

POSITION PAPER

DE WAARDE VAN KOOLSTOF IN HET NOORDZEEKANAALGEBIED



POSITION PAPER

**DE WAARDE VAN KOOLSTOF IN
HET NOORDZEEKANAALGEBIED**

MANAGEMENTSAMENVATTING

Het industriecluster in het Noordzeekanaalgebied (NZKG) staat voor een enorme CO₂-reductieopgave om in 2050 CO₂-neutraal te zijn. Het afvangen van CO₂, het vinden van een nieuwe bestemming en het opzetten van een koolstofwaardeketen vormen een deel van de oplossing. Deze position paper biedt inzicht in huidige en toekomstige initiatieven en ontwikkelingen met betrekking tot Carbon Capture and Storage (CCS), Carbon Capture and Utilization (CCU) en Carbon Dioxide Removal (CDR). Het doel van deze paper is het in kaart brengen van de lopende initiatieven met betrekking tot CCS, CCU en CDR evenals de benodigde randvoorwaarden om deze succesvol te laten landen in de regio. Verdere afstemming met partijen uit de regio is noodzakelijk om tot een gedeelde visie te komen. Deze paper kan beschouwd worden als een weerspiegeling van een eerste gesprek met de regio over de mogelijke benaderingen binnen het domein van koolstof.

Op dit moment is er binnen het NZKG een grote hoeveelheid aan fossiele CO₂-puntbronnen. Na mogelijke verduurzaming van de industriële partijen is de verwachting dat er ten minste 2 Mton per jaar aan CO₂-uitstoot van fossiele oorsprong onvermijdbaar blijft. Tegelijkertijd wordt er in de regio ongeveer 1 Mton biogene (groene) CO₂ uitgestoten. Tot slot kan atmosferische CO₂ ook ingezet worden met behulp van CDR-technologieën zoals BECCS (Bio Energie met Carbon Capture and Storage) en DAC's (Direct Air Capture).

Een sterk punt van de regio is de beschikbaarheid van CO₂-infrastructuur. Door middel van OCAP bestaat een verbinding naar Rotterdam, Porthos. Porthos zal gekoppeld worden aan Aramis, de infrastructuur waarmee CO₂ wordt opgeslagen onder de Noordzee. Via OCAP kan CO₂ ook geleverd worden aan de glastuinbouw en in de toekomst aan de industrie voor CCU-toepassingen in het Westelijk Havengebied. OCAP heeft momenteel een transportcapaciteit van 600 kton CO₂ per jaar. Tot slot bestaat de

mogelijkheid om CO₂ te vervoeren middels Scheepsof vrachtverkeer. Op dit moment is het onbekend om welke capaciteit dit gaat.

De manier waarop CO₂ ingezet kan worden, zal over de jaren heen veranderen. Tot aan 2030 ziet de regio de kans om de meeste CO₂ langdurig op te slaan. Ondertussen zullen partijen in de regio innovaties op het gebied van CCU-technologieën verder ontwikkelen. Hiermee wordt de koolstofwaardeketen opgezet, die onder andere bijdraagt aan de verduurzaming van de brandstoffenproductie voor de lucht- en scheepvaart. Een aantal partijen geven aan al voor 2030 CO₂ in te kunnen zetten voor CCU-toepassingen en op kleine schaal atmosferische CO₂ af te vangen. Vanaf 2030 tot aan 2035 zullen CCU-technologieën zich in een meer volwassen fase bevinden en ingezet worden om CO₂ op grotere schaal om te zetten naar materialen en brandstoffen. Daarnaast zullen CDR-technologieën door ontwikkeld worden. De ambitie in 2035 - 2050 is om grijze CO₂ op te slaan en groene CO₂ in te zetten voor gebruik. Afhankelijk van de te hoge concentratie CO₂ in de atmosfeer zal deze groene CO₂ ook opgeslagen moeten worden om negatieve emissies te realiseren.

Barrières die eerdergenoemde ambitie in de weg kunnen staan zijn divers. Technologische ontwikkelingen staan in de kinderschoenen. Op dit moment kost het nog veel energie om CO₂ uit de lucht of uit water af te vangen. Daarnaast moet wet- en regelgeving aangepast worden om de inzet van CO₂ aantrekkelijk te maken voor partijen en vraag en aanbod op elkaar af te stemmen. Een scherpe, landelijke afweging omtrent de inzet van groene CO₂ voor CCU ten opzichte van CCS en CDR ontbreekt nog. Vervolgens zal in de regio aanvullende infrastructuur gerealiseerd moeten worden waarbij het mogelijk is om CO₂ naar de gewenste locatie te transporteren.

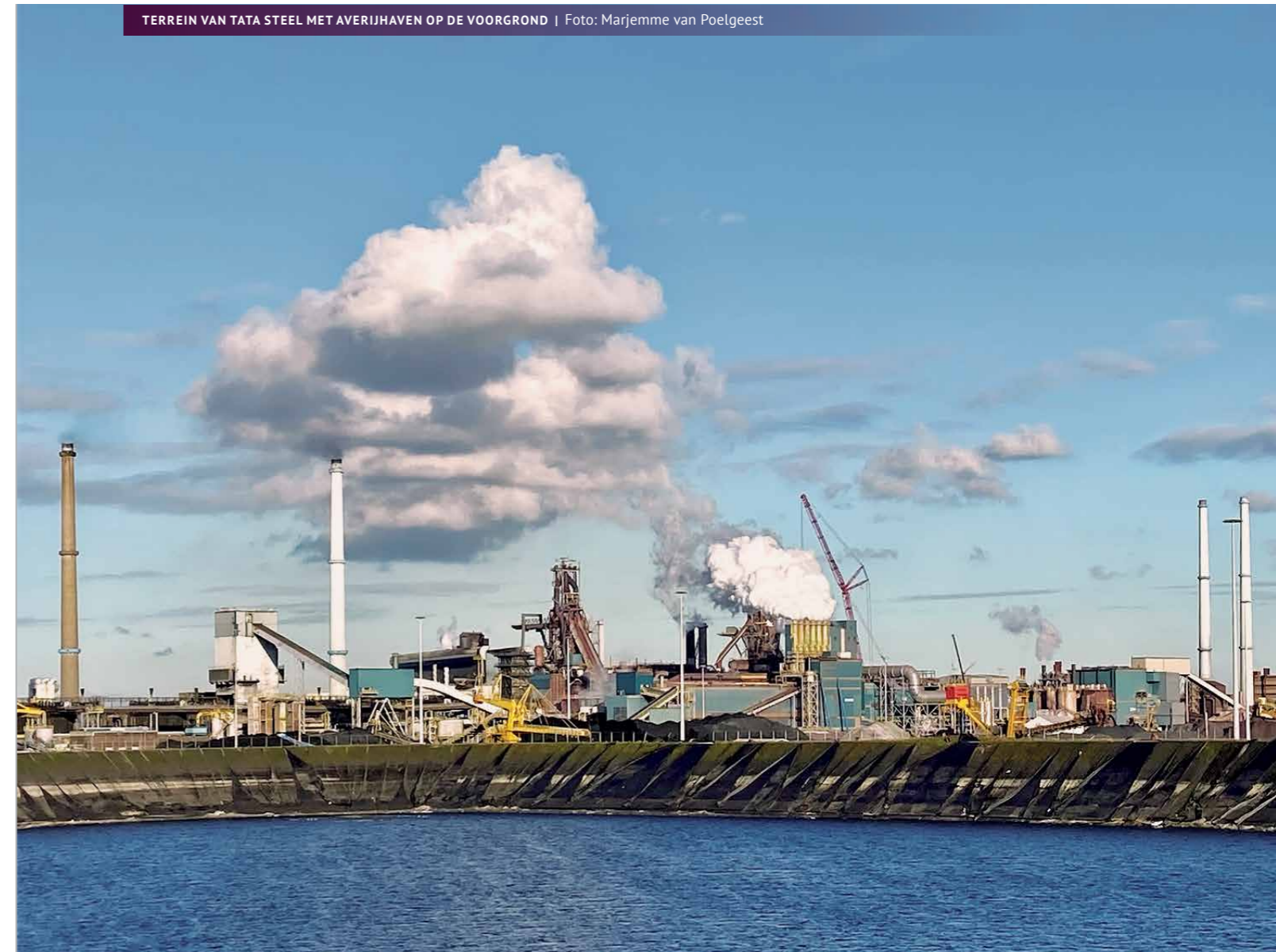
Deze position paper is gebaseerd op quickscans van &flux, South Pole en Bellona Europa en op gesprek-

ken met partijen uit de regio. Het is tot stand gekomen in samenwerking met: Port of Amsterdam, gemeente Amsterdam, stichting Climate Cleanup, OCAP, Tata Steel Nederland (TSN), AEB Amsterdam, Universiteit van Amsterdam, Avantium, SkyNRG, Skytree en GI Dynamics.

Om de toepassing van CO₂ te versnellen roepen wij concreet op tot het opzetten van een werkgroep

tussen partijen die CO₂ afvangen, transporteren en verwerken. De regio is daarnaast op zoek naar een langetermijnvisie met betrekking tot de inzet van CCS, CCU en CDR op nationaal en internationaal niveau en het financieel stimuleren (bijvoorbeeld door middel van subsidies) van de initiatieven om deze van de grond te krijgen. Ook dient de regio ruimte te bieden voor pilot- en demonstratieprojecten.

TERREIN VAN TATA STEEL MET AVERIJHAVEN OP DE VOORGROND | Foto: Marjemme van Poelgeest





BRANDSTOFFENOPSLAG IN WESTPOORT | Foto: Gemeente Amsterdam, Edwin van Eis

Auteurs: Hannah de Valk (Port of Amsterdam)
Tijs Bakker en Noam van der Hal (Gemeente Amsterdam)
Maxime Hoogland (Programmabureau Noordzeekanaalgebied)

Deze position paper is opgesteld in samenwerking met de volgende partijen:
Port of Amsterdam, gemeente Amsterdam, AEB Amsterdam, Stichting Climate Cleanup, OCAP,
Tata Steel Nederland, Universiteit van Amsterdam, Avantium, SkyNRG, Skytree en GI Dynamics

INHOUD

1. INTRODUCTIE	8
1.1 Potentieel in het NZKG	8
1.2 Verduurzaming van de industrie	11
1.3 Het verschil in CCS, CCU en CDR	11
1.4 Leeswijzer	14
1.5 Doorkijk tot 2050	14
2. CO₂-BRONNEN	16
2.1 Puntbron (grijs)	16
2.2 Puntbron (groen)	16
2.3 CO ₂ -afvang direct uit de atmosfeer	16
3. CO₂ INFRASTRUCTUUR	18
4. CO₂ EINDTOEPASSING – OPSLAG EN GEBRUIK	20
4.1 Opslag in reservoirs	20
4.2 Opslag in bouwmaterialen: van Land tot Pand	20
4.3 Hergebruik	21
4.4 Vraag van CO ₂ in het NZKG	22
5. HUIDIGE KANSEN IN DE REGIO	24
6. ACTIEAGENDA	26
BIJLAGE:	
CDR taxonomie Verenigde Naties en synergie	29



1. INTRODUCTIE

Om activiteiten rondom het afvangen en gebruik van CO₂ in het Noordzeekanaalgebied (NZKG) te stimuleren en te versnellen is een position paper opgesteld. Deze position paper is opgesteld in samenwerking met: Port of Amsterdam, gemeente Amsterdam, AEB Amsterdam, Stichting Climate Cleanup, OCAP, Tata Steel Nederland (TSN), Universiteit van Amsterdam, Avantium, SkyNRG, Skytree en GI Dynamics.

