



Openbaar eindrapport DUCAM project Avebe Ter Apelkanaal



1. Inleiding

Coöperatie AVEBE U.A. is de grootste verwerker van zetmeelaardappelen ter wereld. Door bioraffinage worden verschillende componenten gewonnen uit de aardappel. Voorheen lag de focus daarbij vooral op het aardappelzetmeel. Tegenwoordig gaat het om de totale verwaarding van de aardappel, waarbij aardappeleiwitten steeds belangrijker worden, zowel voor voedings- als voor diervoedingstoepassingen. Een zetmeelaardappel bevat 1-1,5 % eiwit, dat opgelost is in het aardappelsap. Het gebruikelijke proces om het eiwit te winnen, is verhitten van het aardappelsap zodat het eiwit uitvlokt en afgescheiden kan worden. Daarbij worden grote volumes aardappelsap aan de kook gebracht en na de eiwitafscheiding ingedampt. Dit is een zeer energie-intensief proces.

Het project DUCAM staat voor **DU**urzaam **C**oncentreren van **A**ardappelsap met **M**embranen. Het project is uitgevoerd bij Avebe in Ter Apelkanaal in samenwerking met Wafilin Systems als technologie expert en leverancier van de membraaninstallaties.

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

2. Doelstelling van het DUCAM-project

De doelstelling van het DUCAM-project is het concentreren van het aardappelsap, zodat minder water aan de kook gebracht en ingedampt hoeft te worden bij de eiwitwinning, waardoor het energieverbruik en de CO₂ emissie bij de verwerking van zetmeelaardappelen significant verlaagd wordt.

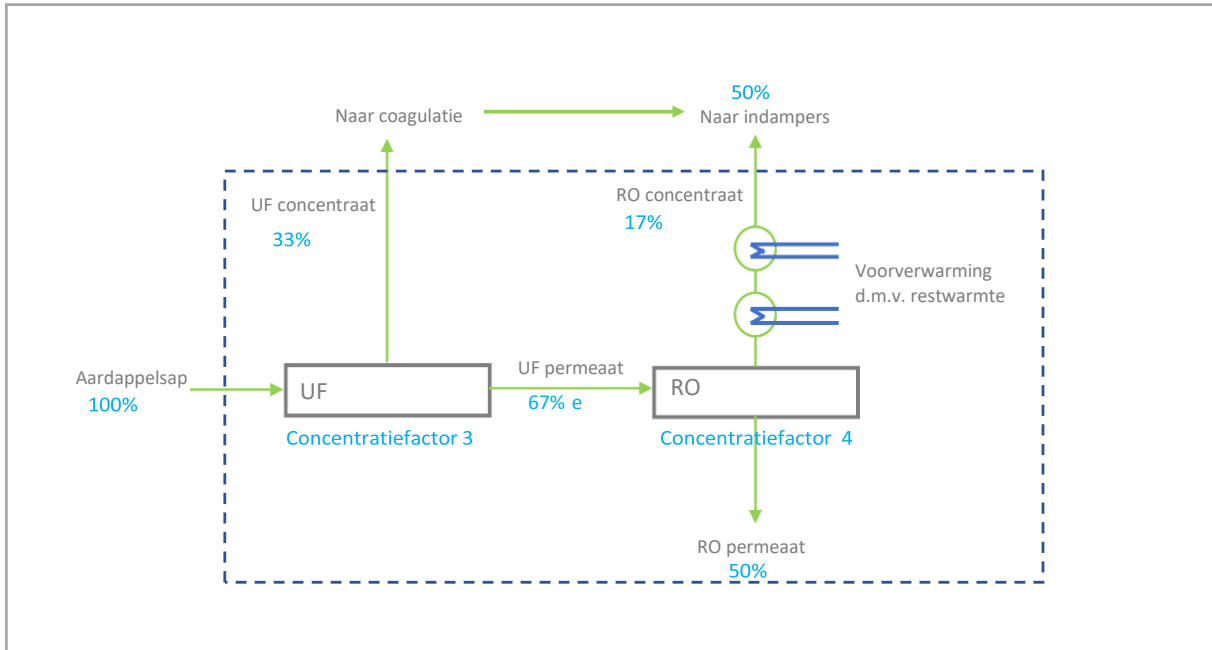
De doelstelling is een energiebesparing van 0,2 PJ per jaar en een reductie van de CO₂-emissie door de aardappelzetmeelfabriek in Ter Apelkanaal met 20%. Een verdere doelstelling is een besparing van 0,4 miljoen m³ proceswater per jaar door hergebruik van water uit de aardappel als proceswater.

Het project betreft een full-scale implementatie van de DUCAM-technologie, waarbij de totale hoeveelheid aardappelsap van de zetmeelfabriek verwerkt wordt. Daarom dient het project te resulteren in een robuust en stabiel productieproces gedurende de volledige verwerkingsperiode van zetmeelaardappelen van augustus tot en met maart.

