

## CCU in de Glastuinbouw



# INHOUD

<b>Inleiding</b> .....	<b>3</b>
Samenvatting .....	3
Contactpersoon .....	4
Woord van dank .....	4
<b>Introductie</b> .....	<b>5</b>
Achtergrond .....	5
Techniek .....	6
Onderzoeksvragen .....	7
<b>Resultaten</b> .....	<b>8</b>
Algemeen .....	8
Catch – CO <sub>2</sub> afvangen .....	8
CO <sub>2</sub> opslaan .....	8
Release – CO <sub>2</sub> afgeven .....	8
<b>Conclusie</b> .....	<b>9</b>

# Inleiding

## Samenvatting

Binnen de glastuinbouw wordt kooldioxide (CO<sub>2</sub>) in de kassen gedoseerd om de groei van planten te bevorderen. CO<sub>2</sub> is zeer belangrijk omdat het de productiesnelheid van het gewas bevordert waardoor de tuinder concurrerender kan produceren.

Momenteel zijn er een aantal manieren waarop men de benodigde CO<sub>2</sub> kan verkrijgen:

- Gasverbranding in een WKK of ketel
- Het gebruiken van externe vloeibare CO<sub>2</sub>
- Gasvormige CO<sub>2</sub> kopen bij OCAP vanuit een “dedicated netwerk”.

Het verbranden van gas via een WKK installatie is altijd een kosten efficiënte oplossing geweest. Echter door de huidige uitdagingen op het elektriciteitsnetwerk in Nederland is het op de momenten dat er CO<sub>2</sub> benodigd is in de kas duurder geworden om deze direct middels een WKK te produceren. CO<sub>2</sub> is veelal benodigd gedurende de moment op de dag dat er zon is. De WKK draait het meest efficiënt tijdens de ochtend en avonduren. Hier zit dus een mis-match.

Er is een mogelijkheid om gebruik te maken van de CO<sub>2</sub> uit de uitlaatgassen van de WKK. Dit middels het afvangen van de CO<sub>2</sub> tijdens de uren dat de WKK kosten efficiënt kan opereren.

Value Carbon heeft een systeem ontwikkeld dat middels gebruik van een amine de CO<sub>2</sub> uit de uitlaatgassen van de WKK of ketel kan afvangen.

De CO<sub>2</sub> wordt opgeslagen in de amine in containers. Op het moment dat er CO<sub>2</sub> benodigd is in de kas, dan kan de opgeslagen CO<sub>2</sub> losgemaakt worden van de amine middels het toevoegen van warmte.

Door deze technologie kan de zelf geproduceerde CO<sub>2</sub> gebruikt worden in de kas. Dit bespaart extra WKK uren op het moment dat er CO<sub>2</sub> benodigd is in de kas.

Om meer informatie te krijgen over de efficiëntie van afvangen, opslag en afgifte van CO<sub>2</sub>, is een testopstelling nodig.

De belangrijkste onderzoeksvraag die met deze testopstelling beantwoord moest worden is of het mogelijk is om op een betrouwbare en economisch rendabele manier CO<sub>2</sub> te produceren is uit rookgassen van een WKK.

Als eerste is er een “Process Flow Diagram (PFD) gemaakt, hierna een massa- en energiebalans en tenslotte een uitgebreide “Piping and instrumentation diagram” (P&ID). De massa- energie balans zijn gebruikt om de specificaties (debiet, temperaturen, drukken e.d.) van de hoofdcomponenten vast te leggen.

Tijdens de inbedrijfstelling zijn de ontwerp uitgangspunten vergeleken met de werkelijke proces condities. Hieruit bleek dat de aannames gedaan tijdens het ontwerp corresponderen met de proces condities.

## Contactpersoon project:

Naam : Ronald Suurmond  
Functie : Directeur Aardwarmte Vierpolders  
Adres : Veckdijck 62 B, 3237 LV Vierpolders  
Telefoon : +31 616169537  
E-mail : ronald.suurmond@aardwarmtevierpolders.nl

## Woord van dank

Dit project / onderzoek is tot stand gekomen in het kader van programma Kas als Energiebron, het innovatie- en actieprogramma van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en Glastuinbouw Nederland en mede gefinancierd door de Stichting Kennis in je Kas.

Value Carbon, The Valley en Aardwarmte Vierpolders zijn allen zeer erkentelijk voor de respectievelijke bijdragen om dit project succesvol af te ronden.