Dit document beschrijft mogelijkheden voor Carbon Capture and Utilization (CCU), Carbon Capture and Storage (CCS) en Carbon Dioxide Removal (CDR) in het NZKG. Deze termen worden uitgebreid toegelicht in sectie 1.3. Omdat het NZKG grote kansen ziet voor deze ontwikkelingen in de regio, wil het door middel van deze position paper de huidige innovaties naar voren brengen zodat barrières worden weggenomen en de initiatieven kunnen worden gerealiseerd en geïntegreerd in de bestaande infrastructuur en waardeketens. Er wordt inzicht gegeven in de projecten die plaatsvinden en waar we als regio naar toe willen. Daarnaast gaat het in op welke randvoorwaarden nodig zijn om deze initiatieven verder te ontwikkelen. Bij het formuleren van een toekomstbeeld is er zowel oog voor de klimaatimpact van de verschillende initiatieven als voor de creatie van een nieuwe waardeketen met CO₂ als grondstof. Voor het opstellen van deze position paper zijn twee eerder uitgevoerde onderzoeken naar CCU (door &flux)¹ en CDR (door South Pole en Bellona Europa)² in de regio als uitgangspunt genomen.

1.1 POTENTIEEL IN HET NZKG

In het klimaatakkoord van Parijs 2015 hebben 195 landen (inclusief Nederland) afgesproken om in 2050

de stijging van de gemiddelde wereldtemperatuur te beperken tot ruim onder 2 graden Celsius, bij voorkeur maximaal 1,5 graden. Het akkoord heeft klimaatneutraliteit in 2050 vastgelegd als langetermijndoelstelling, alsmede om de broeikasgasuitstoot in 2030 met 55% te verminderen ten opzichte van peiljaar 1990.³

In 2023 heeft Klimaat- en energieminister Jetten namens het kabinet extra maatregelen aangekondigd om de klimaatdoelen in 2030 te halen. Deze maatregelen zorgen voor een extra uitstootvermindering van circa 22 megaton (Mton), waarmee de doelstelling van 55%-60% minder CO₂-uitstoot in 2030 ten opzichte van 1990 naar verwachting gehaald wordt. Voor de industrie betekent dit dat zij een aanvullende uitstootvermindering van 5,2 Mton CO₂ moeten realiseren.⁴

Het industriecluster in deze regio staat daarmee voor een enorme klimaat- en economische uitdaging bij de overgang naar een duurzame economie; maar ook biedt CO₂ als grondstof enorme kansen. CO₂ opruimen vertegenwoordigt een grote waarde. Zo betaalt de provincie Utrecht inmiddels CO₂ op €875 euro per ton voor projectberekeningen (MKBA's).⁵ Deze schadeprijs van een ton uitstoot begint via het ETS systeem tot premies voor vastlegging te leiden. De chemische industrie en energieproducenten leveren een grote bijdrage aan zowel de economische welvaart als de uitstoot van broeikasgassen. De industrie en energieproductie in het NZKG zijn verantwoordelijk voor de uitstoot van 18,3 Mton CO₂, wat gelijk staat aan 10% van de totale uitstoot van broeikasgassen in Nederland.⁶ Om de industrie concurrerend te houden is ontwikkeling van CO₂ vastlegging en gebruik niet alleen noodzaak, maar ook zeer kansrijk. Bedrijven en overheden in het gebied zetten zich in

voor de transitie naar een koolstofarme, duurzame en toekomstbestendige industrie. Als één van de clusters binnen het Nationaal Programma Verduurzaming Industrie (NPVI) zet het industriecluster in op vier waardeketens: elektriciteit, waterstof, warmte en koolstof. Het nationale programma identificeert verschillende ketens binnen de koolstofwaardeketen, waaronder de opslag en het gebruik van CO₂, evenals de vervanging van fossiele grondstoffen voor materialen en alternatieve brandstoffen door circulaire en biogene koolstof. Het stimuleren van CCU/CCS/CDR ontwikkelingen in de regio is een essentiële aanvulling op bestaande initiatieven. Ontwikkelingen in deze drie routes stimuleren elkaar, maar snijden elkaar ook: De regio is daarnaast op zoek naar een langetermijnvisie met betrekking tot de inzet van CCS, CCU en CDR op nationaal en internationaal niveau. Voor de regio vertaalt een langetermijnvisie zich naar eenduidige kwantificering van opgeslagen CO₂, een CO₂-handelssysteem, financiële stimulatie en ruimte

voor pilot- en demonstratieprojecten.

In de voorjaarsbesluitvorming van 2023 zet de minister voor Klimaat en Energie onder andere in op negatieve emissies. Hierbij wordt de biogene CO₂-uitstoot bij afvalverbrandingsinstallaties en afvang bij elektriciteitscentrales met (bijstook van) biomassa genoemd als korte termijn mogelijkheid om versnelt CO₂-emissies te reduceren.⁴ Dit vermindert de beschikbaarheid van biogene CO₂ voor CCU-projecten.

De nationale doelen vertalen zich naar het Noordzeekanaalgebied als een tweeledig doel. De regio zet door middel van de langetermijnopslag van CO₂ in op het behalen van de CO₂-reductiedoelstelling van 2030. Daarnaast wordt ingezet op het ontwikkelen van een nieuwe waardeketen met CO₂ als grondstof. Deze tweede inzet is noodzakelijk voor het realiseren van het landelijke doel van een circulaire economie in 2050. Daarnaast is de ontwikkeling van brandstoffen uit CO₂ noodzakelijk voor de doelen voor de scheepvaart en luchtvaart.

⁶ De huidige CO₂-uitstoot van de industrie en energieproductie in het NZKG is 18,3 Mton. De uitstoot van de industrie is 6,9 Mton, waarvan 6,3 Mton van TSN. De CO₂-uitstoot van de energiecentrales wordt veroorzaakt door de Vattenfall centrales en het AEB. Als de uitstoot van de Velsen-centrales meegerekend wordt bij TSN, dan bedragen de emissies van TSN ongeveer 12 Mton. [Cluster Energie Strategie](#), 2022



LUCHTFOTO HAVENGEBIED AMSTERDAM | Foto: Bram van de Biezen

¹ [CCU QuickScan NZKG](#), &flux 2022

² [CDR QuickScan MRA en NZKG](#), South Pole en Bellona Europa 2022

³ [Klimaatakkoord](#) gepresenteerd op 28 juni 2019

⁴ [Kamerbrief over voorjaarsbesluitvorming over aanvullende klimaat-maatregelen](#), 26 april 2023

⁵ [Provincie Utrecht gebruikt als eerste overheid in Nederland een eerlijke CO₂-prijs](#), 18 januari 2023

BOX 1: DE INVLOED VAN HET EMISSIEHANDELSSYSTEEM (ETS) OP CO₂-AFVANG

De grote uitstoters van broeikasgassen in de EU zijn verplicht om deel te nemen aan het emissiehandelssysteem (EU ETS). Met dit systeem wordt circa 40% van de EU-broeikasgasuitstoot gereguleerd. Elk deelnemend bedrijf aan het emissiehandelssysteem dient jaarlijks zoveel emissierechten in te leveren als het aan broeikasgassen heeft uitgestoten. Als een bedrijf rechten overhoudt, kan het deze verhandelen. Als een bedrijf te weinig rechten heeft dan kan het emissierechten bijkopen of door doelgerichte investeringen de uitstoot naar beneden brengen. Hoe hoger de ETS CO₂-prijs, hoe interessanter deze tweede optie zal zijn. Omdat er wordt voorzien dat de ETS-prijs de komende jaren zal blijven stijgen, is de verwachting dat het voor bedrijven economisch steeds interessanter wordt om te verduurzamen. Voor de actuele prijs van een emissierecht kan gekeken worden bij het Duitse handelsplatform EEX dat door de Europese Commissie is aangewezen als het gezamenlijke veilingplatform. Begin 2023 kwam voor de eerste keer de prijs voor uitstoot van CO₂ op de Europese markt voor het eerst boven de EUR 100 per ton (CBS.nl, 2023). Daarnaast zal de totale hoeveelheid emissierechten geleidelijk afnemen en het systeem van vrije rechten worden uitgefaseerd waardoor de noodzaak voor technieken voor CO₂-afvang en -hergebruik zal toenemen.⁷

⁷ Zie voor meer uitleg: [Wat is emissiehandel?](#), Nederlandse Emissieautoriteit

WINDMOLENS OP HET SLUIZENCOMPLEX | Foto: Michel Schnater



1.2 VERDUURZAMING VAN DE INDUSTRIE

De industrie zal moeten verduurzamen. Hiervoor wordt uitgegaan van de volgende route: eerst wordt gekeken naar het verminderen van energieverbruik, vervolgens worden duurzame energiebronnen ingezet en wanneer er alsnog CO₂-uitstoot plaatsvindt, kan deze afgevangen worden en vervolgens worden opgeslagen of hergebruikt. In niet alle gevallen zal dit mogelijk zijn en daarnaast is de concentratie van CO₂ in de atmosfeer al te hoog. Om deze te verminderen kan CO₂ van biogene of atmosferische oorsprong vervolgens worden opgeslagen of hergebruikt. De life cycle assessment van afvang, transport en opslag of hergebruik zal altijd in ogenschouw genomen moeten worden bij de implementatie van de technieken, zodat inzichtelijk is wat de daadwerkelijke klimaatimpact van de processen is.

In de volgende paragrafen wordt uiteengezet hoe CCS, CCU en CDR kunnen bijdragen aan het vormgeven van een duurzaam energiesysteem en de circulaire economie en daarbij het behalen van de klimaatdoelstellingen. Het verschil tussen groene en grijze CO₂ is hierbij van belang:
Grijze CO₂: uitstoot van fossiel CO₂ dat afkomstig is van de verbranding van fossiele brandstoffen.
Groene CO₂: uitstoot van CO₂ dat afkomstig is van biologische organismen (biogeen). CO₂ wordt 'afgevangen' door groeiende levende organismen en uitgestoten bij de verbranding van biobrandstoffen of ander organisch materiaal (biograndstoffen en andere daarvan afgeleide producten).

