



WP 2: SCENARIO-ANALYSE: TECHNISCHE BESCHRIJVING

VALORISATIE BIJPRODUCTEN MID-SCALE OPWERKINGSTECHNOLOGIE

DELIVERABLE D2.5B

DATUM: 27/02/2017

IWT-PROJECT: IWT 150411 - 2015/6094 – ADBR/KW – TransBio

AUTEURS: SAM TESSENS, BIOGAS-E VZW

AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN



Vlaanderen
is ondernemen

Vlaams innovatiesamenwerkingsverband (VIS)-traject
gecofinancierd door het agentschap voor Innoveren
en ondernemen (VLAIO)

Project website: <http://www.TransBio.be>

DISCLAIMER

De verantwoordelijkheid voor de inhoud van dit document ligt volledig bij de auteur. Het reflecteert niet noodzakelijk de mening van het agentschap voor Innovatie door Wetenschap en Technologie (IWT). De auteur noch het IWT kunnen aansprakelijk gesteld worden voor het gebruik door derden van de informatie in dit document.

TRANSBIO

Ondanks zijn sterk toegevoegde economische waarde heeft biogas als basistechnologie toch te kampen met een intrinsiek hoge investerings- en operatiekost en blijft het als hernieuwbare energietechnologie voor een groot deel afhankelijk van financiële ondersteuning. Het spreekt voor zich dat alle betrokkenen, overheden en energiepartners, steunkaders graag tot een minimum wensen te beperken terwijl de biogasproducenten zelf streven naar meer zelfstandigheid, robuuste businessmodellen en dus minder steunafhankelijkheid.

TransBio wil inzetten op een verdere optimalisatie van het basis bedrijfsmodel door in te zetten op de basiswaarden waaruit de sector initieel is gegroeid: kennis en innovatie. In kader van dit project wordt ingezet op: (1) verminderde kost voor grondstoffen door supply chains voor huidig onbenutte biomassastromen verder te ontwikkelen (bermgras, beheermaaisels, GFT, oogstresidu's, alternatieve teelten), (2) verhoogde inkomsten uit geproduceerde stroom door meer intelligent in te zetten op intraday variatie in stroomprijzen en de inzet van biogasininstallaties als "balansregelaars" die kunnen bufferen voor meer grillige energieproductievormen (zoals wind- en zon-energie), (3) diversificatie van de markt door opwerking van biogas naar biomethaan en vervolgens handel als groene brandstof, (4) recuperatie en opwerking van minerale constituenten tot hoogwaardige minerale bemesters (N/P/K) die kunnen fungeren als kunstmestvervangers.

SAMENVATTING

Een bijproduct van de opwerking van biogas naar biomethaan, is een redelijk zuivere en geconcentreerde CO₂-stroom. De valorisatie van deze CO₂-stroom kan mogelijk extra inkomsten opleveren voor de biogasuitbater. Zowel in de landbouw als in de industrie is er immers vraag naar zuivere CO₂ voor uiteenlopende toepassingen: meststof in glastuinbouw, additief in levensmiddelenindustrie, koelmiddel, zuur reagens en chemische bouwsteen. Ervaringen uit het buitenland leren dat een hoge kwaliteit nog moeilijk te behalen is, waardoor de afzetmogelijkheden nog beperkt blijven.

TECHNISCHE BESCHRIJVING CO₂

INLEIDING

In deze technische beschrijving wordt dieper ingegaan op de mogelijke valorisatie van bijproducten die vrijkomen bij de productie van biomethaan. Bij de opwerking van biogas wordt het methaan ruwweg gescheiden van de koolstofdioxide, samen met andere onzuiverheden als waterstofsulfide en ammoniak. Door een extra zuiveringsstap kan een pure CO₂-stroom bekomen worden. De mogelijke toepassingen van deze CO₂ in verschillende industrieën worden verder in detail toegelicht.

MARKTOVERZICHT

De afgelopen jaren is er een toegenomen interesse ontstaan vanuit overheden en industrie om CO₂ te hergebruiken, voornamelijk door het zuiveren van rookgassen. Deze maatregel kan immers zorgen voor een reductie van de uitstoot aan broeikasgassen. Het hergebruik van CO₂ is echter niet nieuw en wordt al decennia toegepast in de oliewinningsindustrie, voornamelijk in de Verenigde Staten, of in de productie van kunstmeststoffen (Hendriks et al., 2013). Op kleinere schaal wordt CO₂ ook gebruikt als meststof in de glastuinbouw (GTB), additief in voedingsmiddelen, als brandwerend middel, etc.