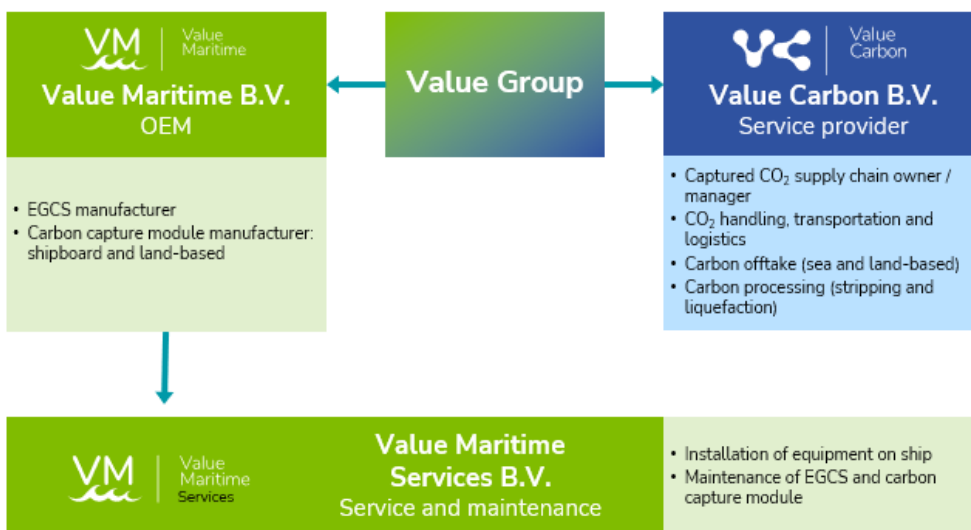
# Introductie

## Achtergrond

Aardwarmte Vierpolders levert duurzame warmte aan een energiecluster waarbij 10 glastuinbouwbedrijven zijn aangesloten ook verzorgt zij de in- en verkoop van vloeibare CO<sub>2</sub> aan deze gastuinbouwbedrijven. De beschikbaarheid van betaalbare CO<sub>2</sub> is al langer een punt van discussie binnen de leden van het energiecluster en daardoor is Aardwarmte Vierpolders constant op zoek naar nieuwe bronnen van CO<sub>2</sub> of optimalisatiemogelijkheden om efficiënter met de bestaande CO<sub>2</sub> bronnen te kunnen omgaan. Immers zal de transitie naar een gasloze glastuinbouw tot gevolg hebben dat Aardwarmte Vierpolders steeds meer externe CO<sub>2</sub> zal moeten leveren. Niet alleen de beschikbaarheid is een punt van aandacht maar ook is de betaalbaarheid van CO<sub>2</sub> een steeds grotere zorg. In onze zoektocht kwamen wij in contact met Value Maritime door een artikel over afvang van CO<sub>2</sub> van grote zeeschepen, één telefoontje was genoeg om met hun aan tafel te zitten en plannen te maken voor een onderzoek naar afvang en opslag van wkk CO<sub>2</sub> in de glastuinbouw. Joost van der Voort van The Valley is bereid gevonden om als eerste proefbedrijf van ons energiecluster het onderzoek naar afvang en opslag van wkk CO<sub>2</sub> in de praktijk te brengen. Voor de continuïteit en voortgang van het project hebben Aardwarmte Vierpolders, Value carbon en The Valley steeds in nauwe samenwerking aan de techniek van de landinstallatie voor opslag en afvang van de wkk CO<sub>2</sub> gewerkt. De Value Group heeft reeds veel ervaring opgedaan met het afvangen van CO<sub>2</sub>. Er zijn diverse zeeschepen uitgerust met het CCU systeem dat de dochteronderneming Value Maritime ontwikkeld heeft. De afgevangen CO<sub>2</sub> wordt, opgeslagen in de amine, van zee aan land gebracht middels tankcontainers. Daarnaast hebben The Valley en Aardwarmte Vierpolders de nodige specifieke tuinbouw kennis ingebracht om dit project succesvol te kunnen afronden.

## Company Structure

Value group as end-to-end CCUS equipment and services provider



Value Carbon is opgericht om de CO<sub>2</sub> die afgevangen kan worden van zeeschepen aan land te leveren aan markten die CO<sub>2</sub> als grondstof gebruiken voor hun bedrijfsproces. Te denken valt hierbij aan de productie van E-fuels, de voedingsmiddelen industrie en de glastuinbouw.

De glastuinbouw gebruikt veel CO<sub>2</sub>. De kooldioxide (CO<sub>2</sub>) wordt in de kassen gedoseerd om de groei van planten te bevorderen. CO<sub>2</sub> is zeer belangrijk omdat het de productiesnelheid van het gewas bevordert waardoor de tuinder concurrerender kan produceren.

