

Openbaar eindrapport

JIP-project TEEI119007

“ Terugwinning van processtoffen door toepassing van een cartridge-verdamper”



Publicatiedatum: 01-01-2022

1 Gegevens project

Projectnummer:	TEEI119007	
Projecttitel:	Terugwinning van processtoffen door toepassing van een cartridge-verdamper (Afkorting: CEVAP)	
Penvoerder en medeaanvragers:	CEVAP Technology BV	(penvoerder)
	Carbogen Amcis BV	(medeaanvrager)
	Teijin Aramid BV	(medeaanvrager)
	ISPT (NL-GUTS)	(medeaanvrager)
Projectperiode:	1 oktober 2019 – 1 oktober 2020	
Contactpersoon voor meer informatie:	Hein Weijdema CEO CEVAP Technology BV Mail: hein@cevaptech.com	

2 Inhoudelijk eindrapport

2.1 Samenvatting

Carbogen Amcis, (Veenendaal) produceert cholesterol, lanolin alcohols en vitamine D preparaten. Om te voorzien in de demiwater behoefte van de diverse productieprocessen, gebruikt Carbogen kraanwater als waterbron. Tegelijkertijd wordt vanuit bepaalde processen ook warm koelwater geloosd, hetgeen een water- en energieverlies betekent. Het opwaarderen en terugwinnen van het gebruikte koelwater als demiwater zou een belangrijke CO₂- en grondstofverbruik reductie geven.

Teijin Aramid (Arnhem) produceert aramidevezels. In het productieproces wordt een specifieke zoutoplossing gebruikt, welke verdund uit het proces vrijkomt en daarom niet wordt hergebruikt. Behalve het verlies aan grondstof (water en zout) betekent het inkopen van zout door Teijin een belangrijke CO₂-post, volgend uit het productieproces van dit zout. Het concentreren van de verdunde zout-afvalstroom tot een herbruikbare zoutoplossing zou een belangrijke reductie van CO₂- en grondstofverbruik betekenen.

CEVAP Technology (Eindhoven) is een Nederlandse startup die een unieke verdamper-technologie heeft ontwikkeld: de CEVAP-verdamper. CEVAP staat voor Cartridge Evaporator en betreft een zogenaamde multi-effect verdamper, compleet gebouwd uit kunststoffen, welke is uitgerust met uitwisselbare cartridges, en kan worden aangedreven door laagwaardige restwarmte.

AMCIS, Teijin Aramid en CEVAP Technology hebben in een gezamenlijk JIP-project getest of de juiste uitvoeringsvorm van de CEVAP-verdamper respectievelijk koelwater kan regenereren tot demiwater en de verdunde zoutstroom kan concentreren voor hergebruik, en of dit voldoende kosteneffectief kan gebeuren. Dit testtraject is uitgevoerd met de CEVAP PC-100 verdamper, in het lab van CEVAP Technology in Eindhoven.

Het JIP-project heeft aangetoond dat de CEVAP-verdamper (met een aantal aanpassingen) gebruikt koelwater kan regenereren tot herbruikbaar schoon proceswater. De prestatieresultaten, waaronder de levensduur van de cartridges in het systeem en het warmteverbruik van de verdamper, lijken toereikend om de CEVAP-verdamper bij Carbogen AMCIS effectief te kunnen toepassen. Bij de Teijin-toepassing is gebleken dat de CEVAP-verdamper het zoute water kan concentreren, maar dit gebeurt met een bijbehorende performance die te veel warmte vraagt en een te lage output geeft. Hierdoor wordt de schaalgrootte voor een eindoplossing onrealistisch; verder onderzoek naar de prestatie en optimalisatie van de verdamper zou echter nog wel verbetering kunnen brengen voor deze toepassing.

