

ENERGLIK

WP3, Taak 1: CO2-afvangstinstallatie



Disclaimer:

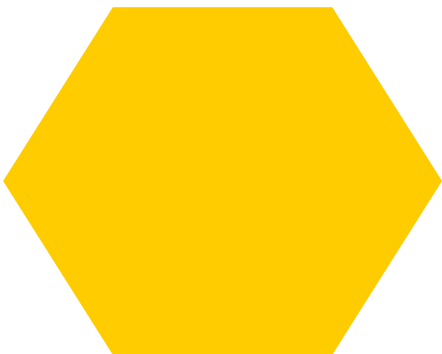
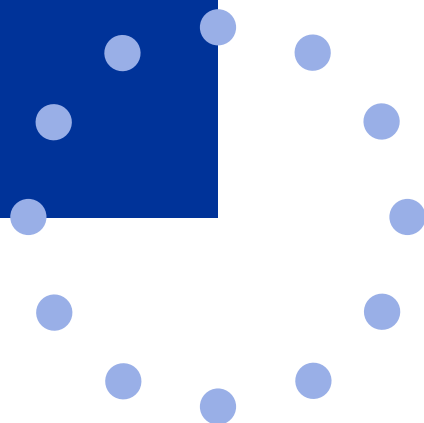
Hoog
mikken voor
de lage landen!

grensregio.eu

Inhoud

1. Optimalisatie en karakterisatie van een CO ₂ -afvangstinstallatie.....	3
1.1 Optimalisatie	4
1.2 Karakterisatie	5
1.2.1 CO ₂ -concentratie vs. recovery rate	5
1.2.2 Analyse gassamenstellingen	6
1.3 Toekomstperspectieven.....	7
1.4 Conclusie	7

1. Optimalisatie en karakterisatie van een CO₂-afvangstinstallatie



Activiteit 3.1 beoogde het operationeel maken, testen en karakteriseren van een CO₂-afvangstinstallatie door middel van een fysische scheidingstechniek. De focus ligt hier hoofdzakelijk op *Pressure Swing Adsorption* (PSA), en in mindere mate op scheiding door membraantechnologie.

1.1 Optimalisatie

Verschillende opstellingen werden onder testomstandigheden geconfigureerd met doel een zo hoog mogelijke CO₂-concentratie in de uitgaande stroom inclusief een zo hoog mogelijke recovery bij een zo laag mogelijk energieverbruik te realiseren. Deze testen werden uitgevoerd met een “kunstmatig” gasmengsel dat varieerde van 10-14% CO₂ bij 35°C en een debiet van 60-300Nm³/h als input. De configuraties verschillen doorgaans in afvangsttechnologie (PSA vs. membranen), werkingsdruk, aantal stages en type adsorbent of membraan. Tabel 1 toont de verschillende configuraties die zijn getest.

Tabel 1: Resultaten verschillende CO₂-afvangst configuraties

	Item	#1	#2	#3	#4	#5
Input	Debiet Nm ³ /h	300	60	60	300	300
	CO ₂ %	12,5	14	12,5	10	10
	N ₂ %	83	86	87	80	80
	O ₂ %	4,5	0	0	5-6	5-6
	T - °C	35	35	35	35	35
	p - kPa	50-70	50-250	700	100	700
Configuratie		Blower Cooler Dryer Buffer tank 2 stages PSA 2 vacuum pumps 2 CO ₂ buffer tanks	Booster Cooler Dryer Buffer tank 2 stages PSA Vacuum pump CO ₂ buffer tank	Booster Cooler Dryer Buffer tank 2 stages PSA CO ₂ buffer tank	Blower Cooler Dryer Buffer tank 2 stages membrane CO ₂ buffer tank 2 vacuum pumps	Booster Cooler Dryer Buffer tank 2 stages membrane CO ₂ buffer tank Vacuum pump
Vermogen	kW	48	10	10	40	48,5
Adsorbent	# stages	Silicone/13X/carbon molecular sieve	Silicone/13X/carbon molecular sieve/5A molecular sieve	Silicone/13X/carbon molecular sieve/5A molecular sieve	CO ₂ membrane	CO ₂ membrane
Output	Debiet Nm ³ /h	18	3,5	3,5	27	23
	CO ₂ %	57-62	59-67	60-64	70	70
	T - °C	35	35	35	35	35



	p - kPa	~10	~10	~10	~10	~10
	Recovery rate %	29	28	30	63	54
Opmerking en	Voor- en nadelen	Lage werkingsdruk Hoog energieverbruik Lage recovery Goedkoop in opschalen	Hoge werkingsdruk Hoger energieverbruik Lage recovery Goedkoop in opschalen	Hoge werkingsdruk Hoog energieverbruik Lage recovery Goedkoop in opschalen	Lage werkingsdruk Laag energieverbruik Membraan is gevoelig Hoge recovery Kostelijk in opschalen	Hoge werkingsdruk Hoog energieverbruik Membraan is gevoelig Hoge recovery Kostelijk in opschalen