Momenteel zijn er een aantal manieren waarop men de benodigde CO<sub>2</sub> kan verkrijgen:

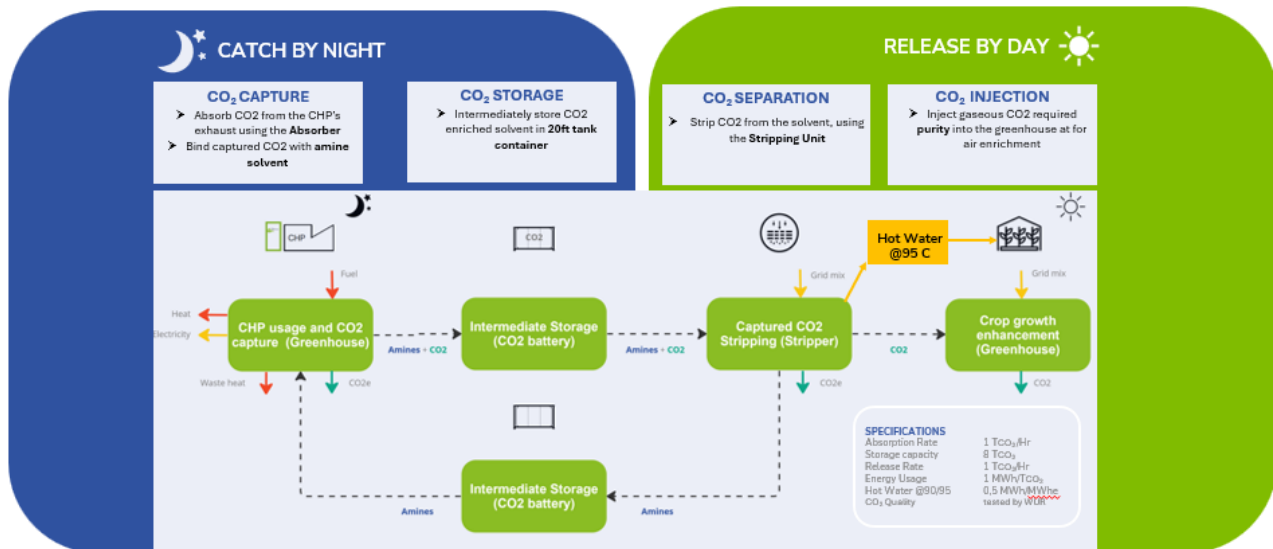
- Gasverbranding in een WKK of ketel
- Het gebruiken van externe vloeibare CO<sub>2</sub>
- Gasvormige CO<sub>2</sub> kopen bij OCAP vanuit een "dedicated netwerk".

Het verbranden van gas via een WKK installatie is altijd een kosten efficiënte oplossing geweest. Echter door de huidige uitdagingen op het elektriciteitsnetwerk in Nederland is het op de momenten dat er CO<sub>2</sub> benodigd is in de kas duurder geworden om deze direct middels een WKK te produceren. CO<sub>2</sub> is veelal benodigd gedurende de moment op de dag dat er zon is. De WKK draait het meest efficiënt tijdens de ochtend en avonduren. Hier zit dus een mis-match.

Techniek

Value Carbon biedt met het Catch en Release principe een oplossing voor dit probleem.

Hieronder is het proces te zien van afvangen, opslag en afgifte van CO<sub>2</sub> middels het Catch & Release principe.