De wereldwijde vraag naar CO₂ in deze toepassingen (< 250Mt CO₂/j) ligt veel lager dan de antropogene uitstoot (> 30Gt CO₂/j). Enkel CO₂-bronnen van hoge kwaliteit hebben momenteel enkele economische waarde. Verwacht wordt dat de toekomstige vraag enkel zal stijgen door de ontwikkeling van nieuwe technologieën, zoals de productie van polymeren uit CO₂ of als bemesting voor de productie van algen. Deze technologieën staan echter nog in hun kinderschoenen. Wanneer er wordt gekeken naar CO₂-toepassingen die momenteel al hun weg hebben gevonden naar de Europese markt, zijn er vijf categorieën van toepassing:

1. Gebruik als meststof;
2. Als additief in levensmiddelenindustrie;
3. Gebruik als koelmiddel;
4. Als zuur reagens;
5. Als chemische bouwsteen.

De rendabiliteit van een installatie voor het opzuiveren van CO₂ is sterk afhankelijk van een aantal parameters. De aanwezigheid van een afzetmarkt in de nabije omgeving is logischerwijs een doorslaggevende factor. In een ideaal scenario is er een rechtstreekse afnemer waarop de productie van CO₂ afgestemd kan worden. De marktwaarde is bovendien ook sterk afhankelijk van de gewenste

zuiverheidsgraad. Voor industriële toepassingen zoals *dry blasting*¹ is de vereiste kwaliteit minder hoog dan voor het gebruik van CO₂ als bewaarmiddel voor voedingsmiddelen. Een hogere zuiveringsgraad betekent echter ook een hogere productiekost.

GEBRUIK ALS MESTSTOF

De afgelopen decennia is het gebruik van CO₂ als meststof in de glastuinbouw toegenomen. Het verhogen van de CO₂-concentratie in de kassen leidt tot een hogere productie en een verbeterde kwaliteit (Vermeulen, 1996). De benodigde CO₂ kan op verschillende manieren verkregen worden. De meest gangbare technieken op dit moment zijn het gebruik van rookgassen van een aardgasgestookte ketel of WKK-installatie. Hierdoor is de CO₂-productie gekoppeld aan de energieproductie, hoewel de behoefte aan warmte tegengesteld loopt aan de behoefte aan CO₂.

De CO₂-opname van een gewas is afhankelijk van de temperatuur, de beschikbaarheid van water en nutriënten, maar ook van de hoeveelheid straling. De fotosynthese, en bijgevolg ook de CO₂-behoefte, worden positief beïnvloed door de invallende straling. Deze is het hoogst tijdens de middag, wanneer de behoefte voor te verwarmen het laagst is. Het omgekeerde geldt tijdens de nacht. Deze dag/nacht verschillen kunnen opgevangen worden door het aanleggen van een warmtebuffer (Huibers et al., 2009). Deze warmtebuffer is echter niet toereikend om de seizoensgebonden verschillen (zomer/winter) te compenseren. In de winter is de CO₂-behoefte laag door de beperkte straling, maar de energievraag hoog door de noodzaak om de serres te verwarmen (Vermeulen and van der Lans, 2010). Tijdens de zomermaanden is de situatie omgekeerd, waardoor er nu vaak gebruikt gemaakt wordt van een zomerstook, waarbij de verbrandingsinstallatie enkel draait voor CO₂-productie. Bovendien wordt niet altijd de optimale CO₂-dosering toegediend op het moment dat de bijhorende warmteproductie niet meer gebufferd kan worden. De teler heeft dus baat bij een ont koppeling van de CO₂- en warmteproductie. Meer nog, wanneer er verder geïnvesteerd wordt in duurzame ontwikkelingen zoals zonnearmte en geothermie, zal deze ont koppeling een voldongen feit zijn. Bij deze energievormen wordt er immers geen CO₂ meer geproduceerd en zal de vraag naar CO₂ stijgen vanuit de glastuinbouw (Peeters and Hart, 2015).

CO₂-VRAAG IN DE GLASTUINBOUW

Doordat de fotosynthese en de warmtebehoefte niet gelijk lopen, kopen verschillende telers externe, zuivere CO₂ aan om een optimale opbrengst te verzekeren. Door de aankoop van externe CO₂ kunnen ze de zomerstook beperken, waardoor hun energievraag daalt. Bovendien komen vaak fytotoxische stoffen vrij bij de verbanding van (bio)gas, die samen met de CO₂ de serres ingeblazen worden. Door zuivere CO₂ te doseren in de omgevingslucht neemt de kwaliteit van de kaslucht toe. Glastuinbouwbedrijven die al overgeschakeld zijn op duurzame energiebronnen zoals geothermie en zonne-energie, hebben geen toevoer van CO₂ uit rookgassen en zijn dus aangewezen op het gebruik van externe CO₂ (Smit, 2011).

