
RAPPORT

CCU QuickScan

Noordzeekanaalgebied



&flux

Het Industriegebouw
Goudsesingel 52-214
3011 KD Rotterdam
nflux.nl

RAPPORT

Titel CCU QuickScan
Auteurs Thea Kampert, Petrus Postma, Mark Zuyderwijk
Cliënt Projectbureau Noordzeekanaalgebied
Datum 8 september 2022



&flux

Het Industriegebouw
Goudsesingel 52-214
3011 KD Rotterdam
nflux.nl

Inhoudsopgave

Management samenvatting.....	4
1. Inleiding: Grondstoffen in transitie.....	6
2. CCU-landschap NZKG	7
2.1. Aanbod van CO ₂	7
2.2. Vraag naar CO ₂	9
2.3. Technologie.....	11
2.4. Conclusie	12
3. Klimaatperspectief, technische en economische fit.....	13
3.1. Mineralisatie	13
3.2. Chemie	15
3.3. Brandstoffen	16
3.4. Voeding	18
3.5. Conclusie	19
4. Beleidscontext.....	20
4.1. Europees beleid	20
4.2. Nationaal beleid	22
4.3. Lokaal beleid.....	23
4.4. Conclusie.....	23
5. Synergie CCU en CCS.....	24
5.1. 2 routes	24
5.2. Verschillende narratieven.....	24
6. Aanzet voor samenwerking	25
6.1. Aandachtspunten	25
6.2. Aanbevelingen	25
6.3. Schets voor fase 2.....	26
Bijlage 1 – CCU buiten het NZKG.....	27

Managementsamenvatting

Op dit moment is de Nederlandse industrie bijna volledig afhankelijk van fossiele grondstoffen uit olie en gas. Deze fossiele grondstoffen leveren niet alleen de energie, maar ook de moleculen om de producten te maken die wij nodig hebben: plastics, brandstoffen, chemicaliën, enzovoorts. In de transitie naar een CO₂-neutrale economie wordt er overgeschakeld op duurzame energiealternatieven, zoals wind- en zonne-energie. In de economie blijven echter koolstofmoleculen nodig voor de producten die gemaakt worden, met name in de sectoren **chemie, mineralisatie, brandstoffen en voeding**. Met Carbon Capture and Usage (CCU) kan via verschillende technieken CO₂ gebruikt worden als grondstof voor die producten.

CCU-keten in het Noordzeekanaalgebied

Voor deze QuickScan zijn relevante partijen uit de CCU keten in het Noordzeekanaalgebied (NZKG) en omgeving in kaart gebracht. Deze zijn ingedeeld in drie categorieën: aanbod van CO₂, technologie en vraag naar CO₂. In de categorie aanbod bevinden zich ten minste 10 bedrijven die samen goed zijn voor de (potentiële) afvang en verkoop van >1.500 kton CO₂. In de categorie technologie bevinden zich 3 bedrijven die zich focussen op o.a. Direct Air Capture, infrastructuur en conversie technieken. Tenslotte zijn er ten minste drie bedrijven en een sector, de glastuinbouw, die een (toekomstige) vraag hebben naar CO₂ van >2.500 kton CO₂.

Mineralisatie

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 is er in het NZKG nog niet veel economische activiteit op mineralisatie, op één bedrijf na. De economische fit is er dus wel, maar een

markt is er nog niet. Het zal een significante inspanning vragen deze kans te verzilveren.

Chemie

CCU in chemie is al verder gevorderd, met meerdere bedrijven die aan CCU-toepassingen werken. Dit past in de strategie om in het havengebied een circulair en biochemisch cluster te ontwikkelen en draagt bij aan het sluiten van kringlopen in de haven. CCU in de chemie kan in sommige gevallen leiden tot negatieve emissies (methanol, CO), en kan ook zorgen voor significante emissiereductie in andere gevallen (mierenzuur, kunststoffen).

Brandstoffen

De meest logische economische en technische fit van CCU-toepassingen in NZKG context is die van brandstoffen, met Schiphol in de buurt en de infrastructuur van Amsterdam als grootste brandstoffenhaven. Er zijn dan ook meerdere projecten in het NZKG die concreet werken aan de productie van brandstoffen via CCU-routes. CCU-brandstoffen leiden in geen enkele toepassing tot negatieve emissies, vanwege het feit dat brandstoffen relatief snel weer verbrand worden, maar wel kunnen ze leiden tot emissiereductie ten opzichte van huidige technologieën (onder voorwaarde van groene CO₂ en energie input).

Glastuinbouw

De toepassing van CCU in de glastuinbouw is de meest volwassen toepassing, waarvan ook de infrastructuur al (grotendeels) gerealiseerd is (door OCAP). Er zijn ook plannen om deze uit te breiden met levering van CO₂ door AEB Amsterdam. De economische en technische fit is aanwezig. De CO₂ in de glastuinbouw is kort cyclisch en leidt daardoor niet tot negatieve emissies, maar wel tot vermeden emissies door verminderd aardgasverbruik.

Beleid

Beleid voor CCU is nog volop in ontwikkeling. De EU erkent het belang ervan middels de communicatie over '[Sustainable Carbon Cycles](#)' en komt met een strategie en beleid rondom CCUS (medio 2023). De belangrijkste doelstellingen uit de communicatie voor het NZKG zijn dat tussen 2028 en 2030, CO₂ stromen gerapporteerd moeten worden, 20% van de koolstof in chemie of plastics biogeen of atmosferisch moet zijn en dat er 5 Mt CO₂ per jaar permanent vastgelegd moet worden. De EU werkt verder aan een systeem om 'carbon accounting' te realiseren, mede om dubbeltelling van CO₂-emissiereductie te voorkomen. In de [EU-ETS](#) wordt momenteel alleen CO₂ gewaardeerd die permanent wordt vastgelegd via mineralisatie. Via de [SDE++](#) wordt ook CCU in de glastuinbouw gesteund. Via Horizon Europe of het Innovation Fund kunnen projecten mede gefinancierd worden.

Synergie CCU en CCS

CCU en CCS kunnen elkaar in de weg zitten, maar ook versterken. De kunst is om synergie te vinden tussen de twee door infrastructuurkosten te delen, fossiele koolstof permanent vast te leggen en biogene of atmosferische koolstof juist te gebruiken voor noodzakelijke producten als brandstoffen en chemie. Er kan ook spanning ontstaan tussen CCU en negatieve emissies, want willen we biogene koolstof vooral opslaan om negatieve emissies te bereiken of willen we die koolstof gebruiken ter vervanging van de fossiele koolstof die nu in de industrie wordt gebruikt?

Samenwerking in het NZKG

Samenwerking in het NZKG ten aanzien van CCU kan waarde opleveren. Door gezamenlijk te werken aan de volgende onderwerpen kan een CCU markt in NZKG sneller volwassen worden:

- Anticiperen op CO₂ aanbod en vraag;
- Robuuste infrastructuur voor de toekomst;
- Afstemming bij projectontwikkeling;

- Procesoptimalisatie door samenwerking;
- Het beëindigen van de afvalstatus van CO₂;
- Rapportage over CO₂ volumestromen;
- Vergunningen voor nieuwe technieken;
- Lobbyagenda richting het Rijk en de EU en verdere ontwikkeling van passend beleid.

Twee strategische vragen beïnvloeden de inzet van de regio op CCU in hoge mate:

- 1) Moeten NZKG partners een rol nemen in het overdimensioneren van leidingen om te anticiperen op de groeiende CCU markt?
- 2) Moeten partners in het NZKG nu al een positie kiezen ten aanzien van de benutting van biogene CO₂: kiezen we voor CCS (negatieve emissies), of voor hergebruik om de transitie van fossiel naar duurzaam in onze grondstoffen te versnellen?

Aanbevelingen

Uit de QuickScan volgen een aantal aanbevelingen voor nader onderzoek die met name gaan over concretere getallen over emissiereducties en marktvolumes, concrete doelstellingen en flexibiliteit in de CCU markt en ten slotte barrières waar NZKG partners wel of geen invloed op uit kunnen oefenen.

Een tweede fase als opvolging van deze QuickScan kan bestaan uit de volgende elementen:

- 1) Het beantwoorden van de twee strategische vragen over overdimensionering van CO₂ leidingen en toepassing van biogene CO₂;
- 2) Het beantwoorden van (een deel van) de nadere onderzoeksvragen;
- 3) Het vinden van een gezamenlijke basis voor de gecombineerde strategie ten aanzien van CCS, CCU en negatieve emissies;
- 4) Een workshop met NZKG partners waarin nut en noodzaak van een programmatische aanpak worden geagendeerd;
- 5) Een voorstel voor een werkprogramma rond CO₂ ketens in het NZKG.

1. Inleiding: Grondstoffen in transitie

Op dit moment is de Nederlandse industrie bijna volledig afhankelijk van fossiele grondstoffen uit olie, gas en kolen. Deze fossiele grondstoffen leveren niet alleen de energie, maar ook de moleculen om de producten te maken die wij nodig hebben. Bij de huidige transitie naar een CO₂-neutrale economie wordt er overgeschakeld op duurzame alternatieven, zoals wind- en zonne-energie. In de economie blijven echter koolstofmoleculen nodig voor de producten die gemaakt worden, met name in de sectoren **chemie, mineralisatie, brandstoffen en voeding**. Daarom zijn andere grondstoffenstromen nodig om aan de marktvraag te voldoen. Biogene en afvalstromen zijn daarvoor een eerste logische keuze, omdat deze CO₂ van biogene in plaats van fossiele oorsprong is, en daarmee meer toekomstbestendig. Hierbij onderscheiden we verschillende stromen:



Primaire reststromen, zoals houtafval, plantenresten en bermgras;



Secundaire reststromen uit productieprocessen, zoals bietenpulp;



Tertiaire reststromen, zoals GFT en dierlijke vetten.

Ook worden op sommige plaatsen volwaardige gewassen of bomen gebruikt voor de productie van energie. Uit het oogpunt van zo hoogwaardig mogelijk gebruik van producten in de (voedsel)keten is dit niet echter gewenst; deze producten zouden ook goed hoogwaardig ingezet kunnen worden bij de productie van nieuwe producten.

Biogene en afvalstromen zijn onvoldoende om aan de marktvraag van de industrie te voldoen. Er zijn dus aanvullende grondstoffenstromen nodig om de fossiele te vervangen. CO₂, of CO, is daar één van. Dit kan afgevangen worden uit industriële processen of uit biogene reststromen, maar ook uit de lucht via Direct-Air Capture (DAC).

Grondstoffentransitie in het NZKG

De bedrijven en de industrie in het Noordzeekanaalgebied (NZKG) richten zich in hun verduurzamingsambities met name op de verduurzaming van de brandstoffen die in de haven in grote volumes verhandeld worden. Daarnaast zet de haven in op de ontwikkeling van nieuwe (bio) chemische verwaardingsroutes van afvalstromen. Daar waar brandstoffen en andere producten niet vervangen kunnen worden door andere opties (biogeen, elektrisch, waterstof), is de inzet van CO₂ als grondstof van grote toegevoegde waarde. Denk aan de productie van synthetische kerosine, of bepaalde basischemicaliën.

De bouw is ook een sector die veel gebruikt maakt van fossiele bronnen, zoals bij de productie van beton. Beton is, net als brandstoffen in de luchtvaart, niet makkelijk te vervangen door biobased alternatieven. Dat maakt het gebruik van beton in bepaalde gevallen onvermijdelijk, bijvoorbeeld bij funderingen en renovaties van oude panden. Natuurlijk zou ook hier zo veel mogelijk gekeken moeten worden naar recycling van bestaand materiaal, bijvoorbeeld via de [CarbonCrusher](#). De CarbonCrusher maakt CO₂-negatieve wegen door asfalt en beton te recyclen en dit te binden met biobased bindmateriaal dat CO₂ opneemt. Een CCU-toepassing zoals de [Compensatiesteen](#) kan ook ingezet worden: dit zijn bakstenen van restmaterialen, die uitgehard worden met CO₂ in plaats van warmte. Daarnaast werkt het Amerikaanse bedrijf [CarbonCure](#) aan (in dit geval nieuw) beton waar CO₂ in gespoten wordt ter versteviging.