1.3 HET VERSCHIL TUSSEN CCS, CCU EN CDR

CO₂-afvang en -opslag (CCS), CO₂-afvang en -gebruik (CCU) en koolstofdioxideverwijdering (CDR), hebben verschillende effecten op klimaatverandering vanwege hun verschil in bron en bestemming van

behandelde CO₂. Duidelijk onderscheid tussen deze termen zijn essentieel om effectieve klimaatactie mogelijk te maken, greenwashing te voorkomen en het vertrouwen van het publiek te versterken.⁸ In Figuur 1 worden de drie technologieën uitgelegd. Daarnaast zijn deze technieken in een verschillende ontwikkelingsfase: CCS zal op korte termijn op grote schaal beschikbaar zijn, waar veel van de CCU projecten mogelijk de komende jaren de eerste opschalingsstappen zullen maken. Veel van de CDR projecten zijn in de ontwikkelingsfase.

CO₂-afvang en -opslag (CCS) is een keten waarbij (biogene of fossiele) CO₂ wordt afgevangen, getransporteerd en permanent wordt opgeslagen.

Met Carbon Capture and Utilization (CCU) wordt CO₂ afgevangen en omgezet in een product. Utilization (gebruik) verwijst naar het maken van producten uit de afgevangen CO₂, waarbij CO₂ wordt ingezet als circulaire grondstof bij de productie van chemische bouwstenen, synthetische brandstoffen en bouwmaterialen. Uiteindelijk moet alle fossiele koolstof in sectoren als de chemie, mineralisatie, biobrandstoffen en voeding vervangen worden door circulaire koolstoffen uit biograndstoffen of van CO₂. Deze CO₂ kan worden afgevangen vanuit de industrie of worden gegenereerd via biogene of direct air capture processen. Als de CO₂ via hergebruik alsnog in de atmosfeer komt is het van belang te kijken naar de carbon footprint van de CO₂ oorsprong om de klimaatimpact te kunnen meten.

Carbon Dioxide Removal (CDR) is het permanent verwijderen van CO₂ uit de atmosfeer met het specifieke doel van het verminderen van de broeikasgasconcentraties in de atmosfeer, wat leidt tot vermindering van de opwarming van de aarde. Na afvang kan CO₂ hergebruikt worden (waarbij het langdurig wordt vastgelegd) of opgeslagen worden in bijvoorbeeld lege gas- en olievelden of geologische

⁸ Zie voor meer uitleg: [The difference between CCS, CCU, and CDR - and why it matters](#), CarbonGap 2022

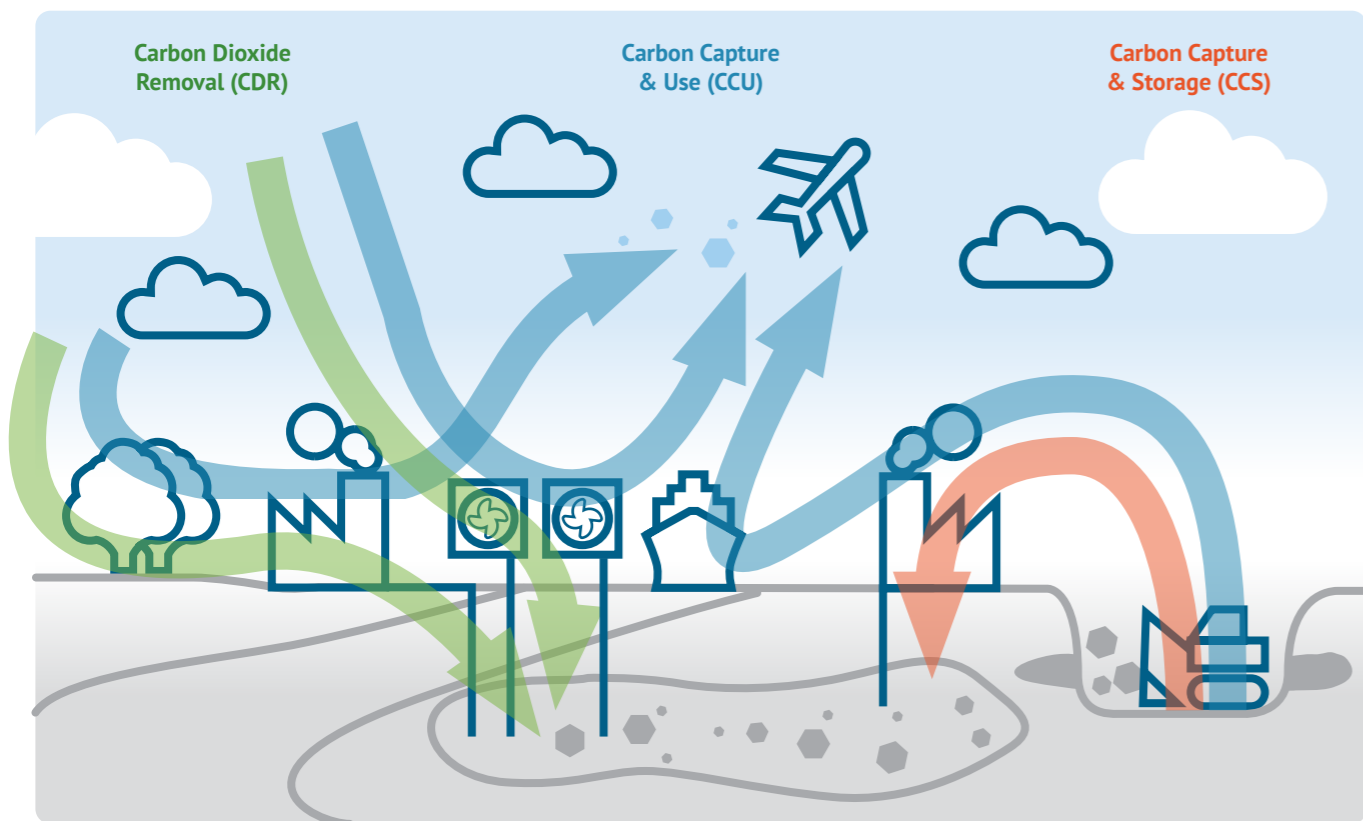
formaties. CO₂ kan op verschillende manieren uit de lucht gehaald worden, dit kan op natuurlijke manieren of door CO₂ te onttrekken uit de lucht met een technische installatie zoals Direct Air Capture (DAC). Zoals genoemd kan CO₂ opgeslagen worden of gebruikt worden voor het maken van producten. Wanneer CO₂ minstens 100 jaar vastligt en de CO₂ van oorsprong groen was, kunnen we spreken van negatieve emissies, of ook wel koolstofdioxide verwijdering (CDR).⁹ Het IPCC (april 2022) heeft

aangegeven dat het verwijderen van koolstof van cruciaal belang is om klimaatverandering tegen te gaan en onvermijdelijk als we onze net-zero doelstelling willen behalen. CDR is om vele redenen een cruciaal onderdeel van de inspanning om nul emissies te bereiken, waaronder het compenseren van restemissies van moeilijk te verminderen emissies (bijv. industriële processen, luchtvaart, landbouw, scheepvaart) en sectoren die niet snel genoeg hun emissies kunnen reduceren.¹⁰ Ook

binnen het NZKG zullen initiatieven zoals BECCS (Bio Energie met Carbon Capture and Storage), maar ook DAC's (Direct Air Capture) met betrekking tot CDR van groot belang zijn om de klimaatdoelen te halen. Zoals beschreven in het concept Nationaal Plan Energiesysteem moet er worden ingezet op een fossielvrije industrie. In sectoren waar het niet mogelijk is om volledig fossielvrij te opereren, kunnen negatieve emissies bijdragen aan het bereiken van een emissievrije samenleving.

Negatieve emissies en verduurzaming van de industrie moeten hand in hand gaan om de klimaatdoelstellingen te behalen. Zie voor meer informatie over de CDR-taxonomie van de Verenigde Naties bijlage 1.

In Figuur 2 worden de verschillende bronnen en verschillende vormen van opslag en gebruik samen gebracht. Hierbij zijn ook de effecten van de technologieën op de CO₂-emissies aangegeven.



Figuur 1: De verschillende koolstofstromen schematisch weergegeven: CDR, CCU en CCS. De bestemmingen van CO₂ via CCU zijn naast brandstoffen ook het gebruik als grondstof voor materialen. Daarnaast kan CO₂ ook permanent verwijderd worden via CDR door middel van hergebruik in materialen met een langdurige opslagperiode van CO₂. De afbeelding is een bewerking van het origineel van [cr.hub](https://www.crhub.nl/).

⁹ Op dit moment is er nog geen eenduidige definitie van negatieve emissies, maar spreekt men in LCA-methodiek over langer dan 100 jaar als permanente opslag en bij voorkeur over 200-300 jaar. Zie voor meer informatie: [Koolstofverwijdering voor klimaatbeleid](https://www.ce.nl/koolstofverwijdering-voor-klimaatbeleid/), CE Delft 2023

CO ₂ bron	CARBON CAPTURE AND STORAGE (CCS)	CARBON CAPTURE AND UTILISATION (CCU)	
		Materialen	Power-to-X
Fossiele bron			
Biomassa			
Direct uit de atmosfeer			

De uiteindelijke koolstofbalans hangt af van de energiebron, andere emissies in de leveringsketen en de duur van de opslag.

Potentieel CO₂ neutraal of CO₂ negatief Richting CO₂ neutraal Altijd CO₂ positief (emissies)

Figuur 2: Overzicht van verschillende bronnen en vormen van opslag en gebruik.¹¹

¹⁰ In het rapport over koolstofverwijdering voor het klimaatbeleid van CE Delft wordt ingegaan op de verschillende scenario's voor 1,5 °C en de bijbehorende koolstofbudgetten en behoefte aan negatieve emissies. In dit rapport wordt geconcludeerd dat het bereiken van 1,5 °C opwarming niet realistisch haalbaar is zonder verwijdering en opslag van CO₂.

¹¹ Koolstofbalans zoals aangegeven in de afbeelding is afkomstig van informatie van Climateworks Foundation.