De CO₂-vraag in de glastuinbouw is sterk afhankelijk van een aantal factoren (Kosse, 2013):

1. Het type gewas en de specifieke CO₂-opname van de planten;

¹ *Dry blasting* is een industriële reinigingstechniek waarbij CO₂-pellets onder hoge druk op het te reinigen oppervlak worden afgevuurd.

2. De inkoopprijs van CO₂, die bepaalt of een hogere dosering aantrekkelijk is;
3. Gewenste CO₂-concentratie in de serre;
4. De toegepaste ventilatie en bijhorende CO₂-verliezen;
5. Kasconcept;
6. De hoeveelheid belichting.

Voor verschillende teelten is in onderstaande tabel (Tabel 1) de CO₂-vraag en CO₂-capaciteit opgesteld. De capaciteit is de maximale CO₂-vraag tijdens piekmomenten. Op deze waarde moet het systeem gedimensioneerd worden. In de praktijk wordt een deel van de CO₂-vraag reeds ingevuld door de WKK-installatie of gasketel. Gemiddeld ligt de maximale doseercapaciteit rond de 170 kg CO₂/ha/u, maar omdat bij deze doseercapaciteit de vrijgekomen warmte uit de WKK-installatie of gasketel vaak niet allemaal gebufferd kan worden, wordt de doseercapaciteit verlaagd. Hierdoor kan de maximale potentiële fotosynthese niet gehaald worden. Door het beschikbaar zijn van zuivere CO₂ kan de dosering optimaal afgesteld worden op de fotosynthese, waardoor de opbrengst zal verhogen. Uit cijfers van de energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw blijkt dat gemiddeld 280 ton CO₂/ha/j wordt toegediend op arealen waar CO₂ wordt ingekocht (Velden and Smit, 2016).

Tabel 1: CO₂-vraag en CO₂-capaciteit van belangrijke teelten in de glastuinbouw.

Gewas	CO ₂ -vraag (ton/ha/j)	CO ₂ -capaciteit (kg/ha/u)
Tomaat	400	225
Paprika	350	200
Komkommer	350	200
Chrysanten	263	150
Aubergine	400	225
Potplanten	175	100
Aardbei	175	100
Orchideeën	263	150
Gemiddeld	297	169

Ondanks de vele motieven voor het gebruik van zuivere 'externe' CO₂ blijven tuinders vaak afhankelijk van aardgas om aan hun CO₂-vraag te voldoen. De beschikbaarheid van zuivere CO₂ aan een lage prijs is momenteel nog te beperkt. Het gebruik van aardgas tijdens de zomer zou dan beperkt kunnen worden, wanneer er betaalbare zuivere CO₂ beschikbaar zou zijn. De toekomstige vraag naar CO₂ vanuit de glastuinbouw is afhankelijk van de veranderingen in de productiecapaciteit van zuivere CO₂ in de industrie, de rendabiliteit van WKK-installaties, de toename in het gebruik van duurzame energiebronnen en de ontwikkelingen in de CO₂-doseringstrategieën in de serres (Mikunda et al., 2015)

De opgezuiverde CO₂ uit biogas moet dus aan een voordelige prijs op de markt komen om een afzet te vinden in de glastuinbouw. Bovendien is de CO₂-productie van biogasinstallaties tot 100 keer kleiner dan in sommige andere industrieën (kunstmestproductie of waterstofproductie), waardoor er moet afgewogen worden of het voordeel van het verkrijgen van een zuivere CO₂ stroom uit een hernieuwbare bron opweegt tegen de extra investeringen van opslag en transport (Schüwer et al., 2015).

Bij het gebruik van CO₂ in de glastuinbouw primeert de gezondheid van het personeel en de gewassen. In biogas kunnen er een aantal sporenelementen aanwezig zijn die potentieel toxisch zijn voor sommige plantensoorten. Om het gebruik van CO₂ uit biogas mogelijk te maken is het belangrijk grenswaarden op te leggen om gewasschade te voorkomen (Vermeulen and van der Lans, 2010). Deze specificaties moeten voorkomen dat bepaalde toxische componenten vanuit het biogas in de serre terechtkomen. De concentraties in de zuivere CO₂-stroom mogen echter deze grenswaarden in zeker mate overschrijden, vermits ze in de kas nog verdund worden met omgevingslucht (Kosse, 2013).