Ten slotte speelt de in de omgeving van het NZKG aanwezige glastuinbouw een grote rol in de grondstoffentransitie: deze sector zoekt naar vervangende koolstofbronnen voor de CO₂ die de planten in de kas harder laat groeien. Daarvoor kijkt de sector in eerste plaats naar de afvalverwerkende industrie, die in het Amsterdamse havencluster sterk

vertegenwoordigd is. De sector heeft deze bronnen nodig om zelf klimaatneutraal te worden en geen gas meer te hoeven verstoren.

Belang CCU

Hergebruik van koolstof als grondstof voor brandstoffen, chemische producten en bouwmaterialen (als vervanging van fossiele grondstoffen) zal ook in de Amsterdamse haven haar invloed gaan hebben. Immers, alleen door het vervangen van fossiele koolstof door duurzame alternatieven kunnen we onze klimaatdoelstellingen halen. Deze QuickScan probeert te duiden hoe groot die invloed kan zijn in het NZKG. Ook worden aanbevelingen gegeven in hoeverre daar op een programmatische wijze op geanticipeerd en gestuurd kan gaan worden, via beleid, subsidies of andere instrumenten.

2. CCU-landschap NZKG

In het NZKG zijn al verscheidene spelers aanwezig in de CCU-keten. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen spelers die CO₂ kunnen leveren (aanbod), technologieontwikkelaars, en partijen die de CO₂ inzetten voor het maken van een product (vraag). Ook is onderzocht hoe vraag en aanbod zich tot elkaar verhouden in volumes (biogene) CO₂.

2.1. Aanbod van CO₂

In de categorie aanbod identificeren we 10 bedrijven die samen goed zijn voor de (potentiële) afvang en verkoop van >1.500 kton CO₂.

AEB Amsterdam

AEB is afvalverwerker en energieleverancier in Amsterdam. Het bedrijf wil CO₂ afvangen vanuit zijn afval- en energiecentrale en zijn biomassacentrale. De theoretisch af te vangen volumes bedragen respectievelijk ca. 1 Mton en 100 kton CO₂ op

jaarbasis. Deze CO₂ wil AEB onder andere leveren aan de glastuinbouw (precieze hoeveelheid onbekend). AEB bereidt hiervoor een SDE++ subsidieaanvraag voor, waarvan de beschikking in mei 2022 volgt.

Gasunie

Gasunie richt zich landelijk op het ontwikkelen en uitvoeren van veilige CO₂-transportsystemen, op dit moment met name voor CCS. Het bedrijf werkt samen met EBN, Shell en Total aan het project Aramis, een CCS-project dat beoogt om CO₂ op te slaan in lege gasvelden onder de Noordzee. Het project is met name gericht op de Rotterdamse haven, maar ook Amsterdamse CO₂ wordt meegenomen in de strategie. Gasunie was ook onderdeel van Athos, en werkt mee in Porthos (i.s.m. Shell, ExxonMobil, Air Liquide en Air Products); beide grote industriële projecten om afgevangen CO₂ op te slaan in lege gasvelden onder de Noordzee. Hoeveelheden CO₂ via Porthos worden geschat op 2.000-8.000 kton/j, vanaf 2024.

Gidara Energy

Gidara Energy wil niet-recyclebaar afval omzetten in hernieuwbare brandstoffen, zoals methanol. De eerste geavanceerde methanolfaciliteit is volledig operationeel in 2024. CO₂ die hierbij vrijkomt, wordt afgevangen en geleverd aan de tuinbouw. Het gaat om zo'n 100 Kton CO₂, waarbij een subsidie is aangevraagd voor de levering ervan (i.s.m. OCAP, PARO en BP). De volgende faciliteit, identiek aan de Amsterdamse, zal worden gevestigd in Rotterdam en in werking treden in 2025.

HVC

HVC is een afvalverwerker en energieleverancier in de regio Alkmaar. In de regio NZKG is het bedrijf vooral actief met warmtenetten. HVC heeft zowel een afvalenergiecentrale als een bio-energiecentrale. De laatste wordt gevoed met niet-recyclebaar afvalhout en gedroogd slib. De CO₂ uit

deze installatie wordt bij wijze van een pilot momenteel geleverd aan glastuinbouwbedrijven in Heerhugowaard. Daarnaast zijn er plannen om CO₂ te leveren aan de glastuinbouw in regio Alkmaar. Precieze hoeveelheden CO₂ zijn niet bekend. De warmte van de bio-energiecentrale wordt geleverd aan huizen en bedrijven; warmte van de afvalenergiecentrale geldt als een backup bij onderhoud van de bio-energiecentrale. Tot slot maakt HVC groen gas uit gft in zijn [vergistingsinstallatie](#) in Middenmeer.

OCAP

[OCAP](#) is de transporteur en leverancier van CO₂ aan met name de Zuid-Hollandse tuinbouw, via zijn eigen pijpleiding. OCAP verhandelt jaarlijks ongeveer 600 Kton CO₂. Levering voor andere CCU-toepassingen past in de strategie van OCAP maar blijkt vaak nog lastig, gezien de kleinere afnamevolumes en de hoge kwaliteit CO₂ die daarbij nodig is.

OCAP ontwikkelt een CO₂-leiding vanuit Zuid-Holland, via AEB naar het industriecomplex in de Amsterdamse haven, in overleg met Port of Amsterdam. Datum van ingebruikname hiervan is nog niet bekend.

OG CleanFuels

[OG CleanFuels](#) is een internationale organisatie, met een CO₂-tankstation in Amsterdam. Hier kunnen koelvrachtwagens CO₂ tanken om hun producten te koelen, in plaats van hun koelmotoren te stoken met diesel. Dit reduceert CO₂-emissies met 90% en is beter voor de luchtkwaliteit en geluidsoverlast. In de toekomst zal OG CO₂ winnen uit haar eigen biogasinstallaties. Het bedrijf produceert namelijk ook BioCNG uit afval en rioolwaterzuivering vanuit 3 installaties in Nederland. Precieze hoeveelheden CO₂ en jaar van ingebruikname zijn niet bekend.

Tata Steel

[Tata Steel](#) is verantwoordelijk voor de meeste CO₂ uitstoot in de regio (6 Mton). In september 2021 heeft

Tata Steel [bekend gemaakt](#) versneld over te stappen op de Direct Reduced Iron methode om daarmee hun emissiedoelstellingen te kunnen behalen. Bij deze methode wordt in plaats van fossiele brandstof, waterstof als energiedrager gebruikt om tot de benodigde hoge temperaturen voor het productieproces te komen. Hierdoor kwam een einde aan het CCUS project Athos. In de huidige strategie wordt er onderzocht of CCUS (deels) nodig zal blijven zijn om te kunnen voldoen aan de klimaatdoelstellingen. Tata Steel wil rond 2028-2030 overstappen op de nieuwe manier van staalproductie. Wanneer er op dat moment nog niet voldoende groene waterstof beschikbaar is, zal gebruik gemaakt worden van aardgas voor grijze waterstofproductie.

Titan

Het bedrijf [Titan](#) produceert o.a. BioLNG vanuit een vergister, en is daarmee producent van EU-RED II compliant BioLNG. Het bedrijf heeft zijn hoofdkantoor en een distributie-faciliteit in de Amsterdamse haven; de BioLNG productie zelf vindt plaats bij Attero in Wilp. Daarbij zal, naast 2.400 ton BioLNG, ook 5.000 ton vloeibare CO₂ worden geproduceerd. Titan levert veelal per vrachtwagen. Met een LNG bunker ponton, genaamd [FlexFueller](#), kan Titan leveringen uitvoeren in de ARA (Amsterdam-Rotterdam-Antwerpen) regio. Het bedrijf heeft zichzelf recent hernoemd [van TitanLNG naar Titan](#), omdat het bedrijf ook liquified biomethane (LBM) en waterstof-gerelateerde groene brandstoffen wil leveren. Precieze tijdslijnen zijn niet bekend.

Vattenfall

Vattenfall wil het Hemwegterrein van de voormalige Hemwegcentrale een nieuwe invulling geven. Het terrein wordt in de toekomst een fossielvrije 'hub' voor elektriciteit en warmte. Voor de productie, doorvoer én tijdelijke opslag van energie. Daarnaast wordt het een centrum voor de productie van

alternatieve brandstoffen als groene waterstof en synthetische kerosine. Hier zijn grote hoeveelheden CO₂ voor nodig.

Waterschap Amstel, Gooi en Vecht

[Waterschap AGV](#) heeft een [groengasinstallatie](#) gebouwd naast de rioolzuivering, waarbij ook grote hoeveelheden CO₂ vrijkomen. Er wordt zo'n 10 miljoen m³ groen gas geproduceerd per jaar, en daarmee is het waterschap de grootste in zijn soort. Andere waterschappen in de regio (Rijnland, HHNK) zijn ook aan het opschalen (zie voor meer info de [Energie- en grondstoffenfabriek](#)); hun installaties produceren zo'n 1,5 à 2 miljoen m³ per jaar. Het is de bedoeling dat de CO₂ die vrijkomt bij groengasproductie aan de tuinbouw geleverd gaat worden (precieze volumes nog niet bekend). Omdat het hier om kortcyclische CO₂ gaat, wordt dit nog niet gewaardeerd in subsidiekaders en dat vormt nog een belemmering voor de business case. [STOWA](#) heeft verder onderzoek gedaan naar CO₂ afvang bij rioolzuiveringsinstallaties. Daarbij bleek dat vooral aanwezigheid van lokale afnemers van belang is in verband met de transportkosten van de CO₂. Ook is soms aanvullende zuivering van de CO₂ vereist om de juiste kwaliteit te bereiken.

2.2. Vraag naar CO₂

In de categorie technologie bevinden zich 3 bedrijven die zich focussen op o.a. Direct Air Capture, infrastructuur en conversie technieken.

Argent Energy

Biodiesel producent [Argent Energy](#) produceert duurzame tweede generatie biodiesel gemaakt van afvalvetten en -oliën, met een jaarlijkse productie van ongeveer 240.000 ton. Het bedrijf heeft plannen voor het produceren van synthetische kerosine, en is daarmee potentieel afnemer van CO₂. Tijdslijn of hoeveelheden CO₂ zijn nog onbekend.

Glastuinbouw

De glastuinbouw in de omgeving van het NZKG werkt in verschillende trajecten aan het afbouwen van fossiele CO₂ uit aardgas en het hergebruiken van CO₂ uit de industrie of uit afvalenergiecentrales. Greenport Aalsmeer ligt in het NZKG, en de [Agriport A7](#), waar al [sinds 2016](#) CO₂ wordt afgenomen van OCAP, ligt in Noord-Holland Noord (opgenomen in de CES strategie NZKG). Op [dinsdag 10 juni 2018](#) is de Green Deal '[CO₂ voorziening glastuinbouw in Noord-Holland](#)' getekend door 15 partijen. De vraag vanuit de glastuinbouw (1,2 Mton in Nederland momenteel, kan groeien naar 2,5 Mton, en tot 1,5 Mton in het NZKG, zie onderstaande afbeelding) is groter dan het potentiële aanbod van CO₂, zeker als het gaat om biogene CO₂.