1.4 LEESWIJZER

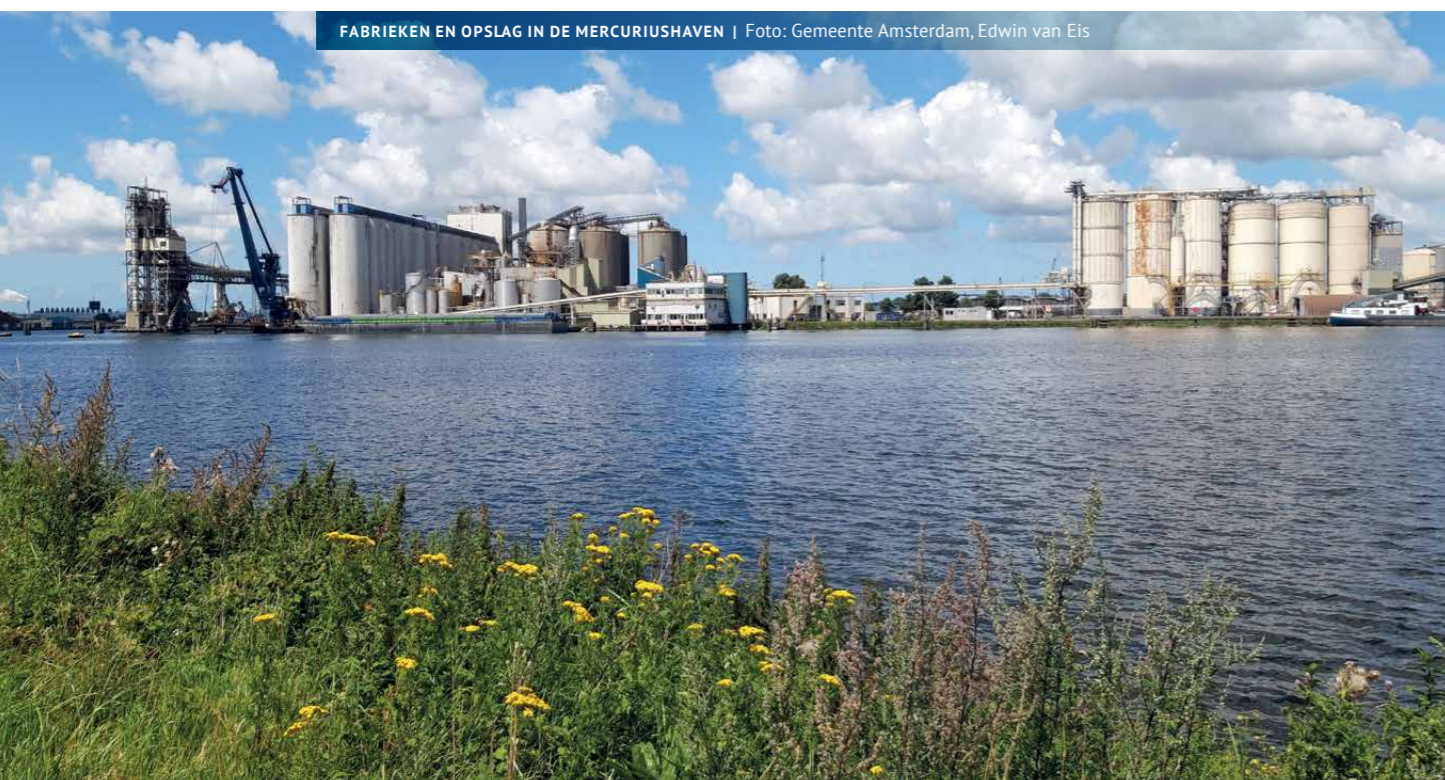
In deze position paper wordt beschreven welke technieken we in de regio willen stimuleren en welke ontwikkelingen als kansrijk worden beschouwd. De kansen zijn gebaseerd op de huidige ontwikkelingen in de regio en de propositie van de regio voor de toekomst. In de paper zijn drie verschillende factoren belicht: de beschikbare CO₂ in de regio, de mogelijk infrastructurele ontwikkeling voor CO₂ transport in de regio en het potentiële gebruik van CO₂ in de regio. De huidige ontwikkelingen zijn geanalyseerd en er wordt een doorkijk gegeven naar hoe de regio er in 2030 – 2050 uit kan komen te zien bij het stimuleren van initiatieven.

1.5 DOORKIJK TOT 2050

De volgende drie tijdspannes in Figuur 3 schetsen de ambitie van de regio tot aan 2050. Tot aan 2030 zet de regio in op het gereedmaken van infrastructuur voor de opslag van CO₂ (groen en grijs) om zo aan de doelstelling van 55% CO₂-emissiereductie in 2030 te

voldoen. Tegelijkertijd worden CCU-technologieën verder ontwikkeld en opgezet. Het gebruik van groene CO₂ voor 2030 is noodzakelijk voor de bijmenging van synthetische brandstoffen voor de luchtvaart en scheepvaart. In het tijdvak van 2030 tot 2035 is de opslag van grijze en groene CO₂ nog steeds nodig en zijn ook CCU-technologieën verder gereed om biogene (en atmosferische) CO₂ om te zetten naar materialen en brandstoffen.

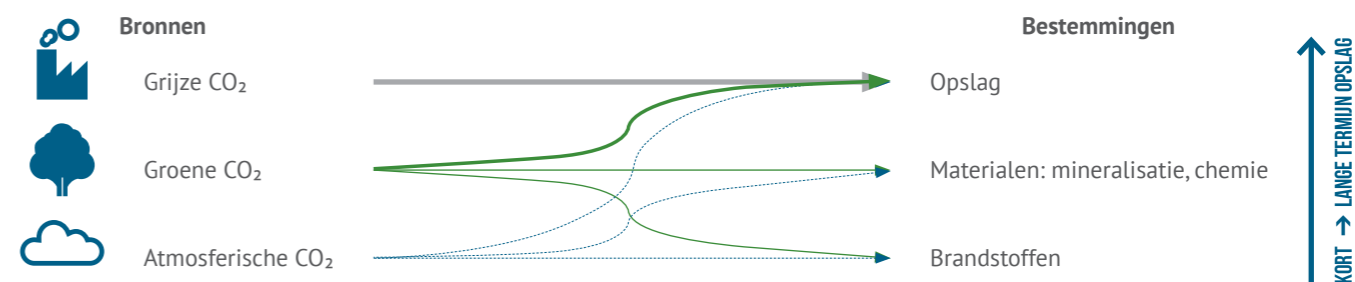
Van 2035 tot 2050 slaat de regio vooral nog grijze CO₂ op en wordt groene CO₂ afgevangen en gebruikt voor materialen en brandstoffen en mogelijk ook voor het langdurig opslaan ervan, om de concentratie CO₂ in de atmosfeer te verlagen. Hiernaast is deze balans afhankelijk van de vraag naar hernieuwbare CO₂ en het aanbod. Atmosferische CO₂ wordt afgevangen en opgeslagen voor lange termijn of ingezet in de productie van materialen en brandstoffen. Het NZKG heeft een ambitie ontwikkeld om verschillende aspecten van CCS/CCU/CDR te ontwikkelen. Het uitgangspunt voor deze ambitie is op basis van de positieve klimaatimpact en kansen die de regio specifiek biedt.



FABRIEKEN EN OPSLAG IN DE MERCURIUSHAVEN | Foto: Gemeente Amsterdam, Edwin van Eis

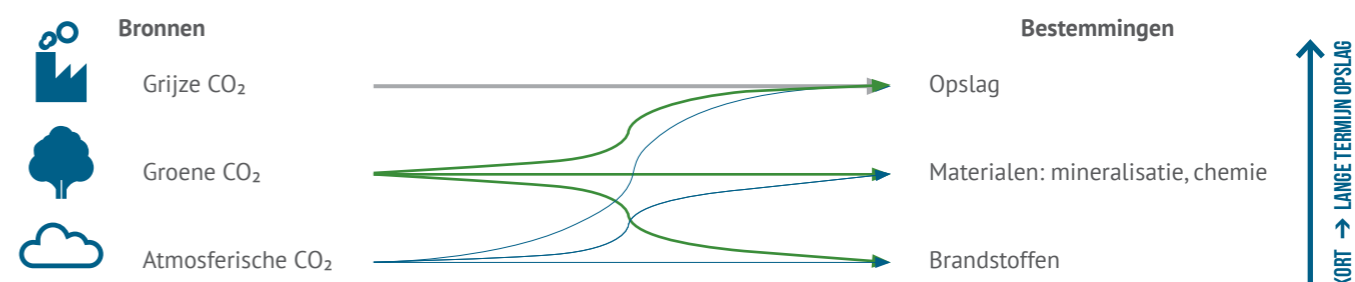
NU – 2030

- Infrastructuur voor opslag van grijze en groene CO₂ gereedmaken
- Focus op opslag van grijze en groene CO₂
- Ontwikkeling van CCU-technologieën zoals mineralisatie en power-2-X
- Op kleine schaal atmosferische CO₂ afvangen voor opslag en gebruik



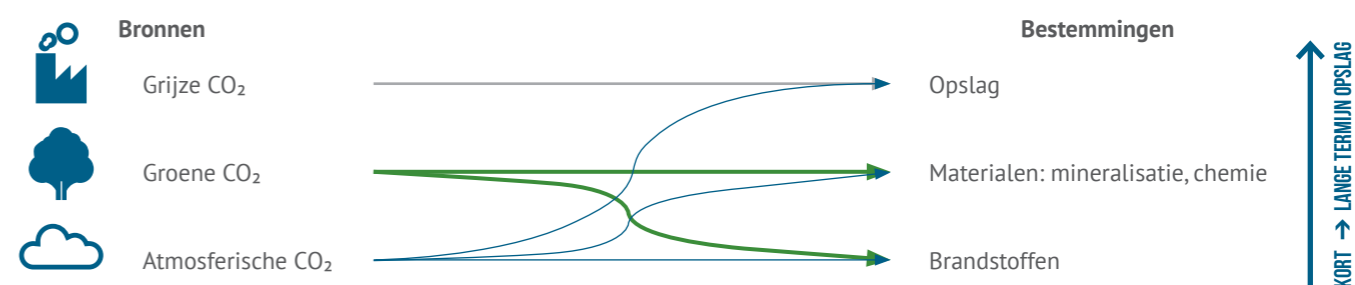
2030 – 2035

- Opslag van grijze en groene CO₂
- Verder opschalen van omzetting groene CO₂ naar materialen en brandstoffen
- Verdere ontwikkeling van technologieën die atmosferische CO₂ kunnen afvangen



2035 – 2050

- Opslag van grijze CO₂
- CCU van groene CO₂ naar materialen en brandstoffen
- Mogelijkheid om atmosferische CO₂ te kunnen afvangen en op te slaan of door middel van CCU te gebruiken voor materialen en brandstoffen



Figuur 3: De tijdspannes geven op vereenvoudigde wijze de verhoudingen tussen de verschillende bronnen en bestemmingen weer. Op deze manier schetsen de tijdspannes een ambitie voor de toekomst. De dikte van de stromingen geven een indicatie van de relatieve volumes, omdat de definitieve volumes nog onzeker zijn. Daarnaast is in deze tijdspannes niet meegenomen dat als de toekomstige vraag naar CO₂ groter is dan het aanbod binnen de regio/Nederland er circulaire of duurzame koolstofbronnen kunnen worden geïmporteerd om aan deze vraag te voldoen.

2. CO₂-BRONNEN

Bij het afvangen van CO₂ kunnen er verschillende bronnen worden onderscheiden, zie Figuur 2. Waaruit de CO₂ wordt afgevangen heeft uiteindelijk invloed op de klimaatimpact. In Figuur 2 is een weergave gemaakt van de verschillende puntbronnen die er zijn: bronnen die van origine een fossiele oorsprong hebben (grijze CO₂), bronnen die een biogene oorsprong hebben (groene CO₂) en CO₂ afgevangen uit de atmosfeer. In het NZKG zijn een aantal van deze bronnen beschikbaar van waaruit CO₂ afgevangen kan worden. Wat er vervolgens mee gedaan kan worden, wordt later besproken.