In onderstaande tabel (Tabel 2) is weergegeven welke potentieel fytotoxische stoffen worden aangetroffen in biogas. Voor een aantal stoffen zijn echter nog geen grenswaarden opgesteld en is bijkomend onderzoek noodzakelijk. Het onderzoeksinstituut Glastuinbouw aan Wageningen University & Research zet hier de laatste jaren sterk op in.

Tabel 2: overzicht fytotoxische stoffen, mogelijks aanwezig in biogas.

Component	Chronische waarde voor planten
Stikstofmonoxide	onbekend
Stikstofdioxide	onbekend
Totale Stikstofoxiden	≤ 16 ppb
Ammoniak	≤ 197 ppb
Totaal zwavel (TS)	onbekend
Waterstofsulfide	10-90 ppb
Zwaveldioxide	≤ 15 ppb
Carbonyl sulfide	onbekend
Benzeen	onbekend

Vermits er nog geen standaarden zijn ontwikkeld voor de kwaliteit waaraan CO₂ moet voldoen voor het gebruik als meststof in de glastuinbouw, is *food grade* kwaliteit momenteel de norm. Deze kwaliteitseis is echter gericht op de bescherming van de gezondheid van mensen en niet die van planten (Mikunda et al., 2015). De grenswaarden voor bepaalde gewassen kunnen hoger liggen dan voor mens of dier. Bovendien zijn een aantal fytotoxische stoffen niet opgenomen in deze norm, waardoor de geschiktheid voor planten niet voldoende getest kan worden. Bijkomend moet er rekening gehouden worden met het verdunningseffect wanneer de zuivere CO₂-stroom vermengd wordt met de buitenlucht in de kassen. Door het vasthouden aan de strenge *food grade* norm kan de zuivering van CO₂ onnodig duur worden.

INSTALLATIES IN HET BUITENLAND

Vermist in Vlaanderen biogas nog niet opgezuiverd wordt, zijn er nog geen praktijkvoorbeelden waar CO₂ afkomstig van biogas aan de glastuinbouw geleverd wordt. Er wordt echter in toenemende mate naar oplossingen gezocht om de glastuinbouw te verduurzamen, door het gebruik van restwarmte en rest-CO₂ afkomstig uit grote industriële installaties. In Roeselare loopt een project om restwarmte afkomstig van een afvalverbrandingsoven te gebruiken in een nieuwe glastuinbouwcluster van 20 ha.

In Nederland staat de samenwerking tussen industrie en de glastuinbouw al enkele stappen verder. Een mooi voorbeeld is daar het OCAP (Organic Carbondioxide for Assimilation of Plants) project, waarbij 400 kton zuivere CO₂ geleverd wordt vanuit het Rijnmond havengebied aan ongeveer 500 glastuinbedrijven via een leidingstelsel. Doordat er niet geïnvesteerd moest worden in de uitbouw van het leidingstelsel, was het mogelijk de CO₂ te leveren aan een prijs lager dan vloeibare CO₂. OCAP is hierdoor verantwoordelijk voor de aanvoer van 80% van de totale vraag naar externe CO₂ in de Nederlandse glastuinbouw (Mikunda et al., 2015).

In Nederland zijn ook al enkele biogasinstallaties begonnen met het opzuiveren van CO₂ afkomstig uit de opwerking van biogas tot biomethaan. De CO₂ wordt vervloeid in een cryogene installatie tot industriële kwaliteit. Enkele van deze producenten zijn momenteel afzetmogelijkheden aan het onderzoeken. Ecofuels, gelegen in Zuid Limburg (NL), verkoopt momenteel een deel van hun vloeibare CO₂ aan de glastuinbouw en een deel voor de productie van droog ijs (EcoFuels, n.d.). ARN in Nijmegen levert gezuiverde CO₂ aan het OCAP-netwerk (Linde, n.d.). Een uitgebreid overzicht kan teruggevonden worden in D1.5.

ADDITIEF IN DE LEVENSMIDDELENINDUSTRIE

Het gebruik van CO₂ als inerte component kent vele toepassingen binnen de voedings- en drankindustrie. De voornaamste daarvan is het gebruik van CO₂ als bewaarmiddel (E290), in het bijzonder bij de verpakking van verse producten. Door de concentratie aan CO₂ te verhogen kan de houdbaarheidsdatum verlengd worden (Gross et al., 2016). Deze techniek, MAP (Modified Atmospheric Packaging), wordt ook toegepast in de farmaceutische industrie voor het veilig verpakken van geneesmiddelen zodat ongewenste reacties uitblijven. Het gebruik van CO₂ in de farmaceutische sector is aan kwaliteitseisen onderworpen, die gepubliceerd worden in het Europese farmacopee. In de drankindustrie wordt zuivere CO₂ veelvuldig gebruikt voor het carboniseren van (fris)dranken.