2.2 Aanleiding

Carbogen Amcis, (Veenendaal) produceert cholesterol, lanolin alcohols en vitamine D preparaten. Om te voorzien in de (demi)-water behoefte van de diverse productieprocessen, gebruikt Carbogen kraanwater als waterbron. Vanuit gebruikte koelwaterstromen komt ruim de dubbele hoeveelheid aan water vrij met een temperatuur van gemiddeld 74 °C; dit gebruikte koelwater wordt geloosd. Het opwerken van kraanwater tot demiwater vereist de nodige grondstoffen en energie, terwijl het lozen van gebruikt warm koelwater een water- en energieverlies betekent.

Teijin Aramid (Arnhem) produceert aramide-gebaseerde vezels, voor diverse toepassingen. In het productieproces (op de locatie Emmen) wordt een sterke specifieke zoutoplossing gebruikt, welke niet wordt hergebruikt. Behalve het verlies aan grondstof (water en zout) betekent het inkopen van nieuw zout door Teijin een belangrijke CO₂ verbruikspost, welke volgt uit het productieproces van dit zout.

Vanwege het verlies aan grondstoffen en energie bij beide bedrijven is er interesse ontstaan in mogelijke verbeteringen van beide processen. De CEVAP-verdamper technologie is speciaal ontworpen om voor de behandeling van complexe afvalwaters een passende en economische oplossing te bieden. Hierdoor is de vraag ontstaan of de CEVAP technologie technisch en economisch toepasbaar is in bovenstaande cases.

2.3 Doel van het project

Aantonen, door middel van diverse testen met een geschaalde versie van de CEVAP verdamper (de PC-100) op werkelijke afvalwaters, dat de toepassing van de CEVAP- technologie bij beide deelnemende bedrijven leidt tot de gewenste verbetering van grondstof- en energieverbruik (met hieruit een belangrijke afname van directe en indirecte CO₂-uitstoot), via een technologisch en economisch haalbare wijze. De testresultaten van de schaaltesten zijn vervolgens gebruikt om de case voor een totaaloplossing bij beide bedrijven door te rekenen en te beoordelen op toepasbaarheid.

2.4 Werkwijze

Het project is opgedeeld in 4 werkpakketten, met kort samengevat de volgende inhoud:

WP-1: Voorbereiding en analyse benodigdheden

In dit werkpakket is een gedetailleerde evaluatie van beide business cases gedaan, waaruit een specifiek voor de CEVAP-verdamper is opgesteld, met hierin benodigde output, minimale performance, cartridge levensduur, layout, energieverbruik en benodigde deelproeven.

WP-2: Ontwerp, bouw en installatie testsystemen

In dit pakket is er een ontwerp gemaakt voor de diverse testinstallaties voor deelttesten, en zijn deze installaties gebouwd.

WP-3: Testen met de PC-100

Hier zijn de test verdampers gebruikt voor diverse testen met het afvalwater van beide deelnemers; tussentijdse modificaties op bepaalde onderdelen zijn uitgevoerd om de prestaties van de CEVAP-installatie te verbeteren. Testopstellingen zijn vervolgens afgebouwd en watersamples correct afgevoerd.

WP-4: Kennisvalorisatie en disseminatie

In het laatste werkpakket zijn projectmanagement en kennisverspreiding opgenomen; gedurende het hele project is het projectmanagement volgens plan verlopen. De kennisverspreiding is ter hand genomen door het ISPT en NL-GUTS, in samenwerking met CEVAP Technology.

3 Resultaten van het project

3.1 Resultaten van testen met de CEVAP PC-100 verdamper

De hieronder beschreven testresultaten zijn verkregen door testen met een PC-100 verdamper, welke is aangepast volgens de resultaten van diverse eerder uitgevoerde deelproeven. Op het CEVAP-lab in Eindhoven is deze verdamper vervolgens aangesloten op heetwater en koelwater toevoer, waarbij er een regeling ingebouwd is om de heetwater-temperatuur te kunnen instellen en controleren, conform de situaties zoals deze zijn gevonden bij de deelnemers on-site.