2.1 PUNTBRON (GRIJS)

In de huidige situatie is er binnen het NZKG een grote hoeveelheid aan fossiele CO₂ puntbronnen: elk bedrijf dat fossiele brandstoffen gebruikt is een CO₂ bron. Het perspectief is dat de meeste van deze fossiele brandstoffen vervangen zullen worden door elektrificatie van de productieprocessen, het gebruik van (groene) waterstof, restwarmte of stoom. Uit onderzoeken blijkt dat in het NZKG 2 Mton/jaar aan fossiele CO₂ van onvermijdbaar blijft om uit te stoten. Dit gaat onder andere om AEB Amsterdam en Tata Steel Nederland. De ambitie is om alle fossiele CO₂ af te vangen en permanent vast te leggen om zo min mogelijk klimaatimpact te genereren. Dit kan door de CO₂ op te slaan in lege gasvelden of deze te gebruiken voor mineralisatie. Lees over deze opties meer in hoofdstuk 4.

CO₂-afvang blijft in de DRI-route een mogelijkheid voor de verdere verduurzaming van Tata Steel Nederland (TSN). TSN onderzoekt hoe en of CO₂ het beste kan worden afgevangen, getransporteerd, opgeslagen en gebruikt kan worden. Hierbij wordt gedacht aan opslag in lege gasvelden onder de Noordzee, transport via pijpleiding samen met andere uitstoters of transport via schip.¹²

2.2 PUNTBRON (GROEN)

Uit de analyse van South Pole en Bellona blijkt dat er op dit moment in de regio meer dan 1 Mton aan biogene CO₂ wordt uitgestoten. De volgende organisaties zijn hierbij geïdentificeerd: AEB Amsterdam (±750 kton CO₂/jaar), BEC (75 kton/jaar), Gidara Energy (±116 kton CO₂/jaar), Cargill Amsterdam (± 40 kton CO₂/jaar), Waterschap Amstel, Gooi en Vecht (± 85 kton/jaar) en Bioenergy Netherlands (onbekende hoeveelheid).

Andere potentiële bronnen met biogene CO₂ zijn Bio Forte BV en de biomassaketel bij de cacaoverwerkingsfabriek van Olam Food Ingredients (ofi). Hiernaast zijn er biogene bronnen in de nabijheid van het NZKG zoals de HVC afvalenergiecentrale in Alkmaar.

Wanneer deze groene CO₂ wordt afgevangen en langdurig wordt opgeslagen, spreken we van BioCCS. Dit is een vorm van CDR: waar de netto hoeveelheid aan CO₂ in de atmosfeer voor het afvangen voor het proces hoger is dan na het proces. BioCCS is een van de verschillende CDR-technologieën.

2.3 CO₂-AFVANG DIRECT UIT DE ATMOSFEER

Er zijn nog andere methodes voor afvang naast die uit groene CO₂ uit puntbronnen. Er zijn bedrijven die stand-alone CDR-oplossingen kunnen realiseren. Ze combineren het afvangen, vervoeren en opslaan van CO₂, namelijk: i) directe lucht afvang (o.a. DAC zie H4); ii) verbeterde verwerking; iii) biochar; iv) koolstofopslag in de bodem; en v) bebossing. Bij een aantal van de genoemde voorbeelden zal CO₂ direct permanent worden vastgelegd. Voor alle stand-alone CDR-opties zijn langetermijnstudies over de verwijdering van tarieven, opslagpermanentie en co-effecten ontbrekend. Dit komt vooral voor bij (ICT) bedrijven die geïnteresseerd zijn om verleden CO₂ uitstoot ook te

reduceren, bijvoorbeeld door middel van DAC. Uit de quick-scan van South Pole en Bellona komt naar voren dat het lastig is in te schatten hoe inzetbaar deze technieken zijn in de regio (of elders). Desondanks is in deze paper een inschatting gemaakt van de verschillende technieken en de bijbehorende CO₂-impact: Biochar (Bio Energy Netherlands): huidig

3 kton/jaar, Enhanced Wethering (CNI, GreenSand, Pebbl): potentieel 1 Mton/jaar, Direct air capture and storage (Carbyon): potentieel 1 Mton, soil Carbon storage (wij.land, ONCRA, LTO Bedrijven, bouwboeren, voedselbossen): potentieel 35 kton/jaar en bebossing: 2.5 - 25 t CO₂ per volledig beplante hectare.

AFVALVERWERKINGSBEDRIJF AEB IN WESTPOORT | Foto: Gemeente Amsterdam, Edwin van Eis



¹² Cluster Energie Strategie, 2022

3. CO₂ INFRASTRUCTUUR

Om de afgevangen CO₂ vanaf de bron (puntbron of atmosferische afvang) naar de bestemming te brengen is infrastructuur nodig. De bestemmingen zijn opslag en gebruik en worden deels in dit hoofdstuk en in hoofdstuk 4 behandeld. Voor de transport van CO₂ zijn ook meerdere mogelijkheden en kunnen er verschillende routes worden ontwikkeld.

OCAP maakt een verbinding naar de haven van Rotterdam, vanuit waar vervolgens aansluiting nodig is op de regionale infrastructuur om de afgevangen CO₂ te kunnen vervoeren naar, en op te slaan in, de

Noordzee. Porthos is een CO₂-transport en -opslagproject in de haven van Rotterdam, waarvan wordt verwacht dat deze vanaf 2026 in werking zal treden. Porthos heeft een jaarlijkse transportcapaciteit van 2.500 kton CO₂. Deze capaciteit is momenteel volledig vergeven aan vier Rotterdamse bronnen. De totale backbone van Porthos is 10 Mton per jaar. Ook wordt momenteel het Aramis project ontwikkeld in Rotterdam, met een jaarlijkse transportcapaciteit van 5.000 kton CO₂ en mogelijkheid tot uitbreiding van de capaciteit naar 22.000 kton per jaar. De lege gasvelden in dit project hebben een totale capaciteit van 400 Mton. De verwachting is dat Aramis vanaf

2028 operationeel zal zijn en vanaf 2030 de capaciteit kan uitbreiden.

Er zijn plannen om in 2024/2025 de leiding van OCAP door te trekken naar de fabriek van Gidara in het Westelijk Havengebied en vervolgens ook in 2028 naar AEB Amsterdam. OCAP heeft een transportcapaciteit van 600 kton CO₂ per jaar. Deze leiding zal in eerste instantie worden aangesloten op de infrastructuur in Rotterdam. De ambitie is dat er in deze leiding T-stukken worden geplaatst waardoor andere partijen afgevangen CO₂ kunnen invoeden op de infrastructuur of zodat nieuwe ontwikkelingen gebruik kunnen maken van de CO₂ van deze leiding.

De grootste huidige afnemer van OCAP is de Nederlandse glastuinbouw.

Naast de eerdergenoemde pijpleidingen is het ook mogelijk om CO₂ te vervoeren via schepen of vrachtverkeer. De exacte transportcapaciteit hiervan is nog niet in kaart gebracht. Dit is echter ook een veelbelovende transportmethode door de mogelijkheid van transport over water in deze regio. Op dit moment zijn er nog geen vergelijkingen mogelijk tussen de capaciteit van de infrastructuur en de hoeveelheden CO₂ die in de toekomst getransporteerd moeten worden.

SCHEEPVAART EN TATA STEEL AAN HET NOORDZEEKANAAL | Foto: Michel Schnater



AANLEG OCAP-LEIDING IN NOORD-HOLLAND | Foto: Greenport Aalsmeer



4. CO₂ EINDTOEPASSING – OPSLAG EN GEBRUIK

CO₂ kan op verschillende manieren ingezet worden. Afhankelijk van het type gebruik hebben de toepassingen een verschillende impact op het klimaat.

De volgende toepassingen worden onderscheiden:

- opslag in reservoirs of bouwmaterialen;
- het gebruik van CO₂ waarbij het langdurig in een product blijft opgeslagen (meer dan 100 jaar);
- het gebruik van CO₂ waarbij het kortstondig in een product blijft opgeslagen (minder dan 100 jaar).

4.1 OPSLAG IN RESERVOIRS

CCS kan worden toegepast op verschillende bronnen van CO₂, zoals de verbranding van fossiele of biogene brandstoffen en atmosferische CO₂. Met permanent wordt een periode van 100 jaar bedoeld, al moet deze duur nog officieel worden vastgesteld. Dit is voornamelijk de tijdschaal waarin CO₂ in de atmosfeer blijft. Als opgeslagen CO₂ binnen deze tijdschaal weer vrijkomt, spreek je niet over opslag maar over een vertraagde CO₂-uitstoot.

Het NZKG heeft een gunstige ligging ten opzichte van de Noordzee. Om deze reden wordt er op dit moment over nagedacht om lege gasvelden in de Noordzee te gebruiken als opslaglocatie voor CO₂. Dit zou een effectieve methode zijn om de afgevangen CO₂ voor zeer lange termijn op te slaan. Er is nog wel onzekerheid over de mogelijkheid tot het monitoren van deze opslag. Zoals eerder is genoemd, zal de OCAP-leiding via Rotterdam de afgevangen CO₂ van AEB Amsterdam (480 kton), worden opgeslagen in deze reservoirs.