KWALITEITSEISEN

Om de gezondheid van mens en dier te waarborgen is gebruik van CO₂ in de voedings- en drankindustrie streng gereguleerd. Hierdoor moet de CO₂-stroom tot een hoge zuiverheidsgraad opgewerkt worden waardoor investeringskost van de installatie hoog kan oplopen. Voor de toepassingen van CO₂ in de voedingsindustrie moet deze van *food grade* kwaliteit zijn. EIGA (European Industrial Gases Association) heeft een internationale kwaliteitseis opgesteld waaraan CO₂ moet voldoen (CARBON DIOXIDE FOOD AND BEVERAGES GRADE, SOURCE QUALIFICATION, QUALITY STANDARDS AND VERIFICATION, EIGA Doc 70/17).

Naast deze kwaliteitsgaranties van de afgeleverde CO₂, is er in Europa nog een uitgebreide regelgeving rond voedselveiligheid. Deze wetgevingen hebben tot doel een hoge voedselveiligheid aan de Europese burger te kunnen garanderen en omsluiten alle fasen van de productie, de verwerking, de distributie van voedsel en het aanbieden ervan op de markt (Verordening (EG) nr. 178/2002 van het Europees Parlement en de Raad van 28 januari 2002 tot vaststelling van de algemene beginselen en voorschriften van de levensmiddelenwetgeving, tot oprichting van een Europese Autoriteit voor voedselveiligheid en tot vaststelling van procedures voor voedselveiligheidsaangelegenheden). In België zijn alle levensmiddelenbedrijven verplicht te werken volgens de HACCP referentiemethode, om de hygiënische veiligheid van de voedselproducten te waarborgen.

Deze norm werkt met zeer lage concentraties aan sporenelementen en een zeer hoge CO₂-concentratie. Om deze norm te halen is het vervloeien van de CO₂-stroom noodzakelijk, wat de kostprijs sterk verhoogt. Bovendien is er een uitgebreid aanbod aan *food grade* CO₂ beschikbaar, vaak afkomstig uit processen die reeds een zuivere CO₂-stroom produceren. Het zal voor biogasproducenten dus moeilijk zijn hier een sterke concurrentiepositie in te nemen (“Persoonlijke communicatie Ad Wiltenburg,” 2017).

KOELMIDDEL

Koolstofdioxide wordt als sinds het begin van de vorige eeuw als koelmiddel gebruikt. De laatste jaren is de ontwikkeling van koelsystemen met CO₂ als koelmiddel terug in de lift door de verstrengde wetgeving rond het gebruik van CFK's (Antonijević, 2008). CO₂ is een niet-toxisch en relatief goedkoop, bovendien is de milieu-impact van CO₂ lager dan de conventionele koelmiddelen. Ook in vaste vorm (droogijs) wordt CO₂ gebruikt voor koeling, voornamelijk wanneer er geen elektriciteit voor handen is. In de industrie wordt droogijs vaak gebruikt voor het reinigen van vervuilde oppervlakken (*dry blasting*).

KOELVLOEISTOF R744

Sinds 1 januari 2015 is het gebruik van HCFK's (chloorfluorkoolwaterstoffen) in koel-, vries-, airconditioninginstallaties of warmtepompen verboden in Vlaanderen. Oude installaties moeten lekvrij gemaakt worden of overschakelen op koelmiddelen met een laag GWP (Global Warming Potential). De laatste jaren wordt er meer ingezet op natuurlijke koelmiddelen zoals CO₂ en NH₃, met een GWP van respectievelijk één en nul (VITO, 2015).

Vanwege de lagere energie-efficiëntie bij hogere temperaturen wordt CO₂ vaak gebruikt in een cascadesysteem samen met NH₃. In het hoge temperatuurgebied van de koelcyclus wordt NH₃ als koelmiddel gebruikt, waarbij de verdampers als condensor in de koolzuurcyclus dient (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2015)

Bij het gebruik van CO₂ als koelmiddel, moet de CO₂-stroom van zeer hoge kwaliteit zijn. Belangrijk hierbij is het zeer lage gehalte aan water, vermits dit kan bevriezen in de installatie. Andere elementen die schade kunnen aanrichten aan de installatie, moeten ook verwijderd worden. Internationale standaarden werden niet teruggevonden, maar uit gegevens van gasleveranciers blijken volgende standaarden gangbaar (Airgas, Lindegas):

Tabel 3: kwaliteitseisen CO₂ als koelmiddel op basis van gegevens van verschillende leveranciers.