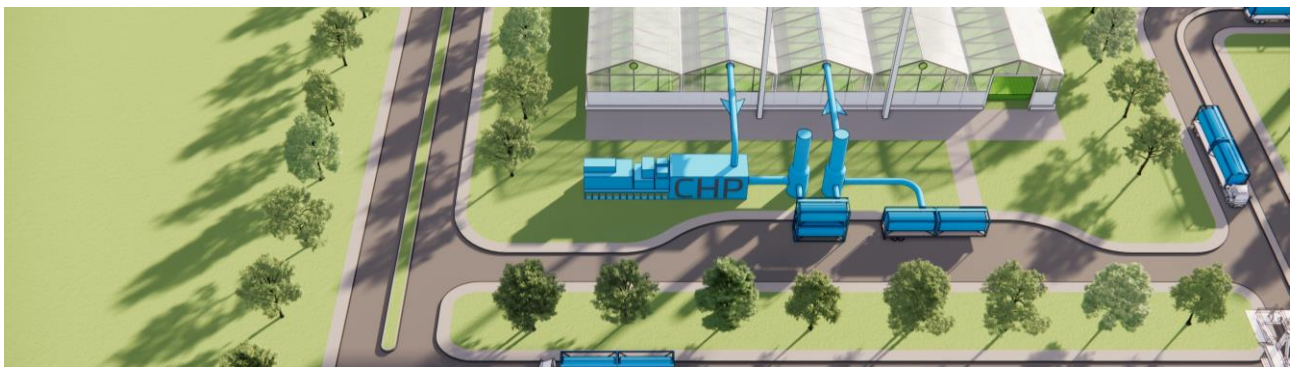


Gedurende de WKK operatie in de ochtend- en avonduren wordt de CO<sub>2</sub> opgenomen door een amine, die acteert als een vloeibare drager van de CO<sub>2</sub>. Deze vloeistof, inclusief CO<sub>2</sub>, wordt opgeslagen in een of meerdere containers.

Op het moment dat de WKK niet draait, maar er wel zon is en het gewas dus extra CO<sub>2</sub> kan gebruiken om de groei te bespoedigen kan de CO<sub>2</sub> losgemaakt worden van de amine middels het toevoegen van warmte.

Door de "eigen" CO<sub>2</sub> te gebruiken worden er minder uren met de WKK gedraaid, waardoor ook minder gas wordt gebruikt. Daarnaast zijn er geen transportbeweigingen benodigd om CO<sub>2</sub> op locatie te krijgen, zoals wel het geval is bij gebruik van vloeibare CO<sub>2</sub>.

Componentenlijst:



## Onderzoeksvragen

Door het ontbreken van kennis over toepassen van CO<sub>2</sub> Capture uit rookgassen van een WKK was het noodzakelijk een pilot c.q. tesopstelling te realiseren. Belangrijke onderzoeksvragen waar wij antwoorden op wilden krijgen waren:

- Is CO<sub>2</sub> op een betrouwbare en economisch verantwoorde manier te produceren uit rookgassen van een WKK
- Wat zijn de meest gevoelige componenten van het systeem
- Inzicht in technische werking: maximale capaciteit voor CO<sub>2</sub> afvang, opslag en afgifte.
- Inzicht in de kosten voor produceren van CO<sub>2</sub> met het Catch & Release principe.
- Inzicht in de kwaliteit van geproduceerde CO<sub>2</sub> uit de stripper.

# Resultaten

## Algemeen

Tijdens de inbedrijfstelling zijn de ontwerp uitgangspunten vergeleken met de werkelijke proces condities. Hieruit bleek dat de aannames gedaan tijdens het ontwerp corresponderen met de proces condities. Op basis van de uitgevoerde testen verwachten wij aanzienlijk hogere capaciteit te kunnen realiseren voor zowel afvang als afgifte t.o.v. de uitgevoerde testen. Het eerste commerciële systeem zal dan ook met een grotere capaciteit uitgevoerd worden.

## Catch – CO<sub>2</sub> afvangen

Middels de absorber wordt CO<sub>2</sub> afgevangen en gebonden aan onze amine. De testopstelling installatie vangt ca 500 kg/h CO<sub>2</sub> af. Dit ligt in lijn met de initiële berekeningen. Toekomstige installaties zullen worden uitgerust met een capaciteit van 1.000 kg/h tot 2.000 kg/h. Hierbij is tot 2.000 kg/h niet de capaciteit van ons systeem, maar de behoefte in de kas de bepalende/beperkende factor.

## CO<sub>2</sub> opslaan

De afgevangen CO<sub>2</sub> wordt opgeslagen in een amine, een vloeibare drager van CO<sub>2</sub>. Er zijn verschillende verhoudingen tussen de amine en water mogelijk, die ieder invloed hebben op de hoeveelheid CO<sub>2</sub> die opgeslagen kan worden in het opslagmedium. Wij gaan voor de toepassing glastuinbouw uit van een beproefde verhouding van 30% amine t.o.v. 70% water. De resultaten lagen in lijn met de initiële berekeningen.