4.2 OPSLAG IN BOUWMATERIALEN: VAN LAND TOT PAND

Bouwmaterialen van hout, bamboe en stro tot complexe bio composieten (samengestelde materialen) bieden win-win kansen voor de regio. Dit biedt een breed scala van verbonden voordelen:

- Aanjager circulaire economie¹³
- Synergie met houtbouw ambitie MRA¹⁴
- Fundamentele reductie uitstoot bouwketen (verdringing beton en staal)
- Stikstofreductie
- Verbetering waterkwaliteit
- Herstel biodiversiteit
- Perspectief boeren
- Klimaat
 - minder uitstoot landbouw
 - opslag CO₂ in bodem
 - opslagbouw materiaal

Met het oog op deze brede synergetische systeemvoordelen heeft het Rijk een 'Interdepartementaal Opschalingsplan Biobased Bouwen' ontwikkeld waar de komende 7 jaar 200 miljoen euro voor uitgetrokken wordt. Voor de ontwikkeling van de boer-bouw keten met alle verschillende vezelgewassen zal de regio Amsterdam dus op steun kunnen rekenen. Waar de businesscase van 'biobased gebouwen' nu nog 4 tot 11% onrendabele top kent, neemt deze af bij opschaling vanwege leereffecten. Onder de titel 'Construction Stored Carbon Credits' wordt dit jaar een programma ontwikkeld om de CO₂ opslag in bouwmaterialen te kwantificeren en te verwaarden.¹⁵

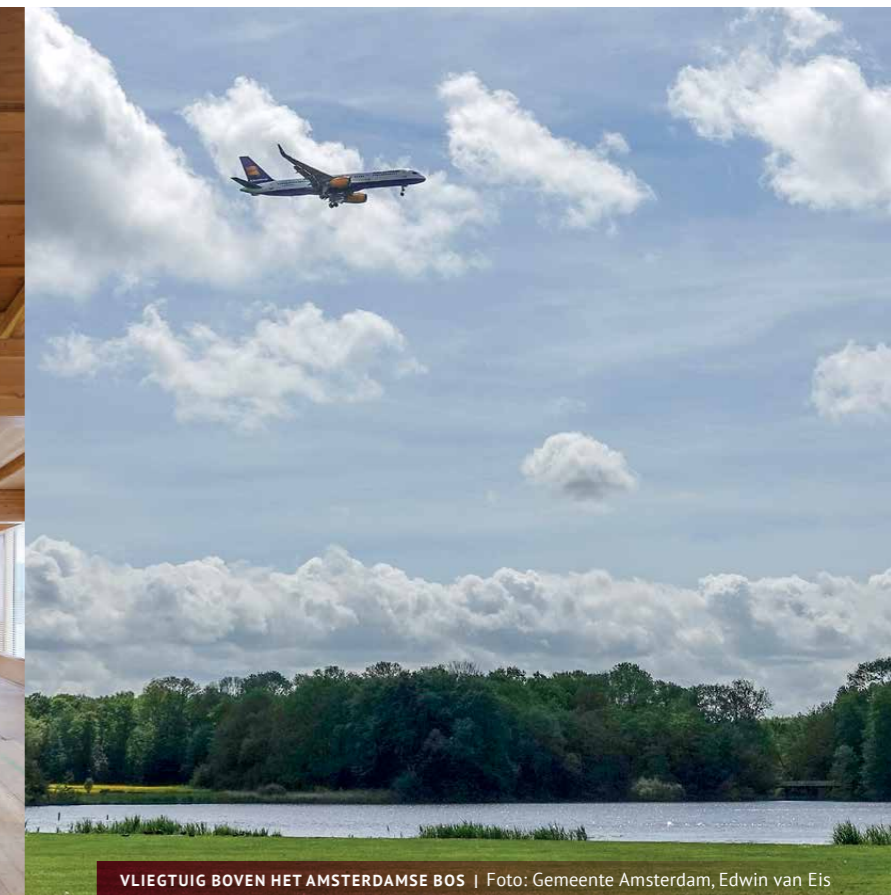
4.3 HERGEBRUIK

Een duurzame industrie heeft hernieuwbare energie en circulaire grondstoffen nodig om de klimaatdoelstellingen van Parijs (1,5°C) te halen. Het hergebruiken van CO₂ wordt CCU genoemd en is een belangrijk onderdeel van de oplossing. De vraag naar koolstof als grondstof is groot in de chemie en voor de ontwikkeling van brandstoffen met een hoge energiedichtheid. Het moet onverwijld doorontwikkeld, opgeschaald en toegepast worden in pilot- en demonstratieprojecten. De realisatie van

CCU-technologieën zal bijdragen aan het vervangen van fossiele brandstoffen, en daarmee scope 3 emissiereductie voor verschillende sectoren zoals de luchtvaart, scheepvaart, et cetera. bewerkstelligen vanwege de behoefte aan een hoge volumineuze energiedichtheid in deze sectoren. Tegelijkertijd zullen nieuwe zakelijke kansen, relevant voor de (petro-)chemische en energiesector, worden ontwikkeld. Zie voor een uitgebreid overzicht van de verschillende manieren waarop CO₂ ingezet kan worden, box 2.



GEBRUIK VAN HOUT IN BIOBASED GEBOUWEN | Foto: Ema Peter



VLIEGTUIG BOVEN HET AMSTERDAMSE BOS | Foto: Gemeente Amsterdam, Edwin van Eis

¹³ Het doel is een volledige circulaire economie in Nederland in 2050. [Nationaal Programma Circulaire Economie 2023-2030](#), 3 februari 2023

¹⁴ [Eén op de vijf nieuwbouwwoningen in MRA vanaf 2025 van hout](#), 21 oktober 2021

¹⁵ [Construction Stored Carbon](#), Climate Cleanup 2023

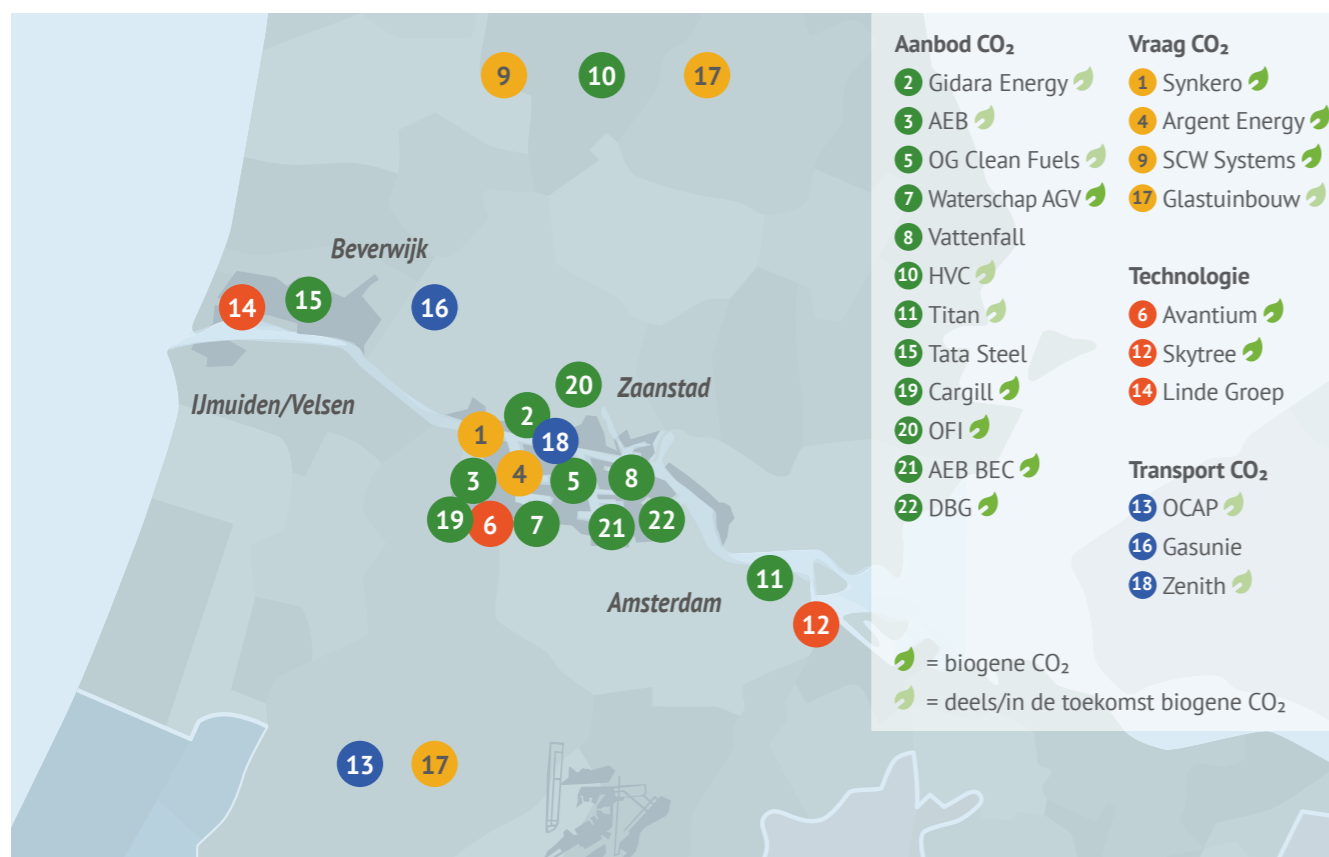
4.4 VRAAG VAN CO₂ IN HET NZKG

Door &flux is een QuickScan uitgevoerd naar de huidige CCU-ontwikkelingen in het NZKG en wat voor stappen nodig zijn om de gewenste ontwikkelingen te versnellen.

Er ligt binnen het NZKG een potentiële (toekomstige) vraag naar >2.500 kton CO₂.¹⁶ Deze vraag wordt gevormd door drie bedrijven en een sector, de glastuinbouw. Deze bedrijven zijn Argent Energy, CO₂ Cleanup (onderdeel van SCW Systems) en Synkero. De opsomming van deze partijen zal niet volledig zijn omdat niet alle bedrijven deze informatie willen delen.

Daarnaast voorzien we andere leads in deze sectoren die zullen maken dat de vraag naar CO₂ zal stijgen.

In de regio worden technologieën ontwikkeld om CO₂ te kunnen omzetten in producten. Deze producten hebben een verschillende impact op het klimaat (op basis van de life cycle analysis (LCA)). Over hoe CCU zich in de regio gaat ontwikkelen is nog veel onzeker. Het aanbod van CO₂ en de technologieën die zich kunnen ontwikkelen zullen hand in hand moeten gaan. Wel is het mogelijk om met beleid, subsidies of wet- en regelgeving te sturen op de meest gewenste CCU-initiatieven in de regio.



Figuur 4: Overzicht van organisaties die zich inzetten voor CCU in de regio in 2022.

¹⁶ [CCU QuickScan NZKG, &flux 2022](#)

BOX 2: TECHNOLOGIEËN

Vanuit CO₂ kan met verschillende technieken een grote verscheidenheid aan producten worden gecreëerd. Per route wisselt het wat voor klimaatimpact het proces heeft, of we in deze regio behoefte hebben aan dit product en of het product een positieve business case met zich meebrengt. In deze box worden de meest gangbare routes beschreven om van CO₂ tot een nieuw product te komen.

a. Chemie

Koolstof wordt op dit moment gebruikt om o.a. de chemische grondstoffen koolstofmonoxide, methanol, mierenzuur en kunststoffen te maken. CCU in de chemie kan in sommige gevallen zorgen voor significante emissiereductie. Daarnaast maakt CCU het mogelijk om producten te blijven produceren die koolwaterstoffen bevatten.