Component	
CO ₂	> 99.99 vol%
H ₂ O	< 10 ppm

DROOGIJS

Droogijs is de vaste vorm van CO₂ en wordt veelvuldig gebruikt als koelmiddel voornamelijk in de transport- en voedingssector. Wanneer het droogijs in contact komt met onverpakte etenswaren moet deze van *food grade* kwaliteit zijn.

In de industrie wordt droogijs in de vorm van pellets ook gebruikt voor het reinigen van materiaal. Bij deze techniek (*dry blasting*) worden de pellets met hoge snelheid afgevuurd op het te reinigen oppervlak. Door de snelle sublimatie van het droogijs, ontstaat een thermische schok waardoor microscopisch kleine scheurtjes ontstaan in de te verwijderen laag. Bovendien ontstaan er kleine explosies door het sterk uitzetten van het gas nadat het gesublimeerd is op het oppervlak. Door een combinatie van deze krachten wordt het vuil verwijderd (Spur et al., 1999).

Droog ijs wordt geproduceerd door CO₂ af te koelen onder hoge druk. Een vervloeiingsstap is hierbij noodzakelijk, waardoor een hoge zuiverheid kan bekomen worden. Zoals eerder aangegeven is er een hoge productiekost verbonden met het vervloeien van CO₂.

ZUURMAKEND REAGENS

BEHANDELING (AFVAL)WATER

Het neutraliseren van alkalisch afvalwater gebeurt meestal door het toevoegen van zoutzuur of zwavelzuur. Wanneer de concentraties van chloride of sulfaat in het effluent een aandachtspunt zijn, kan het gebruik van CO₂ als zuurmakend reagens overwogen worden. De meest gebruikte techniek is het mengen van de CO₂ met een deel van de waterstroom in een aparte mengtank. Door de bufferende werking van CO₂ is er geen risico op ongewenste effecten bij het toevoegen van een overmaat (Jacobs et al., 2008).

Het zuiveren van (afval)water gebeurt soms via omgekeerde osmose, voornamelijk bij het ontzouten van brak of zeewater voor drinkwaterproductie. In de industrie wordt deze techniek gebruikt voor het bereiden van puur proces- of ketelwater. Wanneer omgekeerde osmose gebruikt wordt voor de productie van drinkwater, dient het water geremineraliseerd te worden na de opzuivering om enigszins geschikt te zijn voor menselijke consumptie (VITO, 2012). Hiervoor kan gebruik gemaakt worden van CO₂, dat voldoet aan de EIGA kwaliteitsnormen.

Exacte cijfers over het gebruik van CO₂ als reagens in de waterzuiveringsindustrie zijn slechts beperkt beschikbaar. Op basis van cijfers van de Nederlandse drinkwaterproducenten wordt er tussen de 500-3200 kg CO₂/Mm³ gebruikt, voor de regulatie van de pH of het remineraliseren van het water. De cijfers verschillen sterk door de verschillende productieprocessen en winningsgebieden (Versteegh and Wegh, 2010).

CHEMISCHE BOUWSTEEN

CO₂ kan gebruikt worden als basis voor het synthetiseren van een waaier aan verbindingen met toepassingen als brandstoffen, chemicaliën en materialen (Martens et al., 2015). Momenteel is enkel de productie van ureum met CO₂ op commerciële schaal ontwikkeld. De laatste jaren is echter sterk ingezet op onderzoek naar de productie van methanol en polymeren vertrekkende vanuit CO₂ als basisbouwsteen (Martens et al., 2015). Veel van deze projecten zijn nog echter nog niet voldoende ontwikkeld om op industriële schaal toe te passen.

UREUM

Ureum is wereldwijd de meest gebruikte stikstofbemester en wordt gemaakt uit de reactie tussen ammoniak en koolstofdioxide. De CO₂ is meestal afkomstig uit de productie van waterstof uit aardgas. Deze waterstof reageert dan met stikstofgas tot ammoniak volgens het Haber-Boschproces. De geproduceerde CO₂ is het limiterend reagens bij de productie van ureum. Om de efficiëntie van het systeem te verhogen kan CO₂ bijgevoegd worden, zodat alle ammoniak weg reageert (Pérez-Fortes et al., 2014). Het potentieel om CO₂ afkomstig uit biogas hiervoor te gebruiken is eerder laag. Het surplus aan CO₂ kan immers ook bekomen worden door het zuiveren van de rookgassen bij de productie van ammoniak.

