

ESG Economie

De brede toepassingsmogelijkheden voor het gebruik van CO2

Georgette Boele – Senior Economist Sustainability | georgette.boele@nl.abnamro.com

- ▶ **Nadat CO2 is afgevangen, kan het worden opgeslagen of gebruikt**
- ▶ **In dit rapport richten we ons op het gebruik van CO2**
- ▶ **Er zijn veel verschillende manieren waarop CO2 kan worden gebruikt**
- ▶ **Sommige technologieën voor het gebruik van CO2 bevinden zich in een vroeg ontwikkelingsstadium, terwijl andere zich in een volwassen stadium bevinden**
- ▶ **De brede toepassingsmogelijkheden lijken veelbelovend, maar is de opslag van CO2 in producten net zo wenselijk als in geologische en/of biologische putten?**

Inleiding

Het doel van de Overeenkomst van Parijs is om netto nul te bereiken tegen 2050 en binnen een koolstofbudget te blijven dat is afgestemd op een traject om onder de 2°C graad boven het pre-industriële niveau te blijven en om inspanningen te leveren om de temperatuurstijging te beperken tot 1,5°C boven het pre-industriële niveau. Er zijn verschillende manieren om dit doel te bereiken. Ten eerste het beperken van de uitstoot van CO2 en andere broeikasgassen. We hebben verschillende rapporten gepubliceerd over technologieën die helpen de uitstoot te verminderen. Voorbeelden zijn het gebruik van duurzamere brandstoffen, batterijtechnologieën, zonne-energie technologieën en verwarmingstechnologieën. Ten tweede het afvangen van emissies die vrijkomen door verbranding, zoals koolstofafvangtechnologieën en -technieken. Op dit moment wordt het afvangen van CO2 mondiaal slechts op relatief kleine schaal uitgevoerd. In 2022 stootte de wereld 37 Gt CO2 uit en werd slechts 46 Mt daarvan afgevangen via CCS, wat neerkomt op 0,1%. Het Internationaal Energieagentschap (IEA) verwacht dat de uitstoot zal dalen tot 24 Gt CO2 in 2030 en dat de totale afvangcapaciteit (inclusief operationeel, in aanbouw en gepland) 321 Mt zal bedragen, oftewel 1,3% in een netto-nulscenario. Hoewel dit een sterke toename van de capaciteit is ten opzichte van 2022, is het nog steeds een zeer klein deel van de CO2-reductie in vergelijking met het totaal. Ten derde, meer gebruik maken van het direct afvangen van CO2 en andere emissies uit de atmosfeer, ook wel *Direct Air Capture* genoemd. Om netto nul te bereiken is een combinatie van deze drie mogelijkheden nodig. In dit rapport richten we ons op het gebruik van de afgevangen CO2, de andere optie naast opslag.

CO2-gebruik

Wat is CO2-gebruik? Het is een industrieel proces waarbij een economisch waardevol product wordt gemaakt met CO2 in concentraties boven het atmosferische niveau. CO2 wordt ofwel via chemische reacties omgezet in materialen, chemicaliën en brandstoffen, of het wordt direct gebruikt in processen zoals verbeterde oliewinning. Dus een nuttig product maken van iets dat ongewenst is. De onderstaande grafiek op de volgende pagina laat zien wat de opties zijn voor het gebruik van CO2 en welke producten er mee gemaakt kunnen worden.

Biologische omzetting via algen

Algen zijn snelgroeiende waterorganismen die algemeen voorkomen, zoals zeewier en reuzenkelp. Blauwalgen (cyanobacteriën), groenalgen, roodalggen en diatomeeën worden meestal microalgen genoemd. Deze organismen worden gebruikt om kooldioxide op te vangen en vast te leggen. De CO2 die microalgen via fotosynthese vastleggen, wordt

opgeslagen in hun biomassa. De geogste microalgen kunnen worden gebruikt voor de productie van bio-energie en andere producten zoals biogas, bio-olie, biochar en syngas. De door de microalgen verbruikte CO₂ is een bouwsteen van macromoleculen zoals lipiden, eiwitten, koolhydraten en pigment.