De meest logische economische en technische fit van CCU-toepassingen is die van brandstoffen, met Schiphol in de buurt en de infrastructuur van Amsterdam als brandstoffenhaven (de grootste van Europa). Er zijn in het NZKG meerdere projecten die concreet werken aan de productie van brandstoffen via CCU-routes. CCU-brandstoffen leiden niet tot negatieve emissies omdat ze relatief snel weer verbrand worden. Wel leiden ze tot emissiereductie bij de toepassing ten opzichte van huidige technologieën.

b. Mineralisatie

Mineralisatie is het opnemen en permanent vastleggen van CO₂ in diverse materialen. Mineralisatie biedt de meeste kansen op negatieve emissies, omdat het CO₂ permanent vastlegt in grondstoffen, die met name toepasbaar zijn in de bouw. Ondanks de aanwezigheid van veel bouwbedrijven in het NZKG is er nog niet veel economische activiteit op dit het gebied van mineralisatie.

c. Biobrandstof

Afgevangen CO₂ kan hergebruikt worden voor brandstof. De grootste brandstoffenhaven van Europa ligt in Amsterdam. Schiphol is voornemens gebruik te maken van biobrandstoffen of synthetische brandstoffen. Hierdoor is het een logische zet om koolstof in te zetten voor de productie van biobrandstoffen en synthetische brandstoffen in het NZKG.

d. Voeding

Met een combinatie van CO₂ en waterstof kunnen eiwitten geproduceerd worden. De glastuinbouw gebruikt CO₂ als voeding voor de planten, om deze sneller te laten groeien. De toepassing van CCU in de glastuinbouw is de meest volwassen toepassing, waarvan ook de infrastructuur (van OCAP) al (deels) gerealiseerd is. De economische en technische fit is daarmee aanwezig. De CO₂ in de glastuinbouw is kort cyclisch en leidt daardoor niet tot negatieve emissies, maar wel tot vermeden emissies door verminderd aardgasverbruik.

5. HUIDIGE KANSSEN IN DE REGIO

In het NZKG zijn verschillende initiatieven in ontwikkeling. In dit hoofdstuk worden een aantal uitgelicht. Uit de quick scans van South Pole, Bellona Europa en &flux blijkt dat de ontwikkeling van deze technieken kunnen leiden tot minstens een CO₂-reductie van 1 Mton in 2050. CE Delft heeft naar aanleiding van dit onderzoek ingeschat dat een reductie van 100 kton CO₂ haalbaar moet zijn in 2030. Het NZKG is een potentieel interessante regio om de CCS, CCU en CDR-initiatieven te laten landen, want het biedt:

- Overvloed aan CO₂-puntbronnen in de haven die in 2023 in totaal 18 Mton CO₂ per jaar uitstoten (EU-ETS geregistreerde bedrijven). Deze bronnen, met een wisselende CO₂-zuiverheid, zijn voornamelijk te vinden in industriële processen (2/3) en elektriciteitsproductie (1/3).
- De regio ontwikkelt CO₂ waardeketens, dit kan goed omdat de regio zich ook focust op het realiseren van betaalbaar en competitief groene H₂ als grondstof. Met de combinatie van CO₂ en H₂ kan een grote verscheidenheid aan producten worden gemaakt.
- Er is beschikbaarheid van restwarmte van de industrie (800 MW)¹⁷ en aanwezigheid van infrastructuur voor stadsverwarming naar de gemeente Amsterdam. Restwarmte kan goed worden gebruikt om op schaal via DAC CO₂ uit de lucht te halen voor CDR of voor CCU.
- Behalve dat CDR nodig is om de opwarming te beperken, is de verwachte omvang van de koolstofverwijdering en CCU een sterk potentieel voor waardecreatie en groei. Dit biedt een enorme kans voor spelers in de hele waardeketen: van het ontwikkelen en opschalen van technologie tot het bouwen van faciliteiten, het onderhouden van de toeleveringsketen en het investeren en opschalen van innovaties, terwijl het ook een weg naar netto nul creëert.

In het NZKG zijn er verschillende organisaties bezig met het afvangen, transporteren, opslaan of herge-

bruik van CO₂. Hieronder worden een aantal van deze projecten uitgelicht:

AANBOD

AEB Amsterdam is een afvalverwerker die jaarlijks 1,4 miljoen ton afval sorteert en verbrandt en daarmee grondstoffen en energie produceert. Het bedrijf wil ten minste **480 kton CO₂/jaar** afvangen uit zijn afval- en energiecentrale (Project Aurora). Deze CO₂ wordt vanaf 2028 afgevangen en zal vervolgens worden getransporteerd via de aanwezige OCAP-pijpleiding naar Porthos in de Rotterdamse haven. Vanaf Rotterdam gaat het naar de Noordzee, waar de CO₂ onder de grond in de lege gasvelden wordt opgeslagen. Daarnaast heeft AEB Amsterdam een biomassacentrale die in potentie bovendien nog zo'n **70 kton** groene CO₂ af kan vangen.

Gidara Energy wil niet-recyclebaar afval omzetten in hernieuwbare brandstoffen zoals methanol. De eerste geavanceerde methanolfaciliteit is volledig operationeel in 2026. De **±116 kton CO₂/jaar** die hierbij vrijkomt, wordt afgevangen en geleverd aan de tuinbouw.

Cargill Amsterdam is een zonnebloem- en raapzaad-crush en raffinaderij voor voedselproducten. Cargill Amsterdam heeft plannen om de energie die vrijkomt bij de verbranding van cacao-doppen in te gaan zetten ter vervanging van aardgas. Dit zal een stroom van **40 kton/jaar** aan biogene CO₂ genereren. Er zijn nog geen plannen hoe deze CO₂ vervolgens verwerkt zal worden.

Waterschap Amstel, Gooi en Vecht heeft een groen-gasinstallatie gebouwd naast de rioolzuivering, waarbij **±11 kton/jaar CO₂** vrijkomen. Het is de bedoeling dat de CO₂ die vrijkomt bij groengas-productie aan de tuinbouw geleverd gaat worden. Omdat het hier om kortcyclische CO₂ gaat, wordt dit nog niet gewaardeerd in subsidiekaders en dat vormt nog een belemmering van de businesscase.



BRANDSTOFFENSILO'S MET OP DE VOORGROND HET KANAAL | Foto: Annoesjka Brohm

Bij **DBG** komt er **30.000 ton/jaar biogene CO₂** vrij bij het zuiveren van biogas. Bij DBG kan deze CO₂ vervolgens worden afgevangen. DBG gaat er op dit moment vanuit dat de CO₂ kan worden opgehaald door tankwagens. Ze staan ook open voor de mogelijkheid om het in te voeren in een (toekomstige) leiding in het Westelijk Havengebied.

Skytree is een organisatie die via modulaire DAC's CO₂ onttrekt uit de atmosfeer. Het doel van Skytree om initieel **50 kton CO₂ per jaar** uit de lucht te onttrekken via een DAC hub die wordt gekoppeld aan de OCAP pijplijn, met als doel deze aan de glastuinbouw te laten leveren. De capaciteit zal later mogelijk worden uitgebreid. De uiteindelijke doelstelling van Skytree is om met haar DAC-hubs, op verschillende plaatsen in Nederland, minimaal **10 mton/jaar CO₂** uit de lucht te onttrekken.

Titan produceert BioLNG, ook wel Liquefied biomethane (LBM) genoemd, een door vergisting verkregen (scheepvaart-)brandstof, en is daarmee producent van EU-RED II compliant BioLNG. Het bedrijf heeft zijn hoofdkantoor in Amsterdam Centrum, aan het IJ. In de haven van Amsterdam ontwikkelt Titan een grote productiefaciliteit, met een productiecapaciteit van ca. 200 kton BioLNG/jaar wordt dit 's werelds grootste biomethaan vervoerinstallatie, waarbij 50 kton CO₂/jaar wordt afgevangen. Naast de faciliteiten in de Amsterdamse haven produceert Titan BioLNG bij Attero in Wilp. Daarbij zal 5 kton CO₂/jaar worden geproduceerd. Titan levert zowel per schip als per vrachtwagen in de ARA (Amsterdam-Rotterdam-Antwerpen) regio, maar zal zijn huidige wereldwijde LNG-bunkeringsketen inzetten om wereldwijd schone brandstoffen aan te kunnen bieden.

Zie voor het totale overzicht van aanbieders figuur 4.

TRANSPORT

OCAP is de transporteur en leverancier van CO₂. OCAP verhandelt jaarlijks ±600 kton CO₂ aan de glastuinbouw. De levering van CO₂ voor zowel andere CCU-toepassingen als voor CCS past in de strategie van OCAP.

Zenith streeft ernaar om rond 2028 1,8 miljoen ton CO₂ (fossiel en biogeen) per jaar vloeibaar te maken, gewonnen uit nabijgelegen bronnen. Zenith wil vervolgens deze CO₂ per schip transporteren naar potentiële lokale en internationale gebruikers en opslaglocaties.

VRAAG

Synkero is een producent van synthetische kerosine uit CO₂ en H₂. De verwachting is dat het bedrijf zo'n 100.000 ton kerosine gaat produceren, en daarmee afnemer wordt van **+/- 360 kton CO₂ per jaar**.

Argent Energy produceert tweede generatie biodiesel gemaakt van afvalvetten en -oliën, met een jaarlijkse productie van ongeveer 240.000 ton. Het bedrijf is bezig met een uitbreiding van haar capaciteit in Amsterdam (additionele 220.000 ton). Deze biobrandstoffen worden ingezet tegen het verminderen van CO₂ in zowel wegtransport als zeetransport. Ook kijkt Argent naar de mogelijkheden voor het produceren van synthetische kerosine en is daarmee potentieel afnemer en hergebruiker van CO₂.

Zie voor het totale overzicht aan vragers figuur 4.