SCW Systems - CO₂ Cleanup

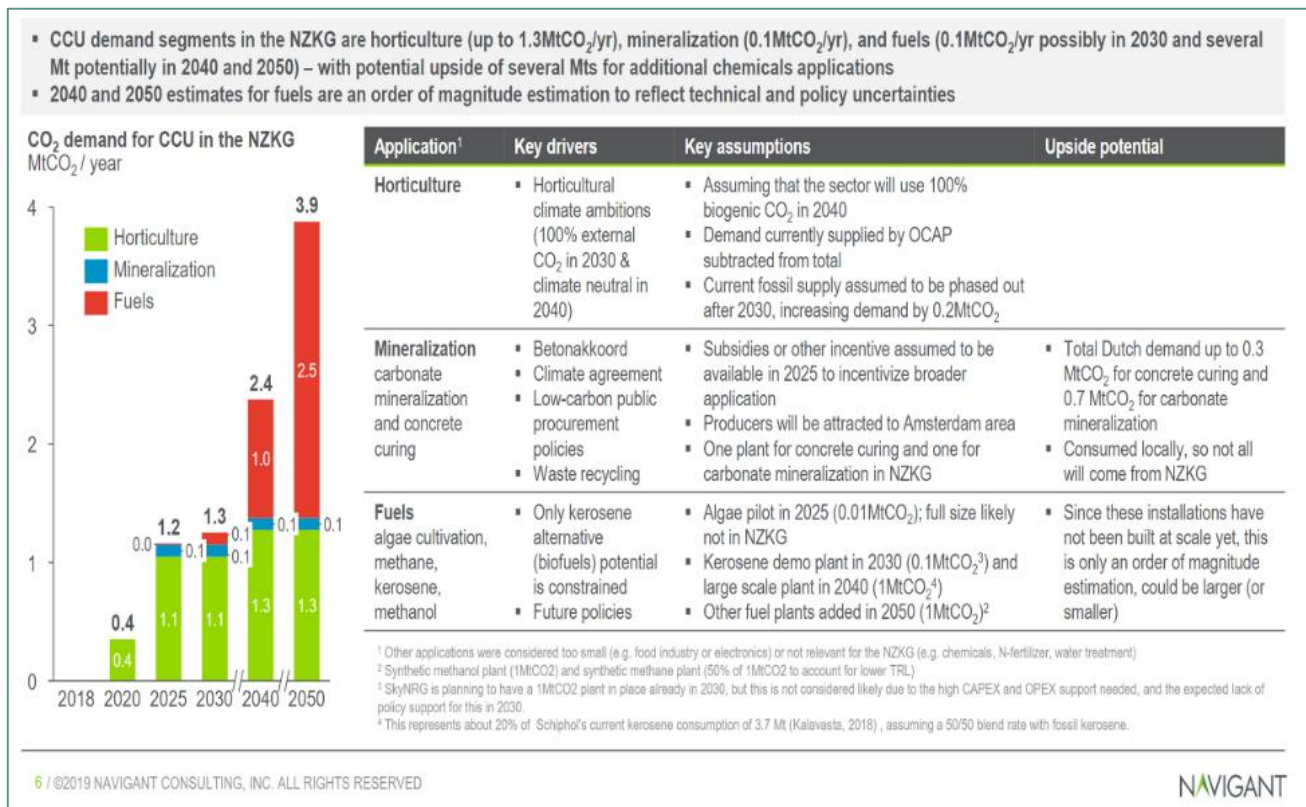
[CO₂ Cleanup](#), een onderdeel van SCW Systems in Alkmaar, gebruikt biogene CO₂ en CO₂ uit DAC in zijn processen. Hierin wordt CO₂, samen met mineralen als magnesium en calcium, omgezet in carbonaten. CO₂ Cleanup beschikt op dit moment over een pilot installatie, en er wordt gewerkt aan een demo faciliteit. Daarin zou 10.000 ton CO₂ vastgelegd kunnen worden. Datum van ingebruikname is nog onbekend.

Synkero

[Synkero](#) is producent van synthetische kerosine uit CO₂ en waterstof. De verwachting is dat het bedrijf zo'n 50.000 ton kerosine produceert per 2027, en daarmee afnemer is van zo'n 200.000 ton CO₂ op jaarbasis. Synkero wil de CO₂ via afvang (voorkeur voor biogeen) of direct air capture verkrijgen.

NB de opsomming van de vragende partijen is waarschijnlijk niet volledig, omdat niet alle bedrijven deze (concurrentiegevoelige) informatie prijs geven. In een eerder onderzoek van Navigant (2019) is onderzocht wat de marktvaart naar CCU in het NZKG is. Hieruit blijkt dat de glastuinbouw tot wel 1,3

Mton CO₂ nodig heeft in de toekomst (zonder de huidige levering van OCAP mee te nemen). Mineralisatie en brandstoffen hebben tot 2030 zo'n 100 kton CO₂ per jaar nodig. De vraag naar CO₂ voor brandstoffen zal stijgen naar enkele megatonnen CO₂ per 2040 / 2050. Ook chemische toepassingen worden genoemd, maar niet concreet gemaakt. Per 2050 zal de vraag naar CO₂ dan 3,9 Mton bedragen.



Tabel: marktvraag naar CCU in het NZKG

2.3. Technologie

Tenslotte zijn er ten minste drie bedrijven en een sector, de glastuinbouw, die een (toekomstige) vraag hebben naar CO₂ van >2.500 kton CO₂.

Avantium

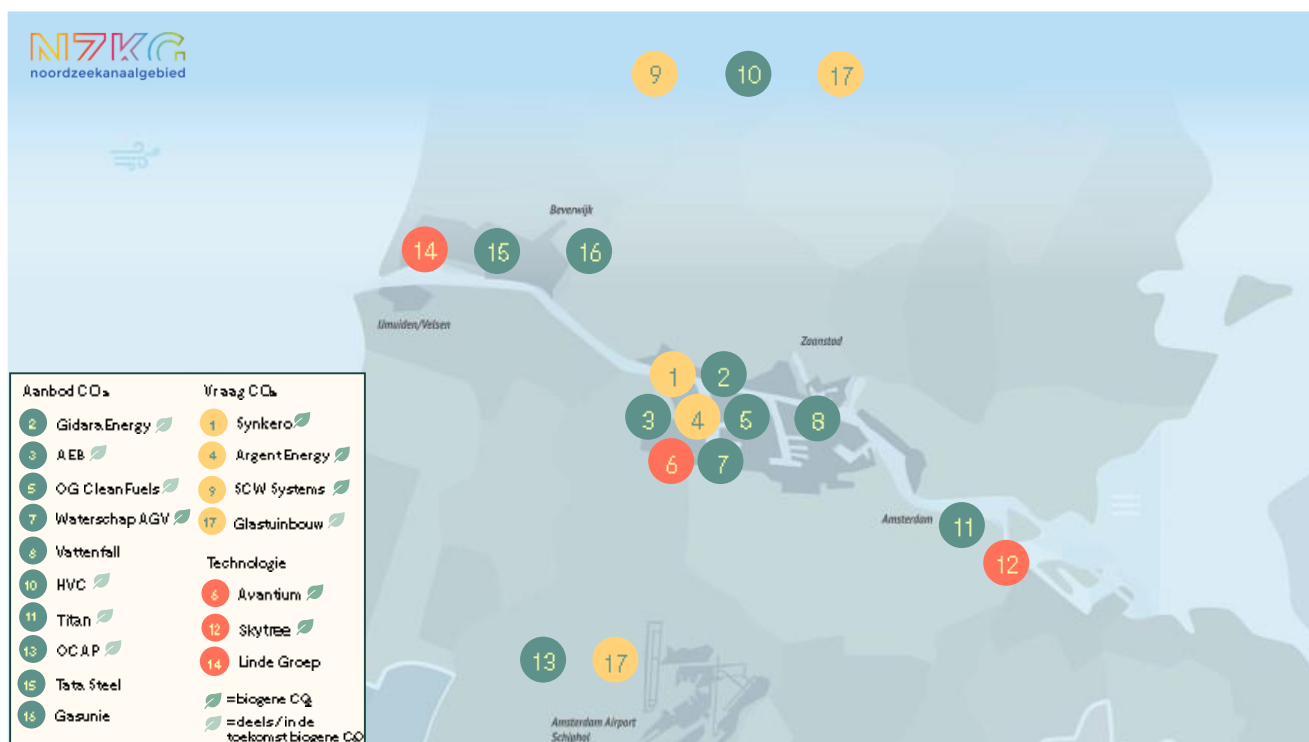
Avantium ontwikkelt technologieën om CO₂ om te zetten in chemicaliën zoals mierenzuur. Na een succesvolle pilot met RWE in Duitsland wordt nu een samenwerking opgestart met Waternet, om CO₂ te gebruiken uit diens groengasinstallatie. Het gaat hierbij (nog) niet om grote volumes CO₂.

Linde Groep

Linde Engineering is het moederbedrijf van leverancier OCAP. Het bedrijf werkt samen met RWE en BASF aan verschillende zogeheten Post-combustion Capture technologieën op het gebied van CO₂ afvang en opslag. Een aantal daarvan zijn al in gebruik. Deze technologieën kunnen andere partijen in de keten verder helpen bij het opschalen van hun CCUS ambities.

Skytree

Skytree werkt aan het afvangen van CO₂ door DAC met gedecentraliseerde technologie voor onsite gebruik. De schaalbare unit kan tot 200 kg CO₂ per dag afvangen, en kan worden ingezet in de glastuinbouw, airconditioning in auto's en water treatment voor zwembaden, algenboerderijen en schepen. Skytree is gesitueerd op het Science Park in Amsterdam.



Figuur: totaaloverzicht CCU-bedrijven NZKG

2.4. Conclusie

Voor deze QuickScan zijn alle relevante partijen uit de CCU keten in het NZKG en omgeving in kaart gebracht. Deze zijn ingedeeld in de categorieën: aanbod (van CO₂), technologie en vraag (naar CO₂). In de categorie aanbod bevinden zich 10 bedrijven die samen goed zijn voor >1.510 kton CO₂. In de categorie technologie bevinden zich 3 bedrijven die zich focussen op o.a. Direct Air Capture, infrastructuur en andere technieken. Tenslotte zijn er 3 bedrijven en een sector (Glastuinbouw) die vraag hebben naar CO₂ die samen goed zijn voor >2.505 kton CO₂. In de tabel hieronder is een overzicht te vinden van de bedrijven en de CO₂ volumes.