TRANSPORTMOGELIJKHEDEN

Het transport van CO₂ kan zowel in vloeistof- als in gasvorm gebeuren, waarbij de afstand tussen producent en afnemer vaak doorslaggevend zal zijn. Door Peeters et al. (2013) werd berekend dat transport via leidingen tot een afstand van 6 à 7 km voordeliger was dan via de weg.

Om vloeibare CO₂ te verkrijgen moet deze gekoeld en gecomprimeerd worden. De druk waarbij CO₂ wordt opgeslagen varieert van 10 tot 40 bar met de bijhorende temperatuur tussen -20 en -35°C. De vloeibare CO₂ kan dan in containers vervoerd worden via de weg, het spoor of het water. Gasvormige CO₂ kan vervoerd worden via een rechtstreekse leiding, met als voordelen dat het veilig is en het wegennetwerk ontlast. Het nadeel is de hoge investeringskost en de administratieve last om de juiste vergunningen te verkrijgen.

De CO₂-stroom moet aan een aantal eisen voldoen om getransporteerd te kunnen worden. Om corrosie te voorkomen moet de concentratie aan water en zwavelverbindingen beperkt blijven. De stroom moet bovendien vrij zijn van vaste deeltjes om verstoppingen te vermijden. Een hoge CO₂-concentratie beperkt het energieverbruik (Kosse, 2013).

CONCLUSIE

Het opzuiveren van CO₂ wordt nog maar zelden toegepast. De hoge investeringskost van deze installaties is het grootste knelpunt. De investeringskost kan deels gerecupereerd worden, door het opvangen van het methaan dat nog in de CO₂-stroom zit (methaanslip). In theorie kan zo 100% van het aanwezige methaan in het biogas gerecupereerd worden.

De opgezuiverde vloeibare CO₂ heeft potentieel om een bijkomende inkomstenbron te worden, al zijn de toepassingen momenteel nog beperkt. Door strenge kwaliteitseisen is het moeilijk te komen tot een CO₂-stroom van *food grade* kwaliteit. De toepassingen van CO₂ met industriële kwaliteit zoals de productie van droogijs voor koeling of dry blasting, hebben een lagere economische waarde.

Het gebruik van CO₂ als meststof in de glastuinbouw is een interessante optie. De kwaliteit van de CO₂ moet niet voldoen aan de *food grade* normen. Bovendien wordt de CO₂-stroom in de serres nog verdund met de buitenlucht. Momenteel is de toxiciteit van enkele componenten die mogelijks in biogas aanwezig zijn nog onvoldoende onderzocht. Er is dus nood aan bijkomend onderzoek zodat een algemene kwaliteitsstandaard kan opgesteld worden voor het gebruik van CO₂ in de glastuinbouw. Met de stijgende vraag naar bio-producten, zal op termijn ook de vraag stijgen naar bio-CO₂. Dit is een belangrijke troef van CO₂ afkomstig van vergisting ten opzichte van CO₂ gerecupereerd uit rookgassen.

De laatste jaren wordt echter niet enkel in de biogassector gekeken naar het hergebruiken van CO₂. Steeds meer industrieën met een hoge CO₂-uitstoot zijn op zoek naar oplossingen om hun voetafdruk te beperken. Eén van de oplossingen is het hergebruiken van gezuiverde CO₂. De uitstoot van deze bedrijven is vaak een veelvoud van deze van biogasinstallaties. Het zal voor biogasuitbaters moeilijk worden om met deze bedrijven te concurreren op de CO₂-markt.

Een gedetailleerde economische analyse van de productiekosten van biomethaan en de recuperatie van (vloeibaar) CO₂ is een eerste noodzakelijke stap om een duidelijk beeld te krijgen van het potentieel in Vlaanderen. Daarnaast zal er ook een marktanalyse moeten uitgevoerd worden om de waarde van bio-CO₂ in te schatten. Met deze gegevens kan de impact van de valorisatie van CO₂ op het businessmodel van een Vlaamse biogasinstallatie berekend worden.