## Release – CO<sub>2</sub> afgeven

Middels de splitter wordt CO<sub>2</sub> losgemaakt van de amine en kan het worden afgegeven in de kas. Om de CO<sub>2</sub> los te maken moet warmte toegevoegd worden aan het splitter proces. De testopstelling installatie kan maximaal 50 kg/h CO<sub>2</sub> afgeven. Dit ligt in lijn met de initiële berekeningen. Toekomstige installaties zullen worden uitgerust met een capaciteit tot 1.000 kg/h. Hierbij is tot 1.000 kg/h niet de capaciteit van ons systeem, maar de behoefte in de kas de bepalende/beperkende factor. In de toekomst zal gekeken worden naar het verder opschalen van de spitter. Een van de grootste uitdagingen is de energiebehoefte voor de splitter. Het losmaken van 1.000 kg/h CO<sub>2</sub> kost ca 1MWh aan warmte en levert ca 500kWh aan warmte aan het einde van het proces. Hoe deze warmte geleverd wordt, bepaald ook de mogelijkheid voor opschalen.

De kwaliteit van de afgegeven CO<sub>2</sub> is continue gemonitord. Deze voldeed aan de gestelde eisen.

Tijdens inbedrijfstelling waren er diverse uitdagingen die met de vloeistof niveaus te maken hadden. Na het monteren van een nieuwe levelsensor was dit opgelost.

Er blijven ook nog een aantal vragen (meest belangrijke de levensduur van de amines en werkelijke onderhoudskosten) openstaan die in komende jaren beantwoord moeten worden. Hiervoor dient het systeem langer te draaien om performance data te genereren.

Ook het volledig autonoom operen van de stripper is hier getest en er zijn diverse verbeteringen in de process control doorgevoerd om dit inderdaad mogelijk te maken.



## Conclusie Onderzoeksvragen

Door uitvoeren van dit project heeft Value Carbon inzicht gekregen in de werkelijk te bereiken (proces)technische werking om toekomstige installatie optimaal te kunnen ontwerpen. Er is detail inzicht in verkregen in de (proces)technische werking zoals het maximale afvangpercentage van CO<sub>2</sub> t.o.v. de uitlaatgassen, opslag in amines, de specifieke warmte behoefte e.d., en deze zijn in lijn met de in uitgangspunten.

De kwaliteit van de CO<sub>2</sub> voldoet aan de gestelde eisen. Er wordt in het eerste en tweede kwartaal van 2025 een test uitgevoerd bij de WUR in Bleiswijk.

Er is inzicht verkregen in de kostprijs per ton CO<sub>2</sub>. Er is geen eenduidig antwoord te geven op de kostprijs, aangezien deze sterk afhangt van de hoeveelheid CO<sub>2</sub> die per jaar afgevangen wordt en de afschrijvingsperiode van het systeem. Een algemene conclusie is wel dat voor tuinen met een oppervlak van 10 Ha of groter, het Catch & Release systeem naar verwachting aanzienlijk goedkoper zal zijn dan het gebruik van vloeibare CO<sub>2</sub>. En dit met meer autonomie voor de tuinder.

De levensduur van de amines is op basis van de door ons gebruikte verhouding redelijk in te schatten. Wij verwachten voor iedere losgemaakte ton CO<sub>2</sub> dat er 1kg amine zal degraderen. Toekomstig onderzoek zal moeten uitwijzen hoe wij de degradatie kunnen verminderen en de levensduur van de amines kunnen verlengen.

De onderhoudskosten zijn op basis van de huidige gegevens nog niet geheel bekend. Hiervoor moeten wij het systeem langer draaien.

De beschikbare ruimte op locatie is een aandachtspunt. Alhoewel het benodigde oppervlak niet groot is en tot op bepaalde hoogte flexibel in te delen, blijken de meeste glastuinbouwbedrijven weinig ruimte over te houden.

Een van de belangrijkste uitdagingen is hoe de benodigde warmte geleverd zal worden. De testopstelling heeft gebruik gemaakt van de beschikbare netaansluiting. Echter, bij een grotere capaciteit van de splitter, zal ook meer warmte benodigd zijn. Hierbij moet goed gekeken worden naar de beschikbare netaansluiting om de E-boiler te kunnen opereren. Alternatieven zijn gebruik van een warmtepomp of gebruik van zonnepanelen. Wat de beste oplossing zal zijn is locatie afhankelijk.

## Conclusie van The Valley

De techniek die door Value Carbon is ontwikkeld is een veelbelovende ontwikkeling in de transitie naar een fossiel vrije glastuinbouw. In deze transitie periode zullen we de nog fossiel geproduceerde CO<sub>2</sub> zoveel mogelijk efficiënt moeten benutten. Hiervoor is de door Value Carbon ontwikkelde techniek een heel goede optie. Wel is het nog de komende tijd nodig om een praktijk test op grotere schaal te doen om te kijken hoe het in de praktijk allemaal werkt en hoeveel we de afvang- en opslag installatie kunnen gaan gebruiken.