Bedrijf	Vraag CO ₂	Aanbod CO ₂
AEB Amsterdam		1.100 kton
Gasunie		nbn
Gidara Energy		100 kton
HVC		nbn
OCAP		Nu 600 kton in NL, op termijn >1,3 Mton NZKG
OG CleanFuels		nbn
Tata Steel		6.000 Mton (CCS)
Titan		5 kton
Vattenfall		nbn
Waterschap AGV		nbn
Argent Energy	nbn	
Glastuinbouw NZKG	1.200 kton in NL, op termijn >1,3 Mton NZKG	
CO2 Cleanup	10 kton	
Synkero	200 kton	
Totaal NZKG	1.510 - ... kton	2.505 - ... kton

Tabel: vraag en aanbod CO₂ in het NZKG

3. Klimaatperspectief, technische en economische fit

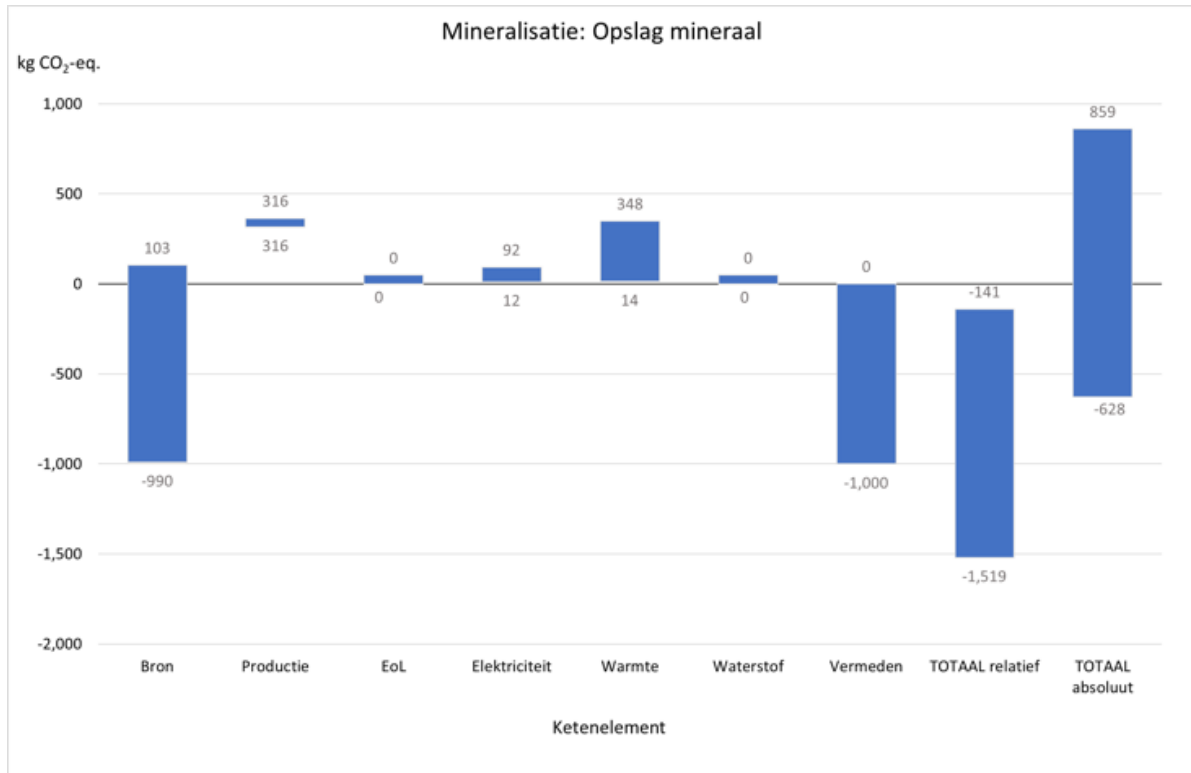
In dit hoofdstuk worden de CCU-stromen mineralisatie, chemie, brandstoffen en voeding toegelicht en uitgelegd welke CO₂-emissiereductie zij op zouden kunnen leveren in het Noordzeekanaalgebied. Daarbij wordt gekeken naar de huidige projecten die al lopen, en is een inschatting van reductiepotentie in de toekomst gegeven of wanneer er groene energie, waterstof en infrastructuur voorhanden is. Daarnaast is beschreven in hoeverre er een economische fit is met de regio. Hierbij wordt de strategie, ambitie en concurrentiepositie van het NZKG meegenomen,

In 2022 heeft Provincie Zuid-Holland een onderzoek uit laten voeren door &flux en TNO, waarin een LCA-analyse is gedaan naar 11 verschillende CCU-productketens. De resultaten van dit onderzoek zijn de basis van de indicatie van de CO₂-emissiereductie in het Noordzeekanaalgebied.

3.1. Mineralisatie

De eerste CCU-toepassing is mineralisatie. Mineralisatie houdt in het kort in dat CO₂ reageert met een materiaal waardoor de CO₂ in het materiaal wordt opgenomen en permanent wordt vastgelegd. De meest gebruikte toepassingen hiervan zijn CCU met bodemassen uit afvalverbrandingsinstallaties (AVI's), of CCU door opslag in mineralen uit gesteentes.

In het Noordzeekanaalgebied zijn op dit moment nauwelijks partijen aanwezig die CO₂ omzetten naar een product door middel van mineralisatie. Wel is er het in Alkmaar gevestigde CO₂ Cleanup, dat CO₂ met mineralen als magnesium en calcium omzet naar drie groene poeders: carbonaten, silica's en metalen. Het doel van deze startup: 1 megaton negatieve emissies in 2030 in Nederland. Voor het proces van mineralisatie gebruikt het bedrijf reststromen van bijvoorbeeld metaalproductie, maar ook mineralen uit gesteentes zoals olivijn.



Leeswijzer bij de grafiek

In de grafiek op de vorige pagina is te zien welke stappen in de productieketen voor de meeste emissiereductie kunnen zorgen. De verticale as toont de hoeveelheid CO₂-uitstoot per 1.000 kg geproduceerd product. Voor elk onderdeel in de productieketen (horizontale as) geldt een bandbreedte, waarbij de hoogst mogelijke uitstoot plaatsvindt in een volledig fossiel scenario (zonder hernieuwbare energie) en de laagst mogelijke uitstoot juist het meest groene scenario is. Deze uitstoot telt op tot een gezamenlijk eindtotaal, waarbij TOTAAL relatief ook de kolom Vermeden uitstoot meetelt. Dit is de uitstoot vanuit traditionele productieprocessen die vermeden wordt, omdat nu een CCU-product wordt geproduceerd. De kolom TOTAAL absoluut geeft weer of er, in het volledig groene toekomstscenario, een negatieve emissie kan plaatsvinden, waarbij een product meer CO₂ opslaat dan dat het in totaal uitstoot.

Duiding van de grafiek

Voor mineralisatie geldt dat met name de **bron** van CO₂ belangrijk is om een negatieve emissie te kunnen bereiken. De weergegeven bandbreedte van +110 tot -990 kg CO₂-eq hangt af van het type bron die ingezet wordt: grijze CO₂ (uitstoot van 103 kg CO₂ per 1000 kg product) of groene CO₂ uit biogene bronnen of Direct Air Capture (tot wel -990 kg CO₂ per 1.000 kg product). **Productie** van de materialen, **elektriciteitsgebruik** en gebruik van **warmte** in het proces (grijs vs groen) zorgen voor aanvullende emissies. De **end-of-life** emissie is hier 0, omdat de CO₂ permanent wordt vastgelegd. **Waterstof** wordt niet gebruikt in het proces en is dus ook 0. In totaal is het voor mineralisatie mogelijk om tot negatieve emissies te komen (TOTAAL absoluut), zeker als je de vermeden traditionele grondstoffenproductie meerekent (TOTAAL relatief).

Economie en technologie

Zoals beschreven zijn er momenteel niet veel bedrijven in de omgeving die bezig zijn met mineralisatie. De enige partij die dit doet is CO₂ Cleanup. In het westelijk havengebied bij Westpoort zitten meerdere bouwbedrijven bij elkaar in de buurt waaronder ook cementproducenten. AEB produceert bodemassen als gevolg van de verbranding van afval en biomassa. Deze bodemassen kunnen na bewerking met CO₂ als bestanddeel gebruikt worden in cement, beton of granulaat. Daarmee voorkom je CO₂ uitstoot bij de productie van cement en leg je CO₂ vast die in het proces gebruikt wordt. Gezien de aanwezigheid van bouwbedrijven zou dit in potentie een goede economische fit zijn. Echter blijkt dit nog niet tot activiteiten te leiden. De technische fit is lager: daadwerkelijke techniek en kennis om deze processen uit te voeren en te faciliteren is in de regio nog niet aanwezig. Vanuit klimaatperspectief bezien sluit deze toepassing wel goed aan op het lang cyclisch vastleggen van CO₂ ten opzichte van de andere toepassingen die hieronder beschreven worden. Het is dus aan te bevelen om deze optie verder te onderzoeken en te stimuleren.

3.2. Chemie

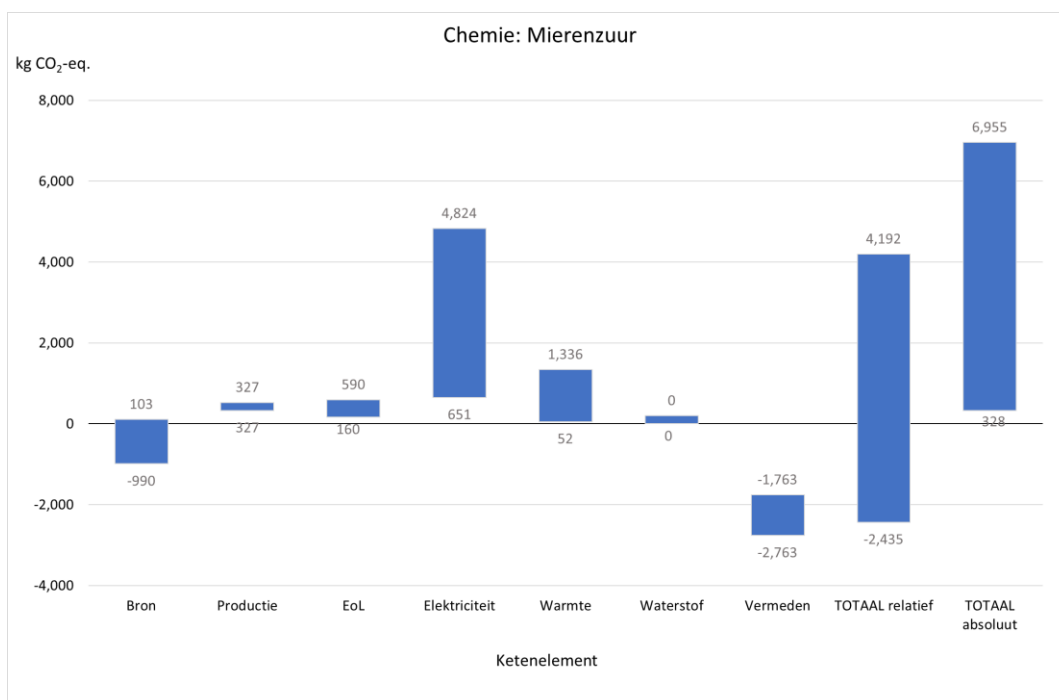
In de chemie kan CCU toegepast worden om chemische grondstoffen te maken. De belangrijkste zijn: koolstofmonoxide, methanol, mierenzuur en kunststoffen. Al deze grondstoffen worden ingezet om weer andere producten te maken. Op het gebied van CCU in de chemie zijn momenteel Avantium, met een pilot voor mierenzuurproductie, en Linde Groep met PCC afvanginstallaties actief in het NZKG. Avantium is momenteel nog niet aan het opschalen, en zet dus nog geen grote volumes CO₂ om.

Negatieve emissies bij de productie van mierenzuur is praktisch onmogelijk: zie de balk totaal absoluut in de grafiek. Deze komt altijd op een positieve CO₂ emissie uit (328 in het groenste scenario tot 6.955 kg CO₂ per 1.000 kg product in het meest grijze scenario). Wel is het mogelijk om emissies te reduceren, ten opzichte van huidige processen. Hierbij moet de **bron**, **end-of-life (EoL)** van het product (kortcyclisch via bijv. verbranding, of juist opslag in een langcyclisch product), **elektriciteit** en **warmte** volledig groen zijn, om zo weinig mogelijk resterende uitstoot te kunnen realiseren.

In het grijze scenario waar onze economie momenteel nog in zit (bovenste bandbreedte van de balk TOTAAL absoluut), stoot de productie van mierenzuur uit CCU juist méér CO₂ uit dan via de traditionele wijze.