REFERENTIES

- Antonijević, D.L., 2008. Carbon dioxide as the replacement for synthetic refrigerants in mobile air conditioning. *Therm. Sci.* 12, 55–64. <https://doi.org/10.2298/TSCI0803055A>
- EcoFuels, n.d. Groene CO₂ [WWW Document]. URL http://www.ecofuels.nl/groene_co2 (accessed 2.13.17).
- Gross, K.C., Wang, C.Y., Saltveit, M.E., 2016. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. *Agric. Res. Serv. United States Dep. Agric.* 68–70. <https://doi.org/10.1007/978-1-4613-1127-0>
- Hendriks, C., Noothout, P., Zakkour, P., Cook, G., 2013. Implications of the Reuse of Captured CO₂ for European Climate Action Policies.
- Huibers, M., in 't Groen, B.A.F., Geerdink, P., Linders, M., 2009. Eindrapport " Winning en opslag van CO₂ uit WKK rookgassen ".
- Jacobs, A., Goovaerts, L., Gielen, B., Van Tomme, I., Fincken, V., De Bonte, M., Hooyberghs, E., Vrancken, K., 2008. Beste Beschikbare Technieken (BBT) voor oppervlaktebehandeling van metalen en kunststoffen.
- Kosse, A.H.M., 2013. CO₂-voorziening glastuinbouwgebieden - Greenport Venlo.
- Linde, n.d. OCAP levert eerste gecertificeerde bio-CO₂ uit duurzame biomassa [WWW Document]. URL https://www.linde-gas.nl/nl/news_and_media/press_releases/linde-ocap-levert-eerste-gecertificeerde-bio-co2-uit-duurzame-biomassa.html (accessed 2.13.17).
- Martens, J., Bogaerts, A., De Kimpe, N., Jacobs, P., MARin, G., Rabaey, K., Saeys, M., Vehelst, S., 2015. De chemische weg naar een CO₂ -neutrale wereld. KVAB Press Standpunte.
- Mikunda, T., Neele, F., Wilschut, F., Hanegraaf, M., 2015. A secure and affordable CO₂ supply for the Dutch greenhouse sector.
- Peeters, S., Hart, A., 2015. CO₂ winning uit buitenlucht - Quicksan haalbaarheid.
- Peeters, S., Hart, A., Schlatmann, S., Medema, D., Smits, J., 2013. CO₂ uit biomassa.
- Pérez-Fortes, M., Bocin-Dumitriu, A., Tzimas, E., 2014. CO₂ utilization pathways: Techno-economic assessment and market opportunities. *Energy Procedia* 63, 7968–7975. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.11.834>

Persoonlijke communicatie Ad Wiltenburg, 2017.

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2015. Best Practice Koudemiddelen voor Industriële Koeling.

Schüwer, D., Arnold, K., Katrin, B., Bringezu, S., Echternacht, L., Esken, A., Fishedick, M., von Geibler, J., Höller, S., Merten, F., Perrey, K., Pastowski, A., Pietzner, K., Schneider, C., Terrapon-pfaff, J.C., Viebahn, P., 2015. CO2 ReUse NRW - Evaluating gas sources, demand and utilization for CO2 and H2 within the North Rhine-Westphalia area with respect to gas qualities.

Smit, P.X., 2011. OCAP-CO2 en verduurzaming van energieverbruik van glastuinbouwbedrijven.

Spur, G., Uhlmann, E., Elbing, F., 1999. Dry-ice blasting for cleaning: Process, optimization and application. *Wear* 233–235, 402–411. [https://doi.org/10.1016/S0043-1648\(99\)00204-5](https://doi.org/10.1016/S0043-1648(99)00204-5)

Velden, N. Van Der, Smit, P., 2016. Energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw 2013.

Vermeulen, P.C.M., 1996. Energie en CO2 in de Glastuinbouw - Enquête over het gebruik en de voorziening van CO2 in de glastuinbouw en de motieven achter de keuze van de CO2-voorziening.

Vermeulen, P.C.M., van der Lans, C.J.M., 2010. CO2 dosering in de biologische glastuinbouw.

Versteegh, J.F.M., Wegh, F., 2010. Briefrapport 703719058/2010: Gebruik chemicaliën met een ATA-certificaat in de drinkwatersector.

VITO, 2015. Koelinstallaties: wat veranderde recent en wat moet je doen? [WWW Document]. URL <https://emis.vito.be/nl/nieuwsbrief/koelinstallaties-wat-veranderde-recent-en-wat-moet-je-doen> (accessed 2.13.17).

VITO, 2012. Omgekeerde osmose [WWW Document]. URL <https://ibbt.emis.vito.be/content/omgekeerde-osmose-1> (accessed 2.13.17).