Het gebruik van microalgen heeft veel voordelen. Om te beginnen zijn ze zeer efficiënt in een breed bereik van CO₂-concentraties. Bovendien groeien ze sneller dan planten en kunnen ze voedsel, voer, biobrandstof en andere producten produceren. Er zijn echter ook nadelen. Ten eerste zijn de kweeksystemen en de verwerking stroomafwaarts (voornamelijk de oogst) economisch omslachtig. Ten tweede is de koolstofafvangtechnologie op basis van microalgen afhankelijk van de soort microalgen, kweeksystemen en groeiomstandigheden (bijv. temperatuur, kweekmedium, pH, zoutgehalte, troebelheid, lichtintensiteit, enz.). Optimalisatie van algengroei heeft ook invloed op de CO₂-concentratie die wordt vastgelegd. Zo heeft een verhoging van de pH van 7,9 naar 9,5 geleid tot een CO₂-reductie van twee orden van grootte. Algen zijn dus gevoelig voor andere rookgascomponenten (stikstofoxiden, zwaveloxides), predatie, verontreiniging en extreme kweekomstandigheden (pH, temperatuur, zoutgehalte). Bovendien moeten microalgen in de open lucht worden gekweekt en daardoor hebben de wisselende omgevingsomstandigheden invloed op hun groei. Tot slot bevindt het meeste onderzoek en ontwikkeling op het gebied van koolstofafvang met behulp van microalgen zich nog in de laboratoriumfase. Op dit moment zijn de kosten erg hoog vanwege de complexe productie en de kleine productieschaal.

Classificatie van CO₂-gebruiksopties



Bron: US Department of Energy's National Energy Technology Laboratory.

CO₂-chemicaliën en brandstoffen

De koolstof (en zuurstof) in CO₂ kan worden gebruikt als alternatief voor fossiele brandstoffen bij de productie van chemicaliën, waaronder kunststoffen, vezels en synthetisch rubber. Net als bij van CO₂ afgeleide brandstoffen is de omzetting van CO₂ in methanol en methaan technologisch het verst ontwikkeld, maar ook erg duur. Omzettingsprocessen met CO₂, een zeer stabiele molecule (bijv. niet reactief), blijven duur, vooral voor energie-intensieve koolwaterstofproducten. Een groot deel van de kosten voor CO₂-omzetting komt van de energie-input, die gecorreleerd is aan de verandering in oxidatietoestand.

Methanol kan vervolgens worden omgezet in andere koolstofhoudende chemische tussenproducten, zoals olefinen, die worden gebruikt om kunststoffen te maken, en aromaten. Deze worden gebruikt in een verschillende sectoren, waaronder gezondheid en hygiëne, voedselproductie en -verwerking. Een speciale groep chemicaliën en polymeren worden gebruikt bij de productie van kunststoffen, schuim en hars. De koolstof in CO₂ kan worden gebruikt bij de productie van polymeren door een deel van de grondstof op basis van fossiele brandstoffen in het productieproces te vervangen. In tegenstelling tot de

omzetting van CO₂ in brandstoffen en chemische tussenproducten, vereist de verwerking van polymeren met CO₂ weinig energie-input, omdat CO₂ wordt omgezet in een molecuul met een nog lagere energietoestand.

Nieuwe technologie

Eén van de veelbelovende ideeën is om CO₂ om te zetten in een stabiele brandstof die in sommige toepassingen fossiele brandstoffen kan vervangen. Maar de meeste van dergelijke omzettingsprocessen hebben problemen met een lage koolstofefficiëntie, of ze produceren brandstoffen die moeilijk te hanteren, giftig of brandbaar kunnen zijn. Onlangs hebben onderzoekers een efficiënt proces ontwikkeld dat kooldioxide kan omzetten in formiaat. Dit is een vloeibaar of vast materiaal dat kan worden gebruikt om een brandstofcel van stroom te voorzien en elektriciteit op te wekken. Ze beweren dat metaalformiaatzouten stabiel en een goede energiedrager zijn (zie [hier](#)).

CO₂ in bouwmaterialen

CO₂ kan ook worden gebruikt bij de productie van bouwmaterialen om water in beton te vervangen, CO₂-uitharding genoemd, of als grondstof in de bestanddelen ervan (cement en bouwaggregaten). Bij deze toepassingen reageert CO₂ met calcium of magnesium tot energiezuinige carbonaatmoleculen, de vorm van koolstof waaruit beton is opgebouwd. CO₂-gehard beton is één van de meest volwassen en veelbelovende toepassingen van CO₂-gebruik, terwijl de integratie van CO₂ in de productie van cement zelf zich in een eerder ontwikkelingsstadium bevindt. CO₂ kan voor een lange periode in bouwmaterialen worden opgeslagen en zou het emissie-intensieve conventionele cement kunnen vervangen. CO₂-gehard beton is kwalitatief beter, heeft lagere productiekosten en een kleinere CO₂-voetafdruk dan conventioneel geproduceerd beton. De klimaatvoordelen komen voornamelijk van de lagere cementinput, die verantwoordelijk is voor het grootste deel van de kosten en de levenscyclusemissies van beton.