Economie en technologie

In het havengebied wordt een biobased chemie cluster ontwikkeld waar bedrijven die met deze technieken bezig zijn, zich kunnen vestigen. Er is in Amsterdam vanuit de universiteiten en bedrijven al een sterke focus op chemie en daarbij wordt nadrukkelijk gekeken naar biobased oplossingen. De focus van deze partijen ligt op toepassing in de duurzaamheid- en de gezondheidssector. Daarnaast bestaat er ook al het Amsterdam Chemistry Network dat een deel van deze bedrijven vertegenwoordigt. Het van oorsprong Amsterdamse bedrijf Avantium bevindt zich in deze sector en heeft haar kantoor in Amsterdam. De economisch fit is er dus duidelijk. Qua technische fit is het afhankelijk van de realisatie van CO₂ infrastructuur in de Amsterdamse haven om CCU-bedrijven te laten settelen. De kennis en kunde is in Amsterdam grotendeels aanwezig.



3.3. Brandstoffen

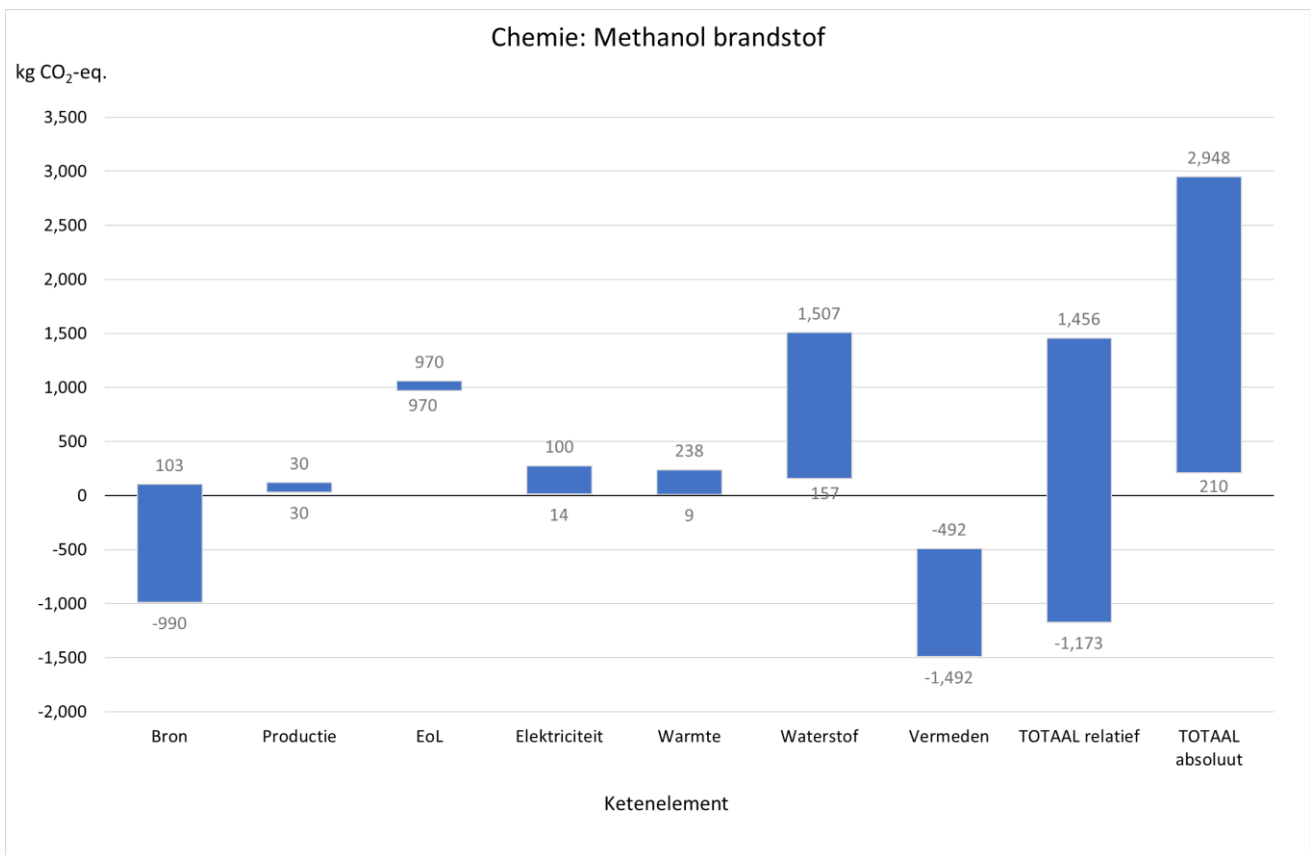
Er zijn momenteel vijf partijen in het NZKG die zich bezighouden met CCU-brandstoffen: Titan, Gidara, Synkero, Argent Energy en Vattenfall. Het gaat hierbij om methanol (Gidara), BioLNG (Titan), en synthetische kerosine (Synkero, Argent Energy, Vattenfall). Qua volumes brandstoffen en CO₂ is nog veel onduidelijk. Gidara gaat 100 kton CO₂ per jaar leveren aan de glastuinbouw, en Synkero verwacht zo'n 50.000 ton CO₂ nodig te hebben voor zijn kerosine productie. Vanuit het LCA-onderzoek van &flux en TNO (2022) zijn kerosine en methanol geanalyseerd op mogelijke emissiereductie.

Vanuit het perspectief van klimaatimpact is duidelijk dat de footprint van kerosine met name bepaald wordt door de warmtebron.

Het heeft geen zin kerosine te produceren met niet-groene warmte, CO₂ en elektriciteit. Zelfs in het groenste scenario blijft de productie van kerosine een flinke CO₂ footprint houden.

Voor de productie van CCU-methanol geldt dat de footprint het meest bepaald wordt door de CO₂ (bron) en waterstof input. In het geval de methanol ingezet wordt in een chemisch proces in plaats van als brandstof, daalt de EoL uitstoot (CO₂ wordt immers langer vastgehouden in plaats van verbrand) en zijn negatieve emissies wel mogelijk.

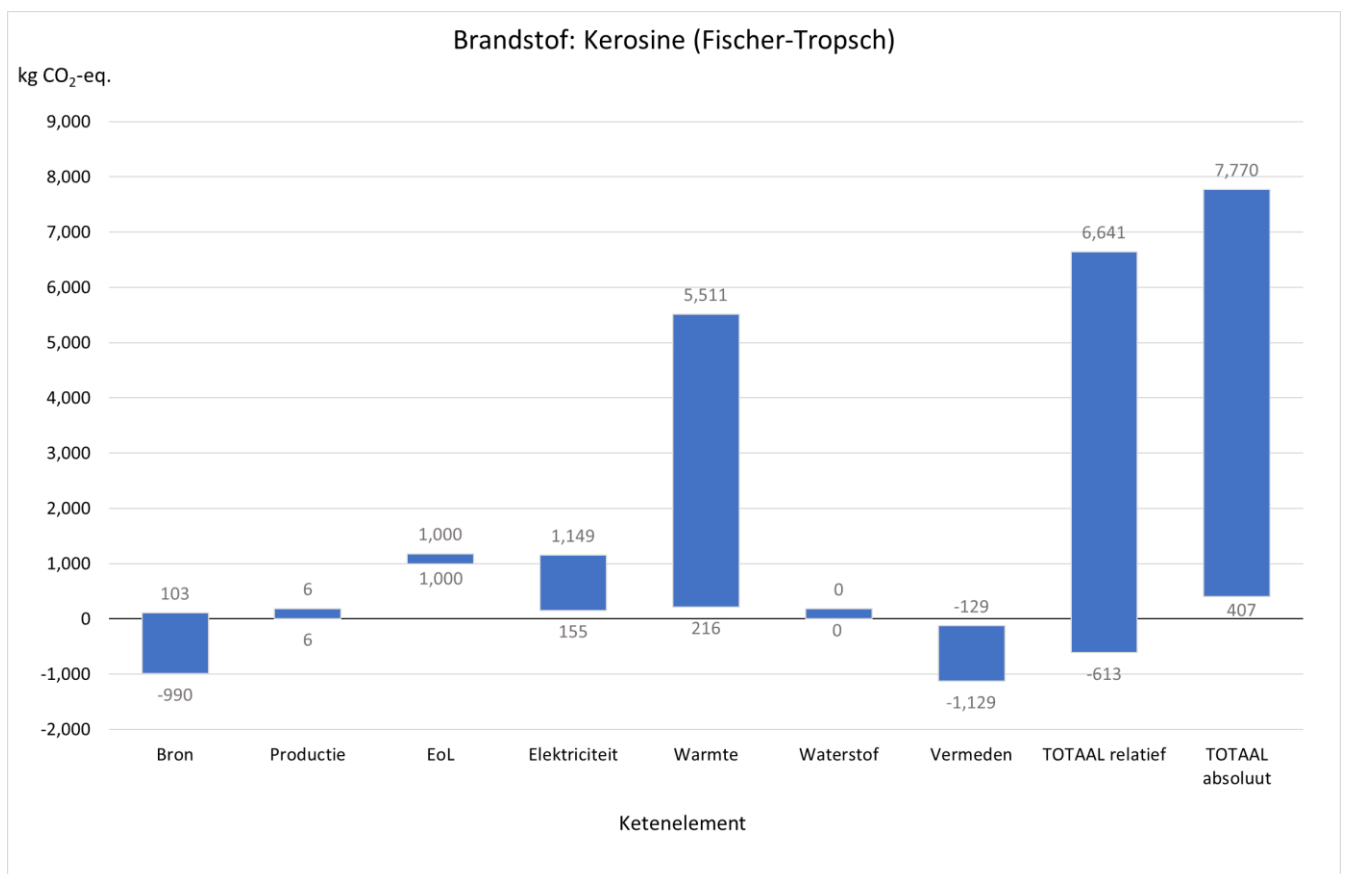
Wanneer de koolstof en energiebron volledig groen zijn, kan een substantiële emissiereductie plaats vinden ten opzichte van de huidige grijze productie van methanol als brandstof (tot wel -1.173 kg CO₂ per 1.000 kg product). Op lange termijn is inzet van methanol als brandstof alleen gewenst als het alternatief nog slechter scoort.



Economie en technologie

De CCU-toepassing brandstoffen is voor het NZKG een logische route. Momenteel is de Amsterdamse haven de grootste brandstoffenhaven in Europa. De ligging bij Schiphol is daarnaast van groot belang voor de regio. Zoals hierboven beschreven zijn er ook al veel spelers aanwezig die methanol of synthetische brandstoffen kunnen produceren. Gegeven de [ReFuelEU](#) mandaten in de luchtvaartsector is dit ook logisch. Deze mandaten schrijven voor dat er de komende jaren steeds meer biobrandstoffen of synthetische brandstoffen bijgemengd moeten worden. Door deze mandaten is er een verzekerde afname, waardoor het voor partijen makkelijker wordt om een investeringsbeslissing te nemen.

De economische fit is dus duidelijk aanwezig. Ook de technische fit is aanwezig. Er zijn partijen in het NZKG die de kennis hebben om de brandstoffen te produceren. Er zijn partijen aanwezig die de brandstoffen kunnen afnemen met een pijpleiding van de haven naar Schiphol. Tenslotte is er ook een sterke wereldwijde speler, SkyNRG, op het gebied van Sustainable Aviation Fuels gevestigd in Amsterdam. Dat maakt deze CCU-toepassing de meest vooraanstaande en logische is voor het NZKG.

