europa	Focus op realisatie bijdrage KV aan klimaatneutraliteit 2050; begin beleidsontwikkeling gericht op bijdrage netto negatief emissies na 2050 bijvoorbeeld via participatie in internationale projecten
	Brede ondersteuning van innovatie /demo's via stimuleringsprogramma	Meer gerichte ondersteuning van innovatie; inzet van generiek innovatie instrumentarium	Ondersteuning van ontwikkeling van internationale KV-projecten
	Ondersteuning via SDE++	Ondersteuning via SDE++	Mogelijk deelname in termijnmarkt voor internationale KV-certificaten
	Aantrekken bioraffinage-capaciteit /ondersteunen Bio-CCS	Aantrekken van bioraffinage capaciteit tbv Bio-CCS en ondersteuning opslag niet-fossiele koolstof in materialen	
	KV in landgebruik/ landbouw realisatie lopend beleid	Ondersteuning uitbreiding van bosareaal, mede ten behoeve van <i>biobased economy</i>	Nederlandse landgebruiksemissies zijn vrijwel netto nul
	Uitvoering programma Biobased bouwen	Biobased bouwen wordt vaste peiler KV-beleid	
	Start stimulering en opschaling CCS bij AVI's	Voortzetting toepassing CCS bij AVI's	

Routekaart Koolstofverwijdering

Fase	Startfase (2025-2030)	Opschalingsfase (2030-2040)	Internationaliseringsfase (2040 en verder)
Domein			
Europees	Onderkenning van bijdrage KV aan 2040 doel; indicatieve KV-doelen; ontwikkeling van integrale KV-strategie/raamwerk; verankering KV als apart doel in EU klimaatwet; uitwerking van EU <i>Industrial Carbon Management</i> strategie, inclusief KV; verkennen EU Koolstofbank	Focus beleid op opschaling van KV in EU voor klimaatneutraliteit 2050, inclusief ruimtelijke inpassing en tijdige opschaling opslagcapaciteit en realisatie inter-connectiviteit; onderbouwing bijdrage KV aan 2050 doel EU	Focus op realisatie bijdrage KV aan halen doel klimaatneutraliteit 2050; beleidsontwikkeling ten behoeve van EU bijdrage aan netto negatieve emissies na 2050
	Ondersteuning innovatie via EU onderzoeks-programma's (nieuwe Horizon Europe) en vroege opschaling via EU <i>Innovation Fund</i> (inclusief IPCEI)	Blijvende ondersteuning innovatie via Europese onderzoeksprogramma's	Betrokkenheid EU bij ontwikkeling grote internationale KV-projecten
	Nadere uitwerking van CRCF ten behoeve van VCM; EU KV-certificaten register operationeel	Groei VCM op basis van CRCF; internationale afstemming ten behoeve van internationale handel in KV-certificaten; mogelijk inzet koolstofbank	
	Koppeling KV bij herziening ETS; vraagondersteuning via procurement programma op basis Innovation Fund middelen	Herzien ETS treedt in werking; ontwikkeling van post-2040 raamwerk voor ETS-bedrijven	Beleidsontwikkeling ten aanzien van inzet van buitenlandse KV-certificaten voor halen EU-doelen
	Verordening voor CO ₂ opslagcapaciteit (NZIA) Regulering/stimulering van CCS infrastructuur	Marktregulering van kracht; grootschalige stimulering van trans-Europees CCS-infrastructuur	

Routekaart Koolstofverwijdering

Fase	Startfase (2025-2030)	Opschalingsfase (2030-2040)	Internationaliseringsfase (2040 en verder)
Internationaal	Uitwerking nieuwe KV-accounting methodologieën door IPCC	Goedkeuring en start gebruik nieuwe accounting methodologieën binnen UNFCCC	Internationale onderhandelingen over raamwerk voor bijdragen aan netto negatieve mondiale emissies
	KV wordt steeds meer onderdeel van langetermijn-klimaatplannen landen	Ontwikkeling van raamwerk voor KV buiten territoriale grenzen (bijvoorbeeld open zee)	KV wordt belangrijk onderdeel van nationale klimaatplannen (NDC's)
	Start van internationale samenwerking rond KV (IEA, OECD, VN) gericht op onderzoek en stimulering	Uitbouw internationale samenwerking rond KV; ontwikkeling van internationale normering/certificeringsraamwerk voor duurzame inzet KV (zoals CRCF)	Ondersteuning van ontwikkeling van grootschalige internationale KV-projecten en stimulering internationale KV-markt
	Beperkte internationale KV-handel via VCM	Groei internationale KV-projecten en handel via VCM en Overeenkomst Parijs (artikel 6, koolstofhandel tussen landen en bedrijven).	Ontwikkeling van <i>banking</i> van KV certificaten (ten behoeve van toekomstige inzet)

Dit is een uitgave van:

Ministerie van Klimaat en Groene Groei

Postbus 20401 | 2500 EK Den Haag

T 0800 646 39 51 (ma t/m vrij 9.00 – 21.00 uur)

Maart 2025 | Publicatie-nr. 25401134