Bouwaggregaten kunnen worden geproduceerd door CO₂ te laten reageren met afvalmaterialen van elektriciteitscentrales of industriële processen. Hiertoe behoren ijzerlakken en vliegass, die anders zouden worden opgeslagen of gestort. Het produceren van bouwmaterialen uit afval en CO₂ kan concurrerend zijn omdat het de kosten compenseert die gepaard gaan met conventionele afvalverwijdering.

CO₂ voor kunstmest en melamineproducten

Voor de productie van de meststof calciumammoniumnitraat wordt ook CO₂ gebruikt. Calciumammoniumnitraat heeft een bijna neutraal effect op de pH van de bodem. Het is een stikstofmeststof die gelijke delen snelwerkende nitraatstikstof en langer houdbare ammoniumstikstof bevat. Dit zorgt voor een meer continue stikstoftoevoer naar het gewas en dus een efficiënter gebruik, en maakt het ook geschikt voor niet-seizoensgebonden toediening tijdens de zomer of winter. CO₂ kan ook worden gebruikt voor de productie van melamineproducten en lijm op basis van ureum. Melamine is duurzaam en de hittebestendige eigenschappen maken het perfect voor de productie van sterk plastic servies, laminaat en lijm.

CO₂ voor verbeterde winning van fossiel brandstoffen

Verbeterde oliewinning (EOR)

CO₂ heeft twee eigenschappen die het een goede keuze maken voor verbeterde oliewinning: het is mengbaar met ruwe olie en het is minder duur dan andere, vergelijkbaar mengbare vloeistoffen. Wat betekent het om mengbaar te zijn? Stel je voor dat je olie op je gereedschap krijgt terwijl je aan de motor van je auto werkt. Water krijgt een beetje van de olie weg, zeep en water doen het nog beter, maar een oplosmiddel verwijdert elk spoor. Dit komt omdat een oplosmiddel zich kan mengen met de olie, een homogeen mengsel kan vormen en de olie van het oppervlak van het gereedschap kan afvoeren.

Vloeistoffen zoals ethanol met water, azijn met water, en ook motorontvetters met motorolie vertonen mengbaarheid, dat wil zeggen het vermogen van vloeistoffen om zich in alle verhoudingen te mengen. Olie en water mengen niet omdat ze niet mengbaar zijn, en daarom is er een oplosmiddel nodig om olie volledig van gereedschap of motoronderdelen te verwijderen.

Wanneer we CO₂ injecteren in een oliereservoir, wordt het wederzijds oplosbaar met de resterende ruwe olie, omdat lichte koolwaterstoffen uit de olie oplossen in de CO₂ en CO₂ oplost in de olie. De fysieke krachten die de twee fasen uit elkaar houden verdwijnen effectief. Hierdoor kan de CO₂ de olie uit de poriën van het gesteente verdringen en naar een producerende put duwen. Als CO₂ in de olie oplost, zwelt de olie op en vermindert de viscositeit; effecten die ook helpen om de efficiëntie van het verdringingsproces te verbeteren. Dit werkt het beste wanneer de CO₂-dichtheid hoog is (wanneer het

wordt samengeperst) en wanneer de olie een aanzienlijk volume lichte koolwaterstoffen met een lagere koolstofconcentratie bevat (meestal ruwe olie met een lage dichtheid). Onder een bepaalde minimumdruk zijn CO₂ en olie niet langer mengbaar.

Verbeterde gaswinning (EGR)

Verbeterde gaswinning is het winnen van moeilijk te winnen aardgas. Hieronder valt ook aardgas dat zich bevindt in vast gaszand, schalie en steenkoollagen. Veel van deze geologische formaties bevatten aanzienlijke hoeveelheden aardgas. Het principe van EGR is dat een geïnjecteerde vloeistof (bv. CO₂) een front vormt dat het aardgas naar de productieputten duwt.