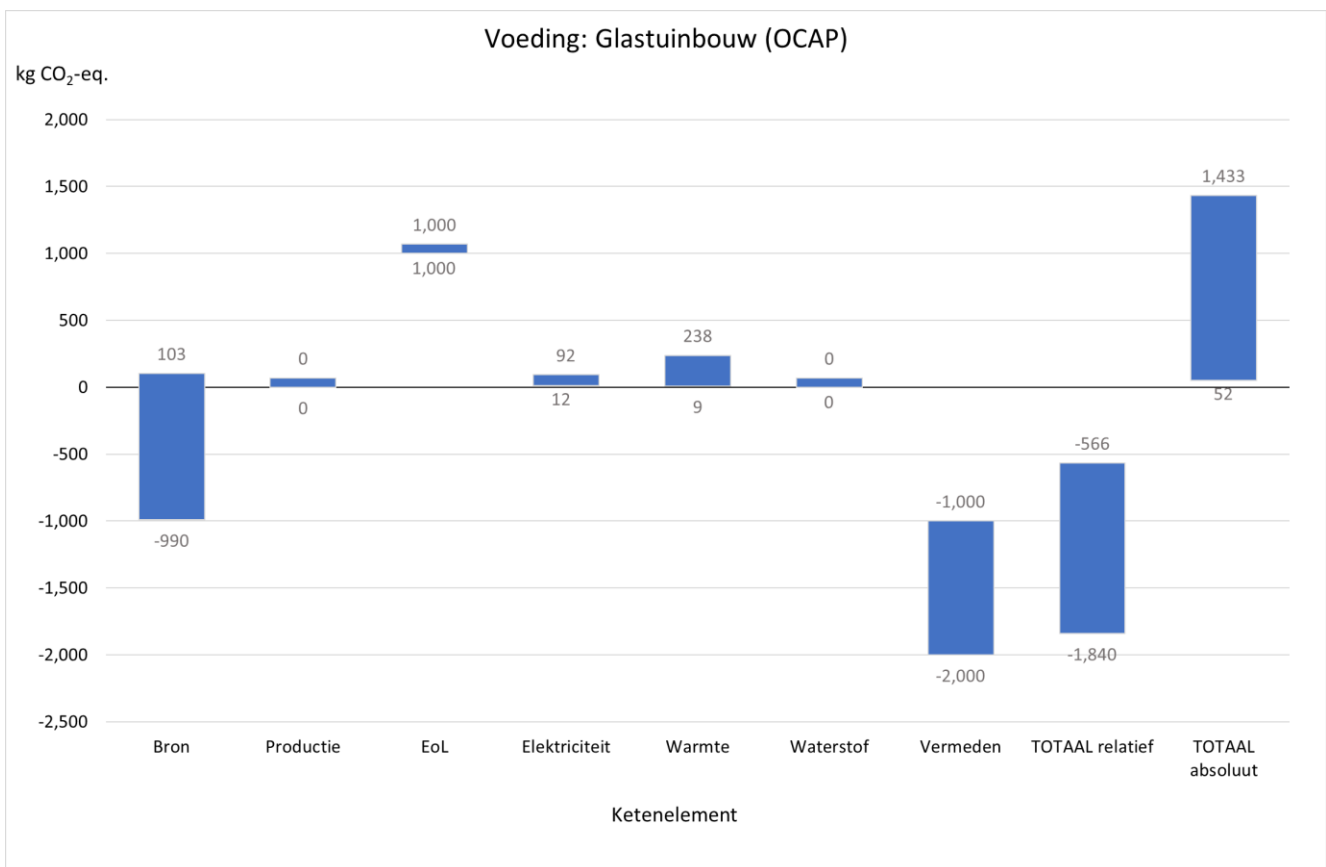


3.4. Voeding

CCU kan in voeding op twee manieren toegepast worden. Enerzijds kan met een combinatie van CO₂ en waterstof eiwitten geproduceerd worden. Een voorbeeld van een partij die dat doet is [Deep Branch](#), gevestigd op Chemelot. Een ander voorbeeld van CCU in voeding is in de glastuinbouw. Door CO₂ in de kassen te brengen, groeien de planten sneller. Momenteel wordt de CO₂ nog vaak gehaald uit het verbranden van aardgas in [WKK's](#) (wat overigens ook elektriciteit en warmte oplevert). In het NZKG zijn verschillende glastuinbouwclusters gevestigd. Deze zoeken met verschillende CO₂-leveranciers (met name via OCAP) naar het hergebruiken van CO₂ en daarmee het verduurzamen van hun bedrijfsvoering. Greenport Aalsmeer ligt in het NZKG, en de [Agriport A7](#), waar al [sinds 2016](#) CO₂ wordt afgenomen van OCAP, ligt in Noord-Holland Noord (opgenomen in de CES strategie NZKG).

De vraag vanuit de glastuinbouw is op termijn groter dan het potentiële aanbod van CO₂, zeker als het gaat om biogene CO₂.

Vanuit het perspectief van klimaatimpact bepaalt de oorsprong van de CO₂ de footprint van het product. Belangrijk om te beseffen is dat voor de korte termijn de tuinder vooral gebaat is bij het vermijden van aardgasverbruik doordat hij andere CO₂ krijgt; de oorsprong is voor de tuinder op dit moment minder van belang. Een negatieve footprint bij toepassing in de tuinbouw kan niet worden bereikt, omdat de CO₂ in voedsel niet langdurig wordt opgeslagen, maar relatief kort na de productie weer wordt uitgestoten. De end-of-life van deze CO₂ is dus altijd 1.000 kg CO₂ per 1.000 kg product.



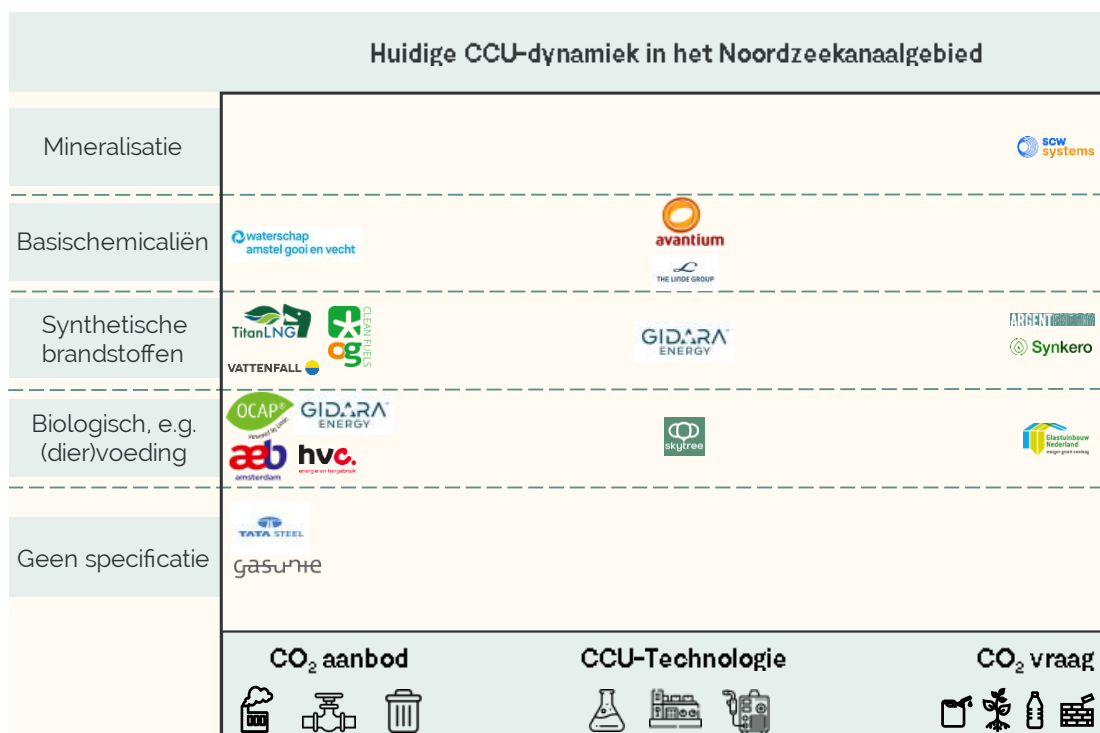
Economie en technologie

Gezien de clusters in de nabije omgeving en de OCAP-leiding die hiervoor gebruikt wordt, is er zeker een economische fit en technische fit op het gebied van de glastuinbouw. Sterker nog, deze CCU-toepassing is al in bedrijf en er lopen trajecten zoals met GIDARA Energy om dit uit te breiden. Het is wel zo dat de CO₂ vraag van de glastuinbouwgebieden zal toenemen, naarmate er verduurzaamd wordt. Op het moment wordt er in Nederland zo'n 0,5 Mton CO₂ afgenomen via OCAP; naar verwachting kan dit stijgen naar 2,5 Mton. Naast hergebruik van CO₂ in de glastuinbouw is het mogelijk om CO₂ om te zetten in eiwitten. In het NZKG is momenteel geen bedrijf te vinden dat hieraan werkt; de economische en technische fit voor CCU in eiwit productie is dus niet aanwezig.

3.5. Conclusie

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 is er in het NZKG nog niet veel economische activiteit op mineralisatie, op één bedrijf na. De economische fit is er dus wel, maar kansen kunnen nog verzilverd worden.

De toepassing in chemie is al verder gevorderd, met meerdere bedrijven die aan CCU-toepassingen werken. In het havengebied wordt hier ook economisch gezien op ingespeeld door de creatie van een biobased chemie cluster op het Hemwegterrein. CCU in de chemie zal in sommige gevallen leiden tot negatieve emissies (methanol, CO), en kan ook zorgen voor significante emissiereductie in andere gevallen (mierenzuur, kunststoffen).



Figuur: Huidige CCU-dynamiek in het NZKG

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. Er zijn daarom ook meerdere projecten in het NZKG die concreet werken aan de productie van brandstoffen via CCU-routes. CCU-brandstoffen leiden in geen enkele toepassing tot negatieve emissies vanwege de het feit dat brandstoffen relatief snel weer verbrand worden, maar wel kunnen ze leiden tot emissiereductie ten opzichte van huidige technologieën.

De toepassing van CCU in de glastuinbouw is de meest volwassen toepassing, waarvan ook de infrastructuur (van OCAP) al (deels) gerealiseerd is. Er zijn ook plannen om deze uit te breiden. De economische en technische fit is daarom aanwezig. De CO₂ in de glastuinbouw is kort cyclisch en leidt daardoor niet tot negatieve emissies, maar wel tot vermeden emissies door verminderd aardgasverbruik.

Een overzicht van CCU-partijen buiten het NZKG is te vinden in bijlage 1.

4. Beleidscontext

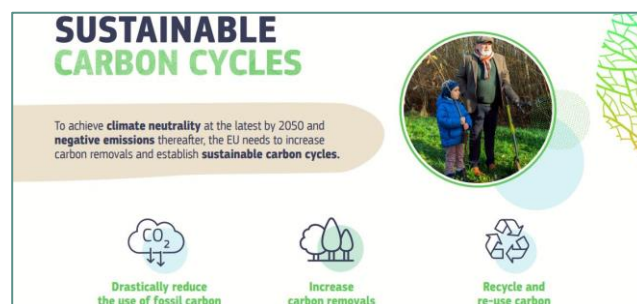
4.1. Europees beleid

De EU heeft als doelstelling om in 2050 CO₂-neutraal te zijn. CCUS is daarbij een onderdeel van de oplossing. Veel sectoren verduurzamen door elektrificatie of met waterstof maar de sectoren beschreven in het vorige hoofdstuk hebben een koolstofbron nodig. Naast dat CO₂ uitgestoten wordt bij het gebruik van fossiele energie, is het ook een grondstof voor de industrie waarmee medicijnen, chemicaliën, plastics en voedsel gemaakt worden.

Daarom zal CO₂ nog een belangrijke grondstof blijven in de landbouw en de industrie.

Sustainable Carbon Cycles

Dit erkent de EU ook in de communicatie 'Sustainable Carbon Cycles' van december 2021. Daarin worden drie actielijnen geschetst: allereerst het terugdringen van emissies, ten tweede het recyclen van koolstof uit afvalstromen en biomassa en ten derde het opschalen van oplossingen die CO₂ uit de atmosfeer halen.