In de keuze van configuratie is rekening gehouden met eigen aankoopbudget, potentie in de glastuinbouw en onderzoeks- en uitbreidingsmogelijkheden. Gezien de eenvoudige en relatief goedkope opschaling van PSA in vergelijking met membranen en gezien een investeringskost realiseerbaar binnen het werkingsbudget werd geopteerd voor een configuratie die nauw aansluit aan item #1 – namelijk een single stage PSA-installatie met feedback loop. Ontvochtigen van de rookgassen gebeurt door adsorptie van water aan 5Å zeoliet molecular sieve. De werkelijke CO₂/N₂ scheiding gebeurt door adsorptie aan silica gel. Deze configuratie werd vervolgens verder geoptimaliseerd op de rookgassen van de 1MW gasboiler op Thomas More. Deze optimalisatie behelst het tunen van de ideale adsorptietijden voor zowel ontvochtiging als CO₂/N₂-scheiding, alsook het vinden van de ideale over- en onderdrukken. Deze parameters zijn uiteraard afhankelijk van het gebruikte adsorbentia voor ontvochtiging en CO₂/N₂ scheiding i.e. respectievelijk zeoliet 5Å en silica gel – aangeleverd door de fabrikant.

1.2 Karakterisatie

1.2.1 CO₂-concentratie vs. recovery rate

Na het optimaliseren van de installatie op de rookgassen van de gasboiler op Thomas More werd de installatie gekarakteriseerd in functie van geleverde rookgasdebiet. Tabel 2 toont de behaalde performanties in functie van het geleverde rookgasdebiet. Deze resultaten tonen dat een hogere CO₂-concentratie in de uitgaande stroom een lagere recovery betekent en omgekeerd. Dit wordt ook nog eens getoond in Figuur 1.

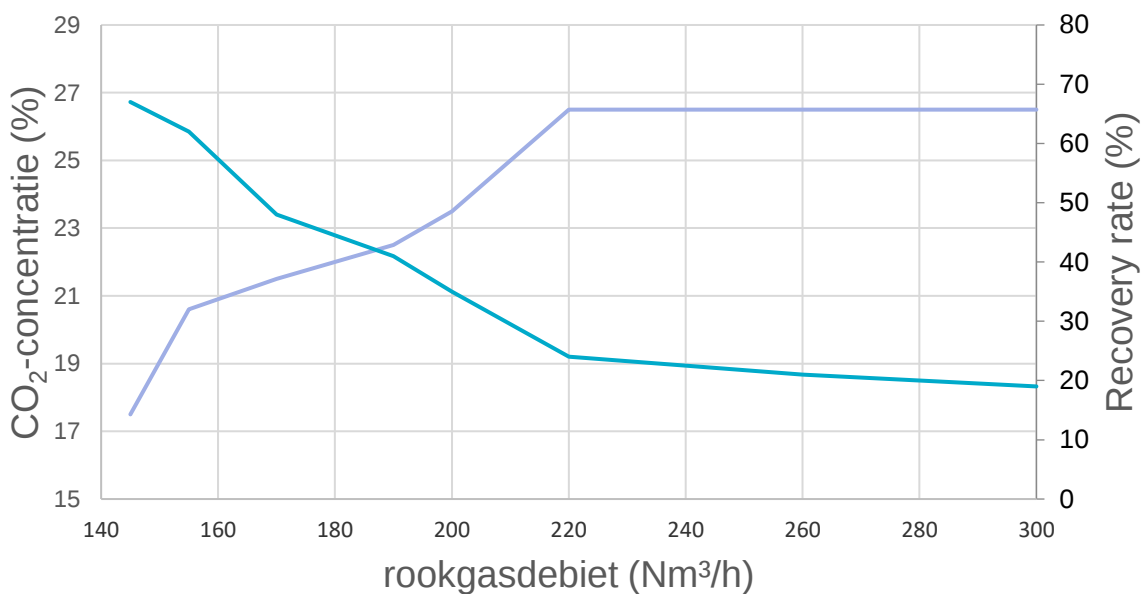
Tabel 2: Karakterisatie single stage PSA-installatie