Verbeterde terugwinning van kolenbedmethaan (ECBM)

Bij *Enhanced coalbed methane recovery* (ECBM) wordt gas in steenkool geïnjecteerd om de methaanterugwinning te verbeteren, analoog aan EOR. Typische injectiegassen zijn stikstof en kooldioxide.

Als de wereld steeds meer stappen zet richting netto-nul uitstoot op de lange termijn en afstapt van fossiele brandstoffen, zal het gebruik van CO₂ voor verbeterde brandstofwinning niet meer noodzakelijk zijn.

Andere toepassingen van CO₂

CO₂ als koelmiddel

CO₂ heeft verschillende unieke thermofysische eigenschappen waardoor het een ideaal koelmiddel is. CO₂ is een natuurlijk koelmiddel dat duurzame en energie-efficiënte koeling levert in allerlei toepassingen, van magazijnen tot ijsmachines. Vast kooldioxide, ook bekend als droogijs, wordt gebruikt voor het koelen van voedsel omdat het sublimeert, wat betekent dat het direct overgaat van een vaste stof naar een gas zonder door de vloeibare fase te gaan. Dit proces absorbeert een aanzienlijke hoeveelheid warmte, waardoor droogijs een effectief koelmiddel is. Droogijs gemaakt van CO₂ heeft de voorkeur bij het transport van diepvriesproducten, omdat het verdampt als een gas en niet als water zoals gewoon ijs. Dit betekent dat opgeslagen voedingsmiddelen niet nat worden tijdens het transport. CO₂ wordt echter niet veel gebruikt in huishoudelijke koelkasten. Dat komt omdat CO₂ een hogere werkdruk heeft dan de koelmiddelen die doorgaans in huishoudelijke koelkasten worden gebruikt. De hogere druk vereist robuustere en duurdere onderdelen, waardoor huishoudelijke koelkasten duurder worden.

CO₂ als brandblusser

Kooldioxide wordt gebruikt bij het blussen van een brand omdat het niet brandt en ook niet helpt bij het branden. Het is ook zwaarder dan lucht, het isoleert de brandende stof door de toevoer van zuurstof af te snijden. Kooldioxide blust het werk door zuurstof te verdringen. De kooldioxide is ook erg koud als het uit de blusser komt, dus het koelt de brandstof ook.

CO₂ als extractiemiddel en toepassingen in de voedingsindustrie

CO₂-extractie is één van de veiligste en schoonste methoden en kan worden gebruikt om een verscheidenheid aan eindproducten te produceren. CO₂ werkt als een oplosmiddel bij bepaalde temperaturen en de juiste druk. Hoewel deze methode erg duur en complex is, voldoet ze aan hoge kwaliteitsnormen. In de voedingsindustrie worden vaak grootschalige commerciële CO₂-extractiefabrieken gebruikt om bijvoorbeeld koffie te decafeïneren en essentiële oliën van verschillende planten te produceren.

Om de bestanddelen van de planten of kruiden af te leiden, maakt deze extractiemethode gebruik van superkritisch kooldioxide. CO₂ wordt gebruikt voor de extractie van essentiële oliën van topkwaliteit, de aromatische delen van de planten zoals bladeren, bloemen en stengels. Voor de extractie van essentiële oliën is alleen hoge druk nodig. Het CO₂ extractieproces vindt plaats bij een gematigde temperatuur.

CO₂ wordt op veel verschillende manieren gebruikt in de hele voedingsmiddelenindustrie. CO₂ wordt niet alleen gebruikt voor frisdranken, maar ook voor het drogen om de houdbaarheid van fruit en groenten te verlengen, als droogijs voor het koelen van goederen tijdens het transport, het bedwelmen van dieren voor het slachten en vele andere toepassingen. Graan, fruit en groenten zijn bij het oogsten en opslaan gevoelig voor ongedierte, wat tot verliezen kan leiden. De introductie van kooldioxide in de opslagfaciliteit helpt dit te voorkomen, omdat CO₂ op een bepaald niveau dodelijk is voor levende

wezens, waardoor insecten en ongedierte worden gedood. De niet-giftige aard van het gas maakt het te verkiezen boven begassing met chemicaliën.

Is gebruik van CO2 een goed alternatief voor opslag van CO2?