¹⁷ Warmtetransitie van de industrie in het NZKG, 2022

6. ACTIEAGENDA

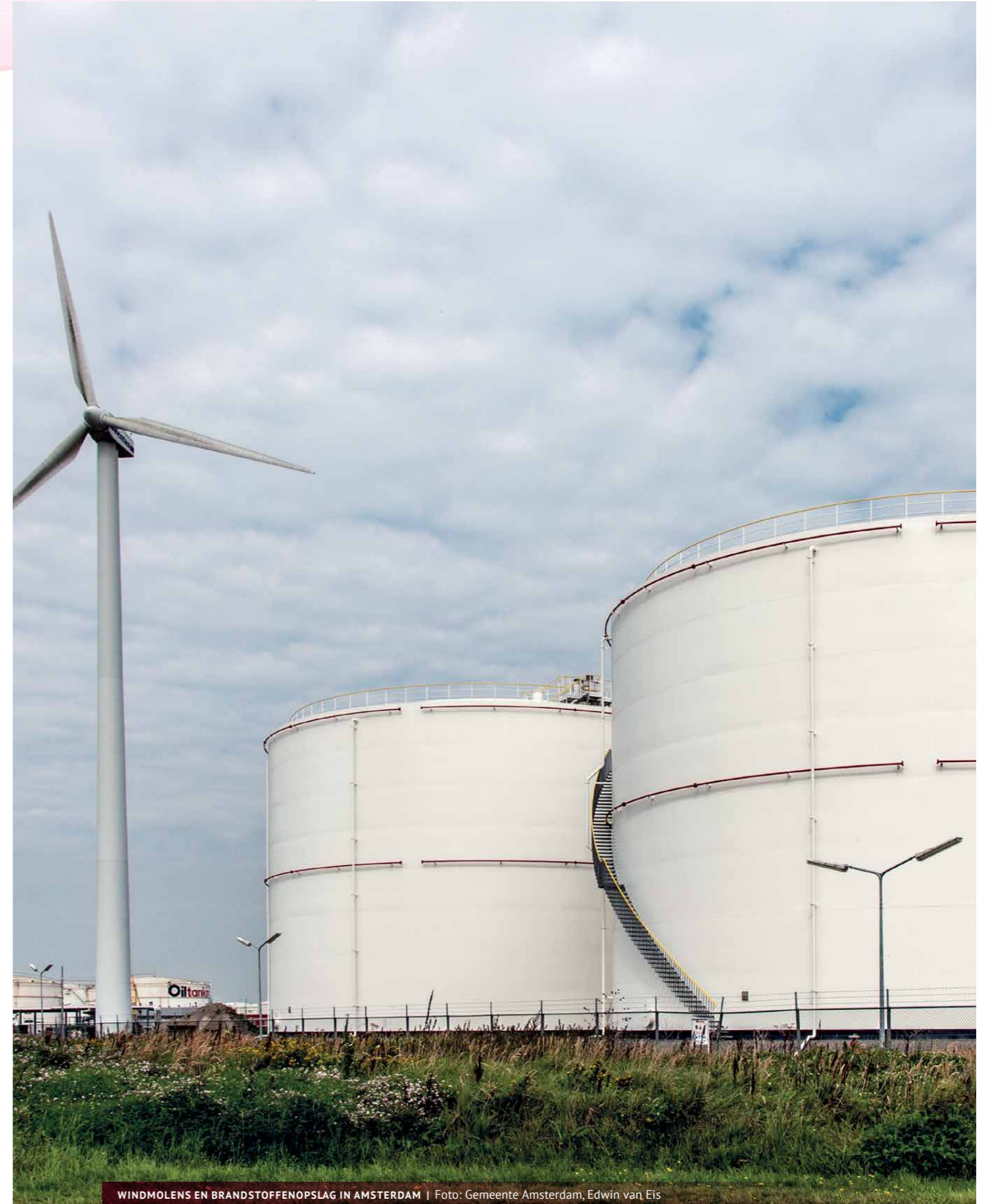
Wat is er nodig om de kansen met betrekking tot CCS/CCU/CDR in het NZKG te realiseren?

SAMENWERKING

- Zet een versnellingsstafel op met de betrokken partijen uit de regio en andere belanghebbenden. Door middel van deze werkgroep zetten we in op het blijven aanjagen van initiatieven en het signaleren van knelpunten en het overkomen van deze barrières. Daarnaast kan deze werkgroep een roadmap opstellen en daarin verdere mogelijkheden rondom de afvang, transport, gebruik en opslag van fossiele en biogene CO₂ identificeren en kwantificeren.
- Verbind aanbieders en vragers van CO₂ aan elkaar. Zet vervolgens in op een lokale infrastructuur om deze initiatieven aan elkaar te koppelen. Wanneer de ontwikkeling van infrastructuur achterloopt, vertraagt dit het optimale gebruik van hernieuwbare CO₂ en de ontwikkeling van nieuwe bedrijvigheid rondom het gebruik van CO₂. De Cluster Energie Strategie (CES) vormt een basis waarop betrokken partijen tijdig besluiten kunnen nemen rondom de ontwikkeling van de noodzakelijke infrastructuur.
- Neem als regio een actieve rol in het stimuleren van innovaties, b.v. door ruimte, financiële middelen of de juiste infrastructuur te waarborgen, met demonstraties en pilots. Om dit te realiseren kan een werkspoor CO₂ worden ingebracht in huidige kennis- en innovatie netwerken.
- Werk samen met andere Nederlandse en internationale steden voor nationaal CCS/CCU/CDR-beleid en financiering.

BELEIDSVORMING EN FINANCIERING

- Er moet een gedegen visie komen over CO₂ op Europees, Nederlands en lokaal niveau zodat de industrie duidelijkheid krijgt over doelstellingen voor negatieve emissies en de verminderde scope 3 emissies door een nieuwe circulaire productieketen door middel van CCU. Het concept Nationaal Plan Energiesysteem (NPE) is hierbij een eerste stap. In het NPE is een ontwikkelpad van de koolstofketen opgenomen en de gewenste ontwikkelrichting van deze keten. Er wordt schaarste rondom hernieuwbare koolstof voorspeld. De belangrijkste uitgangspunten in het beleid zijn het beperken van de vraag naar hernieuwbare koolstof en het maximaliseren van het aanbod aan hernieuwbare koolstof. Dit vraagt echter nadere uitwerking.
- Ontwikkel een systeem voor CO₂ waarbij verschillende soorten CO₂ administratief gescheiden en verhandeld kunnen worden op basis van massabalans. Bijvoorbeeld bij afvalverbrandingsinstallaties dient biogene en fossiele CO₂ apart verhandeld te kunnen worden. In opdracht van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat hebben CE Delft en TNO hebben een verkennende studie gedaan naar de behoefte, aanbod en beleid rondom negatieve emissies. Hierin wordt geconcludeerd dat er nog niet veel beleid is gericht op realisatie van negatieve emissies. Daarnaast wordt hier aanbevolen om de beleidsontwikkeling rondom dit onderwerp te versnellen.
- Ontwikkel subsidies gericht op de opslag en transport van CO₂.
- Ontwikkel eenduidige kwantificering van opgeslagen koolstof (carbon removal accounting) op basis van de Europese wetgeving die volop in ontwikkeling is.¹⁸ Vanuit Amsterdam speelt non-profit Climate Cleanup Foundation hierin met ONCRA een pioniersrol.¹⁹



WINDMOLENS EN BRANDSTOFFENOPSLAG IN AMSTERDAM | Foto: Gemeente Amsterdam, Edwin van Eijs

¹⁸ [Carbon Removal Certification](#)

¹⁹ [ONCRA](#)

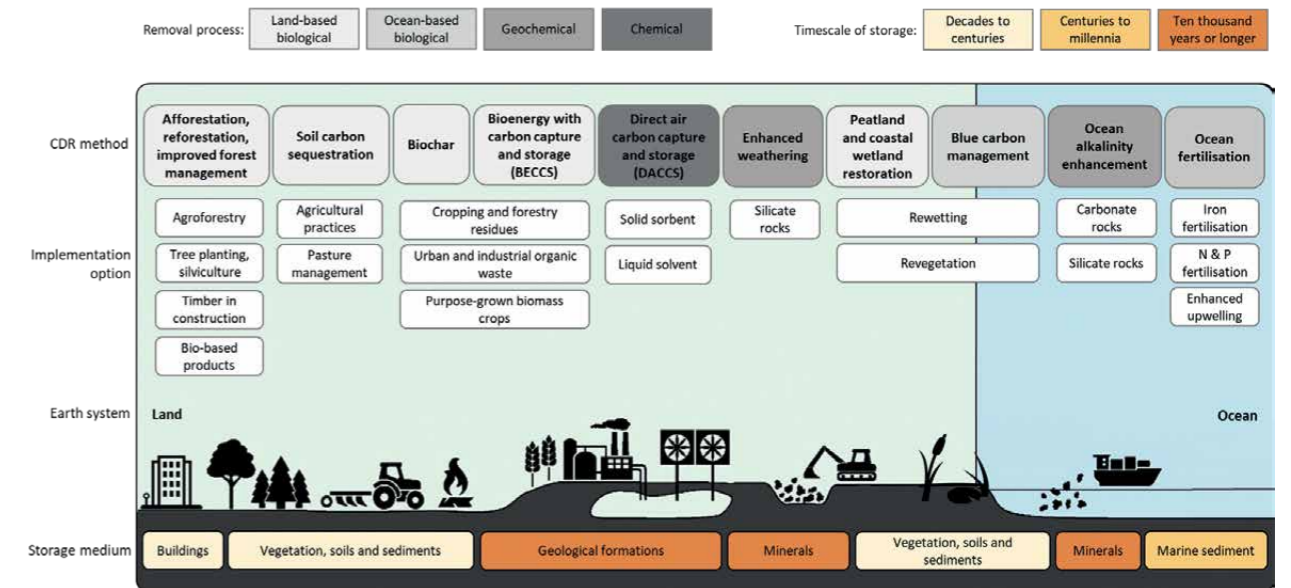
BIJLAGE 1: CDR TAXONOMIE VERENIGDE NATIES EN SYNERGIE



ZONNEPANELEN EN WINDMOLENS | Foto: Gemeente Amsterdam, Edwin van Eis

Het klimaatpanel van de Verenigde Naties heeft in april 2022 in het gezaghebbende Assessment Report²⁰ een uitgebreide taxonomie van CDR opties

gepubliceerd. Deze taxonomie combineert analyses van 'removal process' met opslag-reservoirs en tijdschalen van opslag.



Figuur 5: Taxonomie voor koolstofverwijdering door IPCC.²¹

Deze taxonomie is een hulpmiddel om de synergieën tussen de verschillende CDR-routes te onderscheiden en er daarmee op te sturen. Zo biedt opslag van CO₂ in de bodem zowel grondstoffen voor bouw (en in brede zin de bio-based economie), als voor biochar en BECCS. Enhanced Weathering (versnelde verwerking van rotsen zoals basalt en olivijn) biedt weer minerale voedingsstoffen voor planten en gaat verzuring van bodem maar ook oceanen tegen. 'Revegetation' van kustgebieden en oceanen, waaronder zee-wiervelt, biedt grondstoffen, kust-

bescherming (zoals bij het planten van zee-gras in de Waddenzee) en sterke bescherming van de biodiversiteit. Het verdient aanbeveling om CO₂ te zien als grondstof voor de post-fossiele economie. Deze taxonomie maakt duidelijk dat grondstoffen in de nabije toekomst niet meer opgegraven of opgepompt worden maar zullen groeien. Het is daarom kansrijk en nodig om CO₂ gebruik te zien en te ontwikkelen als nauwe symbiose van industrie, energie, landbouw en oceangebruik.

²⁰ Sixth Assessment report, The Synthesis report, IPCC 2023

²¹ Carbon dioxide removal taxonomy. in Castellanos, E., M.F. Lemos, L. Astigarraga, N. Chacón, N. Cui, C. Hugel, L. Miranda, M. Moncassim Vale, J.P. Ometto, P.L. Peri, J.C. Postigo, L. Ramajo, L. Roco, and M. Rusticucci, 2022: Central and South America. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 1689–1816, doi:10.1017/9781009325844.014. Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 1689–1816, doi:10.1017/9781009325844.014.



PROGRAMMABUREAU NZKG

Plein 1945 – nr. 96 (6e etage)

1971 GC IJmuiden

T (0255) 56 05 00

E-mail: info@noordzeekanaalgebied.nl

Website: www.noordzeekanaalgebied.nl

LinkedIn: nl.linkedin.com/company/programmabureau-noordzeekanaalgebied