3. Het DUCAM-proces

In het DUCAM-proces worden 2 membraantechnologieën in cascade toegepast, te weten ultra-filtratie (UF) en omgekeerde osmose (RO). Het aardappelsap wordt eerst geconcentreerd door middel van UF-membranen, die eiwitmoleculen niet doorlaten en kleinere componenten wel. De doelstelling is om het eiwit in het UF-concentraat met een factor 3 te concentreren, zodat nog maar 1/3e van de hoeveelheid stoom nodig is om het eiwit te laten uitvlokken bij de eiwitcoagulatie.

De fractie aardappelsap zonder eiwit (het UF-permeaat) wordt vervolgens geconcentreerd met RO-membranen. Doelstelling daarbij is een concentratiefactor 4. Deze membranen laten alleen water door. Dit water wordt ingezet als proceswater bij de verwerking van de zetmeelaardappelen. Het concentraat van de RO wordt samengevoegd met het onteiwitte aardappelsap na de coagulatie en wordt ingedampt tot Protamylasse. De doelstelling is dat de voeding naar de indamper qua volume gehalveerd wordt, waardoor het energieverbruik bij het indampen sterk verminderd wordt.



Figuur 1 : schema DUCAM

Tegenover de genoemde energiebesparing staat het elektriciteitsverbruik van de membraaninstallaties. De doelstelling is om door de besparing op elektriciteit bij de MDR indamper (Mechanische Damp Recompressie) het elektriciteitsverbruik van de membraaninstallaties meer dan te compenseren.

De UF en de RO zijn opgebouwd uit meerdere modules. Door het sterk vervuilende karakter van aardappelsap moet een module elke 24 uur gereinigd (CIP) worden. De installatie is zo ontworpen dat een module separaat gereinigd kan worden, terwijl de andere modules in bedrijf blijven. De UF en de RO hebben een separate CIP-installatie, waarin meerdere reinigingsmiddelen toegepast kunnen worden. Voor zowel UF als RO zijn specifieke reinigingsprocedures ontwikkeld en getest tijdens voorafgaand pilot onderzoek.



De UF membraaninstallaties

De RO membraaninstallaties

Het inpassen van de membraantechnologie in de bestaande eiwitfabriek betekende dat de “downstreamprocessing” na de membraaninstallaties volledig aangepast moest worden aan de sterk gereduceerde volumestromen en de verhoogde concentraties van deze stromen. In het verleden is wel vaker membraantechnologie gebruikt bij Avebe om aardappelsap te concentreren. Toen werden veel lagere indikkingsfactoren bereikt en was de bedrijfsvoering niet stabiel over een hele campagne door toenemende vervuiling van de membranen. Nieuw is de toepassing van 2 membraantechnologieën in cascade bij veel hogere concentratiefactoren, waarbij naar verwachting een stabiele bedrijfsvoering bereikt kan worden over een hele campagne.

4. Behaalde resultaten

Na een testfase in oktober/november 2019 zijn de DUCAM-installaties en de aangepaste “downstream processing” in december 2019 in gebruik genomen. Door de slechte oogst van zetmeelappelen in 2019 was de campagne in Ter Apelkanaal korter dan gebruikelijk en draaide de fabriek op 80% capaciteit om de opstart van DUCAM zo lang mogelijk te faciliteren. Hierdoor kon slechts gedurende een beperkte periode ervaring opgedaan worden met de fabriek in DUCAM-configuratie.

In de periode januari tot half februari heeft de fabriek op de gewenste productiecapaciteit kunnen produceren.

In deze korte periode is al een significante energiebesparing van 20 TJ behaald. Extrapolatie naar een volledige campagne op 100% capaciteit zou een energiebesparing opleveren van 118 TJ. Dat is bijna 60% van de oorspronkelijke doelstelling van 200TJ. De geëxtrapolerde CO₂ besparing is 64% van de doelstelling (berekend op basis van scope 1 van het Klimaatakkoord).

Het RO permeaat is hergebruikt bij de aardappelverwerking, waarmee bespaard is op het gebruik van proceswater. De aardappelen worden in de wasserij gewassen met water dat afkomstig is uit de aardappelen. De waterbesparingsdoelstelling van 0,4 miljoen m³ per jaar is op uurbasis voor ca 50% gerealiseerd. Dit is in lijn met de resultaten ten aanzien van de energiebesparing.

Door het concentreren van het aardappelsap worden eiwitvlokken makkelijker gevormd bij het verhitten van het aardappelsap. Hierdoor neemt het coagulerendement toe. Dit heeft een verhoging van de eiwitvangst opgeleverd met 6,6%. Hierdoor verbetert ook het specifieke energieverbruik per ton eiwit.

5. Verbeterpunten en perspectief voor optimalisatie

De ontwerp concentratiefactoren bij de UF en de RO zijn 3, respectievelijk 4.

Voor de UF is dit in principe bereikt. Bij de RO was in de afgelopen campagne maximaal een concentratiefactor van 2,5 haalbaar. De oorzaak hiervan was niet de bekende biologische vervuiling van membranen, maar een neerslag van calciumoxalaat in de membranen. Dit is bij het pilotonderzoek niet opgetreden. Onderzocht wordt nu of de samenstelling van het aardappelsap veranderd is door de groeiomstandigheden in 2019, met droogte en extreme warmte.

