

# Waterhergebruik in een aardappelverwerkende industrie

De awzi van LambWeston/Meijer vof in Bergen op Zoom werd uitgebreid met een Anphos<sup>®</sup>-installatie voor de verwijdering van fosfaat. De bestaande aërobe zuivering werd omgebouwd tot NAS<sup>®</sup>-systeem en er werd op pilotschaal (15 m<sup>3</sup>/uur) een membraanmodule voor slib/waterscheiding geplaatst op het slibretour van de bestaande nabezinktank. Het geproduceerde MBR-effluent werd in een pilot RO (10 m<sup>3</sup>/uur) bewerkt tot proces- en/of ketelvoedingswater. Het onderzoek werd uitgevoerd in het kader van een InnoWATOR-project en werd mede gefinancierd door Senter Novem (nu Agentschap NL).

De oorspronkelijke awzi bestond uit een anaërobe reactor (UASB) gevolgd door een aërobe waterzuivering met nitrificatie/denitrificatie met een slib/waterscheiding in een nabezinktank. In de nieuwe situatie is een milieuvriendelijke fosfaatverwijdering middels struvietprecipitatie gevolgd door een stikstofverwijdering middels de anammoxroute in combinatie met een (pilot)membraaninstallatie (NAS<sup>®</sup>-MBR) en een omgekeerde osmose installatie.

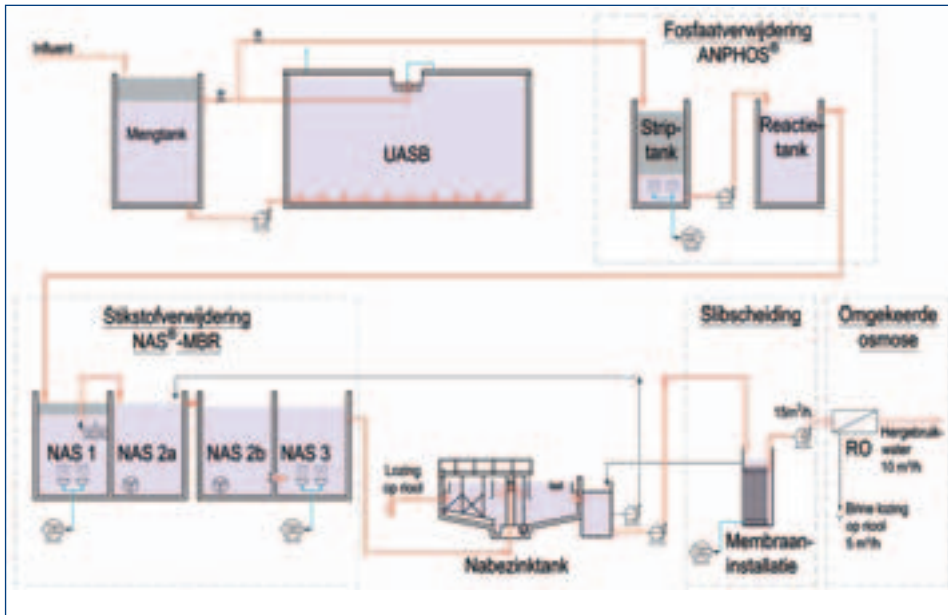
Door toepassing van de Anphos<sup>®</sup> kan MBR-effluent worden gerealiseerd met een fosfaat gehalte van ca. 20 mg/l, wat geschikt is als voeding van de RO. De resterende hoeveelheid fosfaat kan eenvoudig uit de brine worden verwijderd met een vergelijkbare techniek. In de aërobie wordt alle stikstof verwijderd zonder extra CZV-bron en wordt een effluentkwaliteit bereikt van CZV < 60 mg/l en < 10 mg/l N-tot.

De MBR produceert een goede kwaliteit effluent met een troebelheid <0,05 NTU en kan meer dan 4 maanden zonder chemische reiniging. De kostprijs omgerekend per kuub afvalwater bedraagt circa € 0,27.

De RO produceert kwalitatief goed permeaat met een geleidbaarheid <220 µs/cm wat geschikt is voor hergebruik. Ondanks de grote zoutconcentraties treedt er geen vervuiling met scaling op in de membranen. Zonder gebruik te maken van een biocide is biofouling alleen met afvalwatertemperaturen <30 °C goed beheersbaar. De kostprijs omgerekend per kuub hergebruikwater bedraagt circa €0,65. Het concentraat van de RO kan niet zondermeer geloosd worden, vanwege de hoge zout en CZV-gehalten. Met een nabehandeling is de concentratie aan fosfaten relatief eenvoudig te reduceren, maar het restant aan zouten en CZV blijft te hoog voor lozing op de meeste oppervlaktewateren. Lozing op een rwzi leidt tot de minste ecologische gevolgen, vanwege de grotere ontvangende wateren waar deze op lozen.

## INLEIDING

Recentelijk is er in het kader van een InnoWATOR project bij Lamb Weston/Meijer in Bergen op Zoom onderzoek gedaan naar een verregaande waterkringloopsluiting binnen de voedselverwerkende industrie. Het project bevindt zich in de afrondende fase en de resultaten zullen dit jaar nog gepubliceerd worden. De titel van het onderzoek is: 'Ontwikkeling (afval)waterkringloopsluiting binnen de voedingsmiddelenindustrie'.