Afgevangen CO2 kan tot 10.000 jaar worden opgeslagen in geologische putten, afhankelijk van de put en het gebruikte vangmechanisme, ervan uitgaande dat het veilig is om dit te doen. Opslag is ook mogelijk in vegetatie, bodems, houtachtige producten en aquatische milieus (biologische vastlegging). De jaren van opslag van CO2 in producten zijn variabel en afhankelijk van het product. Het gebruik van CO2 in de meeste producten zoals brandstof, plastic, koelmiddel is tijdelijk, wat betekent dat het na een bepaalde tijd weer in de atmosfeer terecht komt, tenzij het weer wordt opgevangen. Het kan dus zijn dat het gebruik van CO2 alleen de CO2-uitstoot van nu naar de toekomst verplaatst. Het gebruik van CO2 in bouwmaterialen en in verbeterde winning van fossiele brandstoffen heeft echter een langere termijn, vergelijkbaar met opslag. Maar naarmate we afstappen van fossiele brandstoffen, zal het gebruik van CO2 voor verbeterde winning van fossiele brandstoffen ook afnemen. Wij denken dus dat het doel moet zijn om CO2 zo lang mogelijk veilig op te sluiten in producten of opslag.

Conclusie

Zoals we hierboven hebben laten zien kan een ongewenst product bij het koolstofvrij maken van de wereld, zoals CO2, heel nuttig zijn bij het produceren van bepaalde producten. Sommige technologieën om CO2 te gebruiken zijn technisch nog niet zo ver ontwikkeld, zoals het gebruik van algen en CO2 als energiedrager of brandstof. Andere technologieën zijn beschikbaar, maar door een gebrek aan productiecapaciteit zijn ze nog steeds erg duur, zoals de productie van synthetische brandstoffen uit CO2 en hernieuwbare energie. Andere technologieën bevinden zich in een volwassen fase, zoals het gebruik van CO2 in bouwmaterialen of methaan. Vooral CO2 dat is opgeslagen in bouwmaterialen kan heel lang worden opgeslagen. Over het algemeen zijn de vooruitzichten veelbelovend. Maar is CO2 opgeslagen in deze producten vergelijkbaar met opslag in geologische of biologische putten? Vaak is dit niet het geval. Wij denken dat het doel moet zijn om CO2 zo lang mogelijk op te slaan, hetzij in producten of via geologische of biologische vastlegging.

DISCLAIMER

Dit document is opgesteld door ABN AMRO. Het is uitsluitend bedoeld om financiële en algemene informatie over economie te verstrekken. De informatie in dit document is strikt vertrouwelijk en wordt u uitsluitend ter informatie verstrekt. Het mag niet (geheel of gedeeltelijk) worden gereproduceerd, gedistribueerd of doorgegeven aan derden of worden gebruikt voor andere doeleinden dan hierboven vermeld. Dit document is informatief van aard en vormt geen aanbod van effecten aan het publiek, noch een uitnodiging tot het doen van een dergelijk aanbod.

Er mag voor geen enkel doel worden vertrouwd op de informatie, meningen, voorspellingen en veronderstellingen in het document of op de volledigheid, nauwkeurigheid of billijkheid ervan. Er wordt door of namens ABN AMRO, haar directeurs, functionarissen, agenten, gelieerde ondernemingen, groepsmaatschappijen of werknemers geen verklaring of garantie, expliciet of impliciet, gegeven met betrekking tot de juistheid of volledigheid van de informatie in dit document en er wordt geen aansprakelijkheid aanvaard voor enig verlies dat direct of indirect voortvloeit uit het gebruik van dergelijke informatie. De opvattingen en meningen in dit document kunnen op enig moment wijzigen en ABN AMRO is niet verplicht om de informatie in dit document na de datum van dit document te actualiseren.

*Voordat u in een product van ABN AMRO Bank N.V. belegt, dient u informatie in te winnen over de verschillende financiële en andere risico's en mogelijke beperkingen waarmee u en uw beleggingsactiviteiten te maken kunnen krijgen op grond van toepasselijke wet- en regelgeving. Als u na het lezen van dit document overweegt om in een product te beleggen, wordt u geadviseerd om een dergelijke belegging te bespreken met uw relatiebeheerder of persoonlijke adviseur en na te gaan of het betreffende product - gezien de risico's - past binnen uw beleggingsactiviteiten. De waarde van uw beleggingen kan fluctueren. In het verleden behaalde resultaten bieden geen garantie voor de toekomst. ABN AMRO behoudt zich het recht voor om wijzigingen aan te brengen in dit materiaal.
© Copyright 2024 ABN AMRO Bank N.V. en gelieerde bedrijven ("ABN AMRO")*