Om deze acties uit te voeren, focust de communicatie zich op de korte termijn op het opschalen van 'Carbon Farming' als businessmodel. Dit is het vastleggen van CO₂ door het gebruik van natuurlijke ecosystemen zoals moerassen en het bevorderen van nieuwe industriële waardeketens voor het afvangen, transporteren, opslaan en recyclen van koolstof (zie hoofdstuk 3).

Voor deze QuickScan is de tweede actielijn van de communicatie het meest relevant. Dit gaat over het afvangen, opslaan en hergebruiken van CO₂ in de industrie. In de EU wordt momenteel 1 miljard ton CO₂ gebruikt, waarvan 45% biogeen, 54% fossiel en 1% van gerecyclede oorsprong. De EU stelt zichzelf ten doel om klimaatneutraal te worden in 2050, en wil tussen de 300Mt en 500Mt aan CO₂-afvang realiseren om die uitstoot te compenseren. De afgevangen CO₂ moet zoveel mogelijk van biogene oorsprong zijn en gebruikt worden voor het maken van synthetische brandstoffen, plastics, rubbers, chemie en andere (bouw)materialen. Het probleem

met het hergebruiken van CO₂ in producten is dat er nog geen consensus is over de beste wetenschappelijke methodologie om de opslag en tijdsduur van de opslag goed te meten.

Om de doelstelling van de EU in 2050 te halen, heeft zij de volgende 'Industrial Sustainable Carbon challenge' opgesteld:

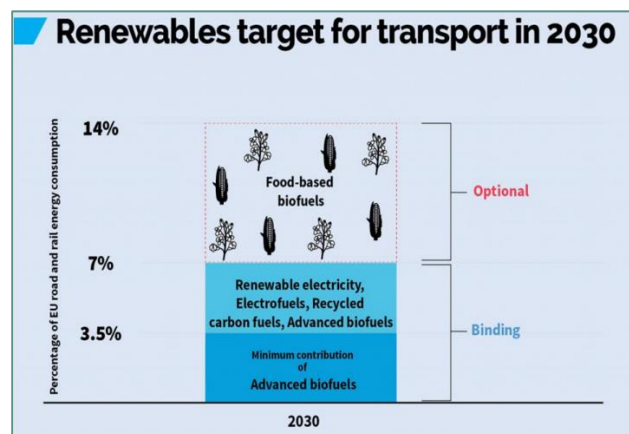
- Per 2028 moet elke ton CO₂ die afgevangen, getransporteerd, gebruikt en opgeslagen wordt door de industrie gerapporteerd en zijn oorsprong (biogeen, fossiel, atmosfeer) vastgelegd worden.
- Per 2030 moet op zijn minst 20% van de koolstof die gebruikt wordt in chemie of plastics producten, van biogene of atmosferische oorsprong zijn.
- Per 2030 moet er 5 Mton CO₂ per jaar verwijderd worden uit de atmosfeer en permanent vastgelegd middels CCUS.

Verder geeft de EU aan dat de verwachting is dat first movers op CCU-technieken het meeste voordeel zullen hebben van de veranderende regelgeving. Vermoedelijk is dit omdat deze partijen al ervaring met CCU hebben en daarom een voorsprong. Daarnaast ondervinden deze partijen momenteel nog hinder van de regelgeving, die niet gemaakt is voor CCU. Als de regelgeving hier meer geschikt voor gemaakt wordt, zal dit deze bedrijven ook helpen. Ook is de commissie bezig met een aanpassing in de 'EU ETS directive' om het dubbel tellen van CO₂-emissies te voorkomen bij bijvoorbeeld synthetische brandstoffen.

RED II

De [Renewable Energy Directive 2018/2001/EU](#) (ofwel RED II) specificeert nationale targets voor hernieuwbare energie per land. De RED II vereist bijvoorbeeld dat in 2030 minimaal 2,6% van de aan transport geleverde energie gedekt is door Renewable Fuels of Non-Biological Origin (RFNBOs),

waaronder CCU-brandstoffen vallen. De RED II vereist daarnaast dat in 2030 50% van het gebruik van waterstof in de industrie (m.u.v. transport) wordt gedekt door RFNBOs voor energetische en non-energetische doeleinden. Deze verplichtingen creëren een vraag naar RFNBOs in de industrie, mogelijk in de vorm van methanol, mierenzuur etc.



EU-ETS

De [EU-ETS](#) heeft vastgesteld dat CO₂ die chemisch en permanent in een product is gebonden – zoals bij CO₂-mineralisatie – is uitgesloten van de verplichting tot inlevering van emissierechten. De ETS kondigt daarnaast specifieke bepalingen aan om dubbeltellingen te voorkomen van emissies die vrijkomen door het gebruik van RFNBOs, en die zijn geproduceerd uit CO₂ die wordt uitgestoten in het kader van activiteiten die onder het ETS vallen.

Subsidieprogramma's

Het [Horizon Europe](#) programma biedt subsidies aan om CCUS te stimuleren, met een totaal budget van 95,5 miljard euro. Het heeft vanuit die hoedanigheid ook al meerdere oproepen gedaan voor projecten die geïmplementeerd worden binnen industriële hubs en clusters. Volgende oproepen binnen het Horizon Europe programma zullen gaan over het transport en opslaan van CO₂ (CCS), CCU, Direct Air Carbon Capture & Storage (DACCS) en Bio-Energy Carbon Capture & Storage (BECCS).

De EU is verder voornemens om ook met het [Innovation Fund](#) CCUS-projecten verder te ondersteunen. Afhankelijk van de koolstofprijs zal ongeveer € 20 miljard aan steun worden verleend voor de commerciële demonstratie van innovatieve koolstofarme technologieën.

CO₂-infrastructuur

De grootste drempel voor CCUS-oplossingen en toepassingen zal de infrastructuur zijn. De infrastructuur moet huidige en toekomstige CO₂ bronnen koppelen aan beschikbare CO₂-opslag en CCU-productielocaties, om daarmee ook de koolstofstromen te identificeren. Een open-access infrastructuur stimuleert daarbij competitie en helpt om de kosten omlaag te krijgen. De ontwikkeling van CCUS-hubs met deze infrastructuur is noodzakelijk, waarbij de infrastructuur ook grensoverschrijdend moet worden, omdat niet alle lidstaten toegang hebben tot goede opslaglocaties.

De Europese commissie laat een studie naar deze infrastructuur doen om in kaart te brengen wat er op regionaal en nationaal niveau nodig is tot 2030 en daarna. Dit kan een kans zijn voor Nederland en daarmee het NZKG, vanwege de aanwezigheid van goede opslaglocaties en kennis en expertise op het gebied van CO₂ transport.

Concluderend overzicht

In deze QuickScan is een aantal grote Europese beleidsinstrumenten behandeld die van invloed zijn op CCUS-projecten, namelijk:

- Sustainable Carbon Cycles
- RED II
- EU-ETS
- Horizon Europe
- Innovation Fund

Er zijn daarnaast nog verschillende andere instrumenten (in de maak), waaronder:

- [ReFuelEU Aviation](#)
- [Fuel EU Maritime](#)

- Herziening [Energy Taxation Directive](#)
- [Carbon Removal Credit Mechanism](#)
- [Carbon Border Adjustment Mechanism](#)
- [Energy Efficiency Directive](#)
- [Deployment of Alternative Fuels Infrastructure](#)
- [Effort Sharing Regulation](#)

4.2. Nationaal beleid

Op nationaal niveau is er in Nederland al wel een strategie op CCS, maar nog nauwelijks op CCU. Er zijn grote CCS-projecten die onderdeel zijn van het Klimaatakkoord, zoals Porthos. Porthos gaat in Rotterdam ongeveer 37 Mton CO₂ opslaan, wat neerkomt op 2,5 Mton CO₂ per jaar gedurende 15 jaar. De verwachting is dat Nederland wat betreft CCU EU wet- en regelgeving gaat volgen. Zoals beschreven in het stuk over de Sustainable Carbon Cycles wordt deze EU-wetgeving momenteel ontwikkeld. Het zou echter gunstig zijn als Nederland hierin een voortrekkersrol neemt, gezien de gunstige uitgangspositie op het gebied van opslag, kennis en bedrijven.

Onderdelen waar CCU al in meer of mindere mate in terugkomt:

- Via de [SDE++](#) wordt CCU in de glastuinbouw gesteund
- Klimaatakkoord
- [CO₂-heffing](#)
- Pilot CO₂-toedeling Glastuinbouw
- Financieringsprogramma's

Voor meer info over deze instrumenten verwijzen we u naar de [CCU-rapportage voor Provincie Zuid-Holland](#).

4.3. Lokaal beleid

Op lokaal niveau is er nog geen duidelijke CCU-strategie. Dit onderzoek is een onderdeel van het bepalen van deze strategie. Bij de Port of Amsterdam is CCUS in beeld, maar ideeën voor de uitwerking leunden vooral op de CO₂ infrastructuur van Athos.

4.4. Conclusie

Beleid voor CCU is nog volop in ontwikkeling. De EU erkent het belang ervan middels de communicatie over '[Sustainable Carbon Cycles](#)' en komt met een strategie en beleid rondom CCUS (medio 2023). De belangrijkste doelstellingen uit de communicatie voor het NZKG zijn dat tussen 2028 en 2030, CO₂ stromen gerapporteerd moeten worden, 20% van de koolstof in chemie of plastics biogeen of atmosferisch moet zijn en dat er 5 Mt CO₂ per jaar permanent vastgelegd moet worden. In de [EU-ETS](#) wordt momenteel alleen CO₂ gewaardeerd die permanent wordt vastgelegd via mineralisatie. Via de [SDE++](#) wordt ook CCU in de glastuinbouw gesteund. Via Horizon Europe of het Innovation Fund kunnen projecten mede gefinancierd worden.

Op nationaal niveau is er in Nederland al wel een strategie op CCS, maar nog nauwelijks op CCU. De verwachting is dat Nederland wat betreft CCU EU wet- en regelgeving gaat volgen.

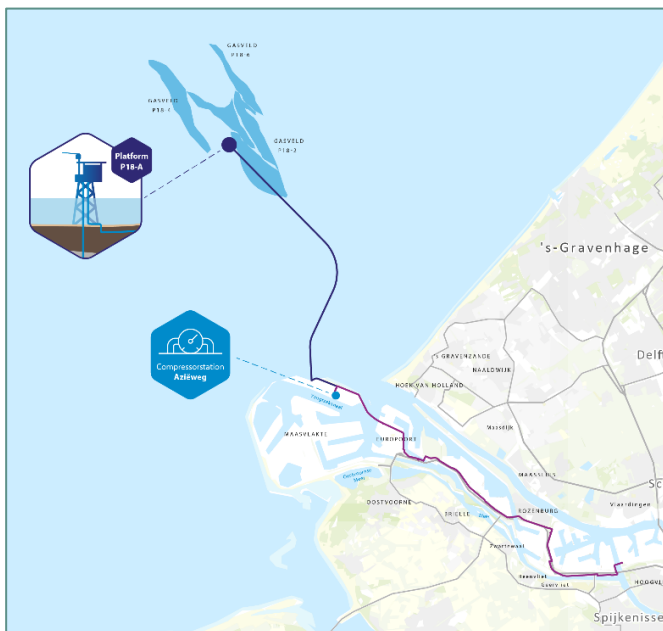
Op lokaal niveau is er nog geen duidelijke CCU-strategie.