Door de lagere concentratiefactor van de RO moest ook de concentratiefactor van de UF verlaagd worden. Het effect hiervan is dat de nagestreefde energiebesparing bij coagulatie en indampen nog niet volledig bereikt is. Voor de volgende campagne zal een ander reinigingsregime, met ook zure reinigingsmiddelen, worden toegepast om het ontstaan van calciumoxalaat te kunnen beheersen als dat weer zou optreden.

In het procesontwerp is voorzien om het koude RO-concentraat voor het indampen voor te verwarmen met restwarmte (procescondensaat van de indamper en restwarmte van de Warmte Kracht Centrale). Door sterke vervuiling van de warmtewisselaars kon dat niet geëffectueerd worden en was extra stoom nodig voor de verwarming van het RO-concentraat. De oorzaak hiervan is een kleine hoeveelheid eiwit in het RO-concentraat in combinatie met een niet constante en te lage doorstromingsnelheid van de warmtewisselaars aan de productzijde. Tijdens de intercampagne 2020 worden aanpassingen gedaan om de snelheid en turbulentie van het RO-concentraat in de

warmtewisselaars te vergroten. Dit zal leiden tot een verbeterde warmteoverdracht en minder afzetting in de warmtewisselaars. Bovendien zal de temperatuurregeling worden geoptimaliseerd om de opwarming gecontroleerd te laten verlopen.

Tijdens de opstartperiode zijn een aantal verbeterpunten van de installatie naar voren gekomen. Die zullen in de intercampagne opgepakt worden met als doel de procesvoering te verbeteren en de energiebesparing te verhogen. Daarmee kan naar verwachting in de volgende campagne een forse stap gezet worden naar volledige realisatie van de energiebesparingsdoelstellingen van het project.

6. Bijdrage aan de doelstelling van de DEI regeling en spin-off

Met het DUCAM-project is een grote stap gezet in het duurzamer maken van het verwerkingsproces van zetmeelaardappelen, in het bijzonder de verwerking van het aardappelsap. Door toepassing van membraantechnologie wordt dit proces minder energie-intensief. De CO₂ emissie kan daarbij met 20% gereduceerd worden. Als vervolg op dit project zijn er verdere mogelijkheden voor het toepassen van deze technologie binnen Avebe. Concreet is dat het geval bij de investering in de eiwitfabriek in Dallmin (Duitsland), die bij start campagne 2021 operationeel zal zijn. Bij dit project is Wafilin Systems opnieuw betrokken voor het ontwerp, engineering en levering van de membraaninstallaties. Met het DUCAM-project wordt de grootschalige toepassing van membraantechnologie bij de verwerking van biobased grondstoffen gedemonstreerd. De toepassing van membraantechnologie bij Avebe is een industriereferentie (Avebe Ter Apelkanaal is de grootste aardappelzetmeel fabriek ter wereld). Hierdoor is de belangstelling voor toepassing in andere biobased processen nu al duidelijk toegenomen.

Voor Wafilin Systems heeft dit project tot een versterking van de kennispositie op dit terrein, in combinatie met aantoonbare praktische ervaring bij de implementatie van deze technologie. Hiermee wordt de drempel verlaagd om deze technologie ook bij andere biobased processen te gaan toepassen. Voor de toepassing hiervan in de procesindustrie is vaak het hoge watergehalte van deze grondstoffen een belemmering voor de economische toepassing. Door middel van membraantechnologie kunnen de waardevolle componenten in de biobased grondstoffen geconcentreerd worden, zodat de economie en de duurzaamheid van de processen aanzienlijk verbeterd wordt.

Dit biedt grote kansen ten aanzien van verlaging van de CO₂ emissie in het kader van het Klimaatakkoord en de inzet van biobased grondstoffen in de industrie. Dit geldt nog in sterkere mate wanneer de membraantechnologie in een "groene weide" fabriek toegepast kan worden. De kleinere volumestromen zorgen dan voor een verlaging van de investeringskosten in de "downstreamprocessing" in plaats van de extra investeringen bij inpassen in een bestaand proces.

7. Publicaties

Recent heeft Avebe in het kader van wereldmilieudag (5 juni 2020) informatie op de Avebe internetsite geplaatst over het DUCAM-project. (www.avebe.nl)

Wafilin Systems heeft in nieuwsbrieven aandacht besteed aan het project (www.wafilinsystems.nl)

Er zijn inmiddels in een aantal (vak)bladen artikelen verschenen over het DUCAM-project. Onder andere in het Dagblad van het Noorden, de Leeuwarder Courant, Waterproof, the Dutch Watersector, Wateralliance en Boerenbusiness.

8. Contactpersonen voor meer informatie over het DUCAM-project

Avebe : Erik Koops : erik.koops@avebe.com
Wafilin Systems : Harry van Dalfsen : h.vandalfsen@wafilinsystems.nl