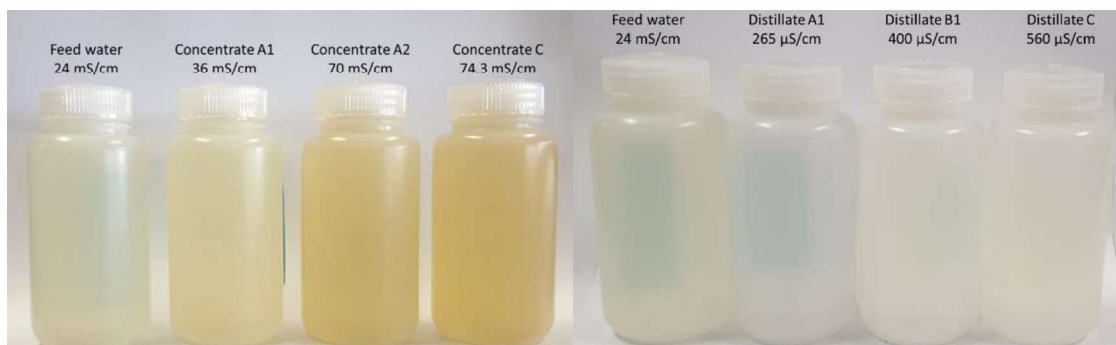


PC-100 verdamper met 4 effecten

3.1.1 Test met PC-100 op AMCIS water

Met de verkregen watersamples van Carbogen AMCIS zijn diverse testen uitgevoerd op de PC-100 verdamper. De samples zijn in een eerste stap door de PC-100 gescheiden in een concentraat en een destillaat. Het concentraat bevatte hierbij alle opgeloste elementen in het water, het destillaat was zo goed als zuiver water. Er kan worden geconcludeerd dat de PC-100 in staat is om voldoende schoon water te scheiden uit het AMCIS koelwater, en dat de PC-100 het voedingswater splitst in 50% schoon water en 50% concentraat.

De prestatie van de PC-100 kan ook worden gecontroleerd aan de hand van monsters van destillaat en concentraat tijdens deze proeven:



Duidelijk is te zien dat het destillaat te allen tijde helder van kleur is, terwijl de kleur van het concentraat donkerder wordt naarmate de concentratie toeneemt.

3.1.2 Test met PC-100 op Teijin water

Met diverse zoutwater samples zijn testen uitgevoerd op de PC-100 verdamper. Eerste scheidingstesten, met hierin een 10% zoutoplossing lieten helaas diverse onstabiele reacties van de verdamper zien: de verdamper startte in eerste instantie correct op, maar het verdampingsproces "doofde uit" na een relatief korte testtijd.

Om te analyseren wat bovenstaand effect veroorzaakt, worden de cartridges van het systeem bekeken: deze lijken in eerste instantie geen probleem te hebben. Er worden een aantal aparte testen uitgevoerd, onder andere op een aangepaste tweede verdamper waar met 1 of 2 vaten getest kan worden. Omdat het vermoeden bestaat dat interne kristallisatie in de cartridge in het eerste vat hier een rol speelt, wordt er een verlengd eerste vat getest, zie foto. Uiteindelijk blijkt dat het zoute water intern niet correct werd verdeeld over de cartridge, hetgeen resulteerde in het uitdoven van het verdampingsproces.



Na diverse aanpassingen en deeltesten blijkt de verdamper nu wel in staat om het water correct in te dampen: er wordt zelfs een hogere concentratiegraad gehaald, uit 200 liter 10% oplossing haalt de verdamper 120 liter destillaat. Er moet wel worden opgemerkt dat de kwaliteit van het destillaat (schone water) niet geheel volgens specificatie is. Dit geeft aan dat de verdeling van het zoute water over de cartridge nog steeds niet optimaal is. Er worden ook nog testen uitgevoerd bij hogere zoutconcentraties: hier wordt gevonden dat de hoeveelheid schoon water die wordt geproduceerd steeds lager is.