Input	Rookgasdebiet - Nm ³ /h	145	155	170	190	200	220	260	300
CO ₂ %		8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
T - °C		35	35	35	35	35	35	35	35
p - kPa		50-75	50-75	50-75	50-75	50-75	50-75	50-75	50-75



Configuratie	Onderdelen	2 blowers 3 coolers dryer buffer tank one-stage, two-section structure PSA 2 vacuum pompen CO ₂ buffer tank control box							
Vermogen	kW	45							
Adsorbent		Silica gel							
Result/Output	debiet - Nm ³ /h	52	48	38	35	30	20	17,5	14,5
	CO ₂ %	17,5	20,6	21,5	22,5	23,5	26,5	26,5	26,5
	T - °C	35	35	35	35	35	35	35	35
	p - kPa	~10	~10	~10	~10	~10	~10	~10	~10
	Recovery rate %	67	62	48	41	35	24	21	19

Tabel 2 geeft weer dat deze installatie bij een rookgasdebiet van 300Nm³/h met 8,5% CO₂ i.e. 25,5Nm³/h 4,85Nm³/h CO₂ kan afvangen en opwerken tot een concentratie van 26,5%. Bij een rookgastemperatuur van 35°C geeft dit een massadebiet van 8,43kg/h CO₂. **De energie die nodig was voor deze scheiding en opconcentratie te realiseren wordt later aangevuld in dit rapport.**



Figuur 1: CO₂-concentratie (%) uitgaande stroom en recovery rate (%) in functie van het rookgasdebiet (Nm³/h).

1.2.2 Analyse gassamenstellingen

Daarnaast beoogde deze activiteit ook het klaar maken van de installatie voor een semi-praktijktest. In kader hiervan werd een chemische analyse van zowel de rookgassen als de opgezuiverde CO₂-stroom gemaakt. **Deze analyses worden later aangevuld in dit rapport.**



1.3 Toekomstperspectieven

Om CO₂-opslag rendabel te maken moet de CO₂-concentratie in de uitgaande stroom van de installatie nog verhogen. Met oog hierop, blijft Thomas More deze installatie in samenwerking met KULeuven aanpassen en optimaliseren. Dit beoogt o.a. herindeling/herstructurering van de installatie, testen adsorbentia,...

Daarnaast is reeds een membraaninstallatie geleverd op Thomas More die gekoppeld kan worden aan de bestaande PSA-installatie of rechstreeks op het rookgaskanaal. Deze kan de huidige CO₂-concentratie van 26,5% verder opdrijven tot 70% wat opslag rendabel zou kunnen maken. De installatie moet echter nog operationeel worden gemaakt.

1.4 Conclusie

Deze activiteit beoogde het optimaliseren en karakteriseren van een CO₂-afvangstinstallatie. Een 45kW single stage PSA-installatie met feedback loop werd geïnstalleerd, geoptimaliseerd en gekarakteriseerd op de rookgassen van een gasboiler op Thomas More. Bij een rookgasdebiet van 300Nm³/h met 8,5% CO₂ kan deze installatie 4,85Nm³/h of 8,43kg/h CO₂ afvangen en opwaarderen tot een stroom met een CO₂-concentratie van 26,5%. Na optimalisatie was deze installatie semi praktijkklaar om eerste proeven uit te voeren in de klimaatkamers op Thomas More (zie WP4.1).

De huidige concentratie is nog ontoereikend om opslag rendabel te maken. Doch ziet TM nog veel verbeteringsmogelijkheden en blijft ze ook verdere stappen nemen om deze installatie rendabel en praktijkklaar te maken voor de glastuinbouw.



Met de steun van:



Interreg
Vlaanderen-Nederland



Gefinancierd door
de Europese Unie

Energlik



Ministerie van Landbouw,
Natuur en Voedselkwaliteit



Ministerie van Economische Zaken



**Provincie
Antwerpen**



provincie limburg



provincie
Oost-Vlaanderen

Partners:



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH



Maastricht University