5. Synergie CCU en CCS

Sinds Tata Steel heeft besloten staal te willen produceren op basis van waterstof zijn er geen ontwikkelingen meer op CCS in de regio. Toch laat dit rapport de synergie tussen CCU en CCS niet onbelicht. Er zijn namelijk verschillende routes waarlangs CCU en CCS elkaar kunnen versterken.

5.1. 2 routes

AEB wil CO₂ leveren aan de glastuinbouw, maar wil in de winter (wanneer de vraag vanuit de tuinbouw laag is) CO₂ aanbieden aan Porthos **via het OCAP-netwerk**. Technisch gezien vergt dat één fluctuaties in het drukgehalte in het Porthos systeem, én een extra drukstation om de CO₂ van OCAP/AEB op de juiste druk te brengen. Dit wordt vanuit het projectperspectief van Porthos op dit moment nog niet als wenselijk ervaren. In de toekomst zal dit probleem getackeld moeten worden.



Afbeelding: Porthos

Route twee zou kunnen gaan via Tata Steel. Wanneer Tata Steel overstapt op waterstof is er een mogelijkheid dat er nog niet genoeg groene waterstof beschikbaar is. In dat geval zal er aardgas gebruikt worden. Er ligt een Chevron olieleiding tussen Amsterdam en IJmuiden die geschikt gemaakt kan worden voor CO₂ transport naar IJmuiden. Deze leiding kan ter hoogte van Tata Steel naar zee lopen en is momenteel niet in gebruik. Wel kan deze leiding geschikt gemaakt worden voor CO₂ transport. Voor het gebruik van deze route moeten dan partijen worden gevonden die zich willen aansluiten.

5.2. Verschillende narratieven

Er zijn op dit moment 3 maatschappelijke narratieven rond CO₂ in ontwikkeling, namelijk: CCS, CCU en Negatieve emissies. Het NZKG is interessant voor CCU, omdat er groene CO₂ bij het waterschap, de biomassa en afvalinstallatie van AEB en bij HVC beschikbaar is. Wanneer het narratief van negatieve emissies 'wint', dan zorgt dat ervoor dat men biogene CO₂ zal willen gaan opslaan, deels in bouwmaterialen, deels in lege gasvelden onder de Noordzee. Die groene CO₂ is dus niet meer beschikbaar voor brandstoffen en materialen waar we niet zonder kunnen; dan blijf je dus kerosine maken uit fossiele bronnen. Hier botsen de twee dus. CCS op fossiele bronnen zit CCU niet in de weg.

6. Aanzet voor samenwerking

Er is een realistisch perspectief voor CCU economie in het Noordzeekanaalgebied, met name in de wereld van levering aan de tuinbouw, brandstoffen, en (bio)chemie. Er kan daarnaast een markt ontwikkeld worden voor bouwmaterialen bij stimulering en strategische inzet hierop.

6.1. Aandachtspunten

Voor het creëren van deze economie zijn er een aantal aandachtspunten. Dit zijn het aanbod van CO₂, de afvalstatus van CO₂ en vergunningen, beschikbaarheid en dimensionering van de CO₂ infrastructuur. Daarnaast is er gezien de beperkte ruimte in de Haven van Amsterdam baat bij projectoptimalisatie tussen partijen met CCU oplossingen. Tenslotte moet er aandacht zijn voor beleid.

CO₂ aanbod

Op korte termijn is er genoeg CO₂ beschikbaar via AEB Amsterdam. Op lange termijn wordt dit lastiger. De vraag naar biogene CO₂ gaat stijgen en het aantal aanbieders zal dat niet per definitie doen. Er moet dus gezocht worden naar nieuwe bronnen van groene CO₂ of afvang via Direct Air Capture. Een hele grove inschatting levert een beeld op van een markt voor 1 miljoen ton CO₂ per jaar in het Amsterdamse havengebied.

Afvalstatus CO₂ en vergunningen

De status van CO₂ moet helder zijn. Om de CO₂ te kunnen hergebruiken moet het de einde afvalstatus krijgen. Daarnaast is de EU met een registratieplicht bezig waarbij de CO₂ stromen met behulp van een massabalans inzichtelijk worden.

Vergunningen voor CCU partijen moeten passend gemaakt worden. Omgevingsdiensten hebben momenteel moeite om er doorheen te komen bij de Rijksoverheid, welke CO₂ als afval zien.

Procesoptimalisatie en infrastructuur

Er liggen kansen op het goed afstemmen van projecten en gezamenlijke projectontwikkeling en planning. Locaties kunnen beter benut worden als de initiatieven op elkaar afgestemd worden. Hier liggen ook kansen op het gebied van infrastructuur. De beschikbaarheid en dimensionering van het CO₂-netwerk moet goed afgestemd zijn op de vraag en mogelijk groei van CCU activiteiten. Strategische vraag: Moeten NZKG partners een rol nemen in het overdimensioneren van leidingen om te anticiperen op de groeiende CCU markt, ook in NZKG?

Beleid

Momenteel is het beleid dat gemaakt wordt op dit gebied nog volop in ontwikkeling. De ambities hierop zijn duidelijk, alleen de precieze richting en uitwerking nog niet. Dit betekent dat het zaak is om de ontwikkeling hiervan op EU en landelijk vlak te volgen. Zuid-Holland bijvoorbeeld heeft anticiperend op beleidsontwikkelingen al haar eigen handelings- en beleidsperspectief laten ontwikkelen en in Duitsland wordt al langer heel duidelijk gestuurd op de opschaling van CCU. Momenteel is er in andere industriële regio's niet veel beweging op CCU met uitzondering van de regio Zuid-Holland.

Daarnaast zien we een mogelijk beleidsconflict ontstaan tussen CCS, CCU en negatieve emissies. Strategische vraag: Moeten partners in NZKG nu al een positie kiezen ten aanzien van de benutting van biogene CO₂: kiezen we voor CCS (negatieve emissies) of voor hergebruik om de transitie van fossiel naar duurzaam in onze grondstoffen te versnellen?

6.2. Aanbevelingen

Nader onderzoek

In deze QuickScan zijn een aantal vragen beantwoord, maar ook weer nieuwe vragen naar boven gekomen. Denk hierbij aan:

- Meer inzicht in het totale emissiereductie-potentieel per CCU-keten voor het NZKG;
- Of de transitiepaden van de bedrijven aan de aanbodzijde (e.g. AEB) invloed hebben (en wanneer) op de leveringscapaciteit, continuïteit en kwaliteit van de CO₂, en wat wellicht zinvol is voor partijen om nu al rekening mee te houden in hun eigen transitie;
- Of het mogelijk is voor een aanbieder van CO₂ om verschillende of veranderende gebruikers van CO₂ te bedienen in de tijd;
- Welke barrières er zijn om een techniek te ontwikkelen, en wat de gemeente/NZKG kan doen om die weg te nemen. Daarnaast welke barrières er zijn waar overheden geen (directe) invloed op hebben;
- Wat er nodig is om de potentie voor CCU via mineralisatie te benutten in het NZKG;
- Brandstoffen: Hoe verhoudt zich de 'vraag' van de sector als deze in potentie helemaal zou willen vergroenen? Synkero kan misschien 1% van de brandstofvraag op Schiphol vergroenen, wat zegt dat over de totale opgave en de rol van NZKG?
- Of targets vanuit de EU, bijvoorbeeld t.a.v. RFNBO's, te specificeren/kwantificeren zijn naar de verwachting in 2030 voor het NZKG.

Deze vragen vergen extra inzet en onderzoek, maar zijn zeer relevant voor de strategie van het NZKG.

Aanbieden kennissessie

De tweede aanbeveling is om de belangrijkste stakeholders uit de CCU economie in het NZKG te betrekken middels een sessie over de toekomst van CCU in de regio. In deze sessie moet de vraag rondom de nut en noodzaak op een gerichte samenwerking op CCU/CCS/CDR, in welke vorm dan ook, centraal staan. In gesprekken met verschillende stakeholders zijn verschillende behoeften naar voren gekomen die varieerden van

enthousiasme voor een dergelijke samenwerking tot het niet zien van de noodzaak. Omdat niet met alle aanwezige partijen is gesproken, is het nuttig hen te betrekken en te vragen naar hun behoefte. Een strategische samenwerking op CCU kan dan ingaan op de bovengenoemde aandachtspunten en aanbevelingen voor verder onderzoek, de randvoorwaarden van een CCU economie, het wegnemen van barrières, afstemmen van keten proposities en het anticiperen op en lobbyen voor beleid.

6.3. Schets voor fase 2

Een tweede fase als opvolging van deze QuickScan kan bestaan uit de volgende elementen;

- 1) Het beantwoorden van de twee strategische vragen over overdimensionering van CO₂ leidingen en toepassing van biogene CO₂;
- 2) Het beantwoorden van (een deel van) de nadere onderzoeksvragen;
- 3) Het vinden van een gezamenlijke basis voor de gecombineerde strategie ten aanzien van CCS, CCU en negatieve emissies;
- 4) Een workshop met NZKG-partners waarin nut en noodzaak van een programmatische aanpak wordt geagendeerd;
- 5) Een voorstel voor een werkprogramma rond CO₂ ketens in NZKG.

Bijlage 1 – CCU buiten het NZKG

Bedrijf	Locatie	Activiteit
Mineralisatie		
<u>AVR</u>	Rotterdam; Duiven	CO ₂ afvang en hergebruik
<u>Cambridge Carbon Capture</u>	UK	Mineralisatie
<u>Carbon8</u>	Duiven, Gld	Mineralisatie bodemassen
<u>CarbonCure</u>	USA	CO ₂ vastleggen in beton
<u>Carbon Upcycling</u>	Canada	CO ₂ vastleggen in beton
<u>CRH</u>	Rijswijk, ZH	Mineralisatie in beton
<u>Excluton</u>	Druuten, Gld	Mineralisatie in gesteentes
<u>Green Minerals</u>	Twello, Gld	Mineralisatie
<u>PolyCiviel</u>	Leek, Gr	Mineralisatie in asfalt
Chemie		
<u>Air Liquide</u>	ZH, Brabant	CO ₂ levering
<u>StepWise</u>	Zweden	CO ₂ afvang bij staalproductie
<u>Twence</u>	Hengelo, Ov	CO ₂ afvang bij AVI
<u>Photanol</u>	Delfzijl, Gr	CO ₂ naar chemicaliën
Brandstoffen		
<u>BioMCN</u>	Delfzijl, Gr	Groene methanol uit CO ₂
<u>Carbon Recycling International</u>	IJsland	Groene methanol uit CO ₂
<u>Climeworks</u>	Duitsland	Direct Air Capture
<u>Coval Energy</u>	Hengelo, Ov	Technology provider
<u>Neste</u>	Rotterdam	CO ₂ afvang en hergebruik
<u>Nouryon</u>	Delfzijl, Gr	Partner BioMCN, Photanol e.a.
<u>Uniper</u>	Rotterdam	Groene methanol uit CO ₂
<u>ZEF</u>	Delft	Groene methanol uit CO ₂
<u>Zenid</u>	Rotterdam	Synthetische kerosine
Voeding		
<u>Alco Energy</u>	Rotterdam	CO ₂ afvang
<u>Bouman Industries</u>	Almelo, Ov	CO ₂ afvang
<u>CPI</u>	UK	Technology provider
<u>DeepBranch</u>	Rotterdam	CO ₂ naar diervoeding
<u>Frames Renewable Energy Solutions</u>	Alphen ad Rijn, ZH	CO ₂ afvang
<u>HoSt BioEnergy</u>	Enschede	CO ₂ afvang
<u>Omega Green</u>	Eelde, Gr	CO ₂ omzet in algen
<u>Shell</u>	Rotterdam	CO ₂ afvang



&flux

Het Industriegebouw
Goudsesingel 52-214
3011 KD Rotterdam
nflux.nl