Ook hier kan worden geconcludeerd dat de PC-100 in staat is het zoute water goed te verwerken, maar dat de scheidingsgraad (verhouding concentraat en schoon water) lager wordt naarmate het water zouter is. De lagere destillatieproductie is hier te wijten aan het effect van verandering van het kookpunt en de chemische eigenschappen van de zoutoplossing.

3.2 Specifieke knelpunten

Bij beide toepassingen werden eerst deelproeven uitgevoerd op losse specifieke componenten van de verdamper. Hierbij werden diverse problemen geïdentificeerd, zowel in het proces als in de werking van bepaalde componenten van de verdamper. Hierbij speelde vooral de interne verpompings en verdeling van het water in de verdamper een grote rol.

Dankzij de deelproeven kon de configuratie van de PC-100 voor de testen met het AMCIS water goed worden opgezet, hetgeen ook bleek uit de goede resultaten. Hetzelfde werd niet optimaal bereikt bij de proeven met het Teijin-water: hier bleek de verdamper ook na aanpassing nog niet optimaal te functioneren.

Bepaalde componenten van de verdamper bleken correct te functioneren, maar niet robuust genoeg om dit gedurende een efficiënte levensduur vol te houden. Dit was bijvoorbeeld het geval bij de cartridges van de verdamper en de afdichtingen rond deze cartridges.

3.3 Mogelijke vervolgactiviteiten en spin-off

Vervolgactiviteiten zoals deze volgen uit de resultaten van het project zijn:

1. Doorontwikkeling van een nieuw type cartridge voorzien van een externe draagconstructie, welke beter bestand is tegen drukverschillen en effecten van tijdelijk "watertekort".
2. Doortesten met alle nieuwe systeemcomponenten/materialen en andere modificaties zoals deze uit het project volgen, om te kunnen beoordelen of deze meegenomen moeten worden in het aangepaste productontwerp van de CEVAP-verdamper.
3. Het uitgebreider testen van de overall CEVAP-performance bij verschillende zoutconcentraties. Vanuit de proeven met het zoutwater is namelijk gebleken dat het energieverbruik van de verdamper aanzienlijk hoger wordt bij hoge zoutconcentraties, hoger dan dat de theorie voorspelt. Dit lijkt te duiden op een proces-ontwerpfout in de CEVAP-installatie, welke geïdentificeerd en verholpen moet worden. Vanuit CEVAP wordt hier prioriteit aan gegeven, omdat applicaties van CEVAP systemen op zoutstromen een belangrijke markt voor CEVAP zijn.
4. Het aanbieden van een CEVAP-verdamper in productvorm, in zowel de C-100 klasse als in de C-1000 klasse, om deze te kunnen gaan aanbieden aan zowel de partners in dit project als bij andere potentiële klanten in de waterbehandelingsmarkt. Hierbij hoort ook de uitwerking van een tweede generatie cartridge-productieproces met een hoger niveau van automatisering.

3.4 Perspectief voor de toepassing

Het project heeft zowel voor AMCIS Carbogen als voor Teijin Aramid en CEVAP Technology voldoende data opgeleverd om een gedegen analyse te kunnen doen over de toepasbaarheid van het CEVAP concept bij beide partnerpartijen. Voor CEVAP Technology heeft het verloop van de testen laten zien dat het vastleggen van een standaard-performance van een verdamper moeilijk is, omdat de prestaties van de verdamper (en dan met name van bepaalde deelcomponenten) erg afhangt van het type water dat behandeld wordt.

Vanuit AMCIS zijn de resultaten van het project positief ontvangen en aangemerkt als bruikbaar voor een evaluatie binnen AMCIS om een vervolgproject op te zetten. Echter is ook aangegeven dat vanwege COVID interne projecten binnen AMCIS langzaam of niet verlopen, en investeringen zijn of worden uitgesteld.

Vanuit Teijin is een eerste analyse gedaan van de resultaten van het project: ondanks dat de CEVAP-verdamper het Zout water tot de juiste concentratie heeft kunnen brengen, blijkt dat met de huidige performance van CEVAP er teveel installaties nodig zouden zijn om de afvalwater stroom binnen de productieplant van Teijin te kunnen behandelen (concreet: er zouden minimaal 15 CEVAP C-4000 installaties nodig zijn!). Vervolgstappen en evaluaties zijn uitgesteld totdat CEVAP kan aantonen dat een significantere betere prestatie kan worden geleverd op zout water.

3.5 Conclusies en bijdrage aan doelstellingen van de regeling

De volgende conclusies en aanbevelingen kunnen worden gesteld per deelnemende partij:

1. Voor CEVAP heeft het JIP-project heel veel waarde geleverd, in de vorm van meer prestatiedata van de standaard verdamper, gebaseerd op 2 verschillende toepassingen vanuit de chemische industrie. CEVAP kan opvolgend hierop haar verdamperontwerp verder optimaliseren, en toewerken naar een ontwerp en configuratie dat een zo breed mogelijke inzet in de waterbehandelingsmarkt toelaat. CEVAP zal deze doorontwikkeling doorzetten met eigen middelen. De inzet van de CEVAP verdamper op diverse toepassingen (ook andere toepassingen dan onderzocht in dit project) zal leiden tot een duurzamere energiehuishouding via het gebruik van restwarmte, en het terugdringen van direct en indirecte CO₂-uitstoot vanwege het besparen van water en terugwinning van grondstoffen.
2. Voor Carbogen AMCIS is er aangetoond dat een CEVAP-installatie mogelijk een juiste toepassing kan vinden binnen het regenereren van koelwater, omdat de afvalwater-footprint van het productieproces omlaag wordt gebracht, ook door het gebruik van restwarmte in het koelwater zelf.
3. Voor Teijin Aramid is er voldoende aangetoond dat een CEVAP-verdamper het verdunde zoute water kan concentreren tot de juiste graad, echter het energieverbruik en de fysieke footprint hierbij zijn op dit moment te hoog om een realistische toepassing te kunnen vinden bij Teijin. Omdat CEVAP haar verdampingstechnologie nog verder uitwerkt richting product status, kan het in de toekomst zijn dat er wel een scenario ontstaat waarbij CEVAP toepasbaar is.

Als algemene aanbeveling kan worden gesteld dat het raadzaam is voor CEVAP om nauw contact te blijven onderhouden met beide partnerpartijen, om op het juiste moment vervolg te geven aan bovenstaand project. Tevens kan CEVAP Technology met de verkregen resultaten op zoek gaan naar soortgelijke industrieën/processen, om multipliers te identificeren voor de in dit project geteste toepassingen.

3.6 Toelichting wijze van kennisverspreiding & PR-project

Het ISPT en NL-GUTS hebben beide deelgenomen aan dit project om als kennisverspreiders en PR-kanalen te dienen. De resultaten van het project zijn met hen gedeeld; er is contact geweest met de Program Officer Drying & Dewatering van het ISPT om de kennisverspreiding te coördineren. Bij de eerste opzet van dit project is er besproken met ISPT dat kennisverspreiding voornamelijk gebaseerd zou zijn op het houden van presentaties door CEVAP Technology op events van het ISPT; vanwege de situatie met COVID is dit helaas niet mogelijk op dit moment. Er wordt door beide partijen nu gewerkt aan een nieuw format om de kennisverspreiding alsnog mogelijk te maken, via postersessies op virtuele events, en publicaties op mediakanalen van oa het ISPT en NL-GUTS, maar ook via expert-groepen op bijvoorbeeld LinkedIn.

CEVAP Technology zal de eindresultaten van dit project ook gebruiken in haar marketing-documentatie. Dit zal gebeuren in de vorm van een voorbeeld-toepassing gerelateerd aan met name de AMCIS applicatie, waarbij de kostenreductie, waterfootprint en de CEVAP-performance zullen worden gebruikt om een typische CEVAP-business case te presenteren.

Dit project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, Nationale regelingen EZ-subsidies, Topsector Energie uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.