Figuur 1. Overzicht awzi Lamb Weston/Meijer

Zoals in **figuur 1** weergegeven is, bestaat de zuivering uit een anaërobe reactor (UASB), een milieuvriendelijke fosfaatverwijdering (Anphos®), een stikstofverwijdering middels de anammoxroute (NAS®) in combinatie met zowel een nabezinktank als een membraanfiltratie voor de scheiding tussen slib en effluent. Aan de membraanfiltratie is een omgekeerde osmose installatie (RO) geschakeld om permeaat te produceren van ketelvoedingswaterkwaliteit.

De UASB wordt met 80 m<sup>3</sup>/h aan afvalwater uit de fabriek gevoed vanuit de mengtank. Het ingaande afvalwater heeft gemiddeld een CZV-gehalte van 12.000 mg/l, een fosforgehalte van gemiddeld 80 mg/l en een stikstofgehalte van 300 mg/l. In de UASB wordt het CZV gehalte voor ongeveer 80% gereduceerd en in de Anphos® en NAS® vindt een verdere reductie plaats, zodat het effluent van de membraantank en nabezinktank < 60 mg CZV/l bevat. De Anphos® reduceert het fosfaatgehalte tot < 12 mg/l ortho-P en 20 mg/l P en de NAS® reduceert het stikstofgehalte tot minder dan 10 mg/l N-tot.

De slibconcentratie in de NAS is circa 5 g/l. Dit is niet representatief voor een MBR-configuratie. Om toch onderzoek te kunnen doen naar een MBR-configuratie op een deelstroom van 15 m<sup>3</sup>/h is besloten de membraantank aan te sluiten op de slibretourtank van de nabezinktank. De slibconcentratie van de nabezink-

tank is circa 10 g/l en is representatief voor de slibconcentratie die normaal in MBR-configuraties aangehouden worden. De functie van de nabezinktank in de zuivering blijft hierbij verder behouden.

Het effluent van de MBR wordt vervolgens gevoed aan een RO-installatie, waar voor 67% aan water voor hergebruik geproduceerd wordt.

In dit artikel zal er verder ingegaan worden op de resultaten van het onderzoek naar de MBR en de RO. Hierbij komen zowel de technische, economische als maatschappelijke aspecten aan bod.

## MEMBRAAN BIOREACTOR (MBR)

MBR membranen vormen een fysieke barrière tegen slib, waardoor er geen sprake meer kan zijn van uitspoeling zoals bij een nabezinktank soms het geval kan zijn. Hierdoor kan in een MBR-configuratie het actiefslib systeem op een droogstofgehalte belast worden tussen 10 en 15 g/l. Ten opzichte van een conventionele nabezinktank is de footprint van de installatie kleiner en de kwaliteit van het effluent hoger.



*Figuur 2: Kubota plaat membranen.*

De installatie uit het onderzoek maakt gebruik van plaatmembranen van het merk Kubota. De membranen hebben een poriegrootte van maximaal 0,4 micron en vallen in het microfiltratie gebied. In de figuur 2 zijn twee van de drie membraanmodules zichtbaar na plaatsing in de tank (de folie dient nog verwijderd te worden).

In totaal is er voor 870 m<sup>2</sup> aan membraanoppervlakte aanwezig voor een productie van 15 m<sup>3</sup>/h. Dit resulteert in een netto flux van 17,2 l/m<sup>2</sup> h. Onder deze condities heeft het systeem een reinigingsfrequentie van minder dan 1 x per 4 maanden. Het effluent van is vrij van onopgeloste stoffen en heeft een troebelheid van < 0,05 NTU. Deze kwaliteit wordt bewaakt met behulp van een troebelheidsmeting. Het effluent van de installatie wordt ingezet op een RO, maar is kwalitatief ook geschikt voor andere toepassingen, waaronder waswater en koelwater.

Het membraansysteem functioneert goed in een MBR-NAS<sup>®</sup>-configuratie. Ondanks dat de flux voor industriële toepassingen volgens begrippen van membraanleveranciers redelijk hoog ligt, blijft de reinigingsfrequentie laag. Wanneer Lamb Weston/Meijer het volledige debiet uit de NAS<sup>®</sup> zou behandelen in een membraaninstallatie, zou dit omgerekend naar een kostprijs per kuub behandeld afvalwater resulteren in een bedrag van circa € 0,27.

## OMGEKEERDE OSMOSE (RO)

Omgekeerde osmose is de fijnst realiseerbare filtratietechniek die op de markt beschikbaar is. RO-membranen bieden een barrière tegen vrijwel alle opgeloste stoffen. De kwaliteit van het geproduceerde permeaat kan uitgedrukt worden in geleidbaarheid. Dit is een maat voor de hoeveelheid opgeloste zouten in het water. De geleidbaarheid hangt af van de keuze van de membranen en kan afgestemd worden op de toepassing. Om ketelvoedingswater te produceren is over het algemeen een kwaliteit van  $< 300 \mu\text{s/cm}$  noodzakelijk, maar RO-permeaat kan zelfs van demi- of ultrapuurwater kwaliteit zijn  $< 10 \mu\text{s/cm}$ . Deze kwaliteiten zijn soms gewenst in de chemische of elektronische industrie.

*Figuur 3.*  
*RO-drukbuizen.*



In het kader van het InnoWATOR-project hebben Colsen BV, KWR en Lamb Weston/Meijer vof, in samenwerking een omgekeerde osmose installatie gerealiseerd waarvan het permeaat inzetbaar is op de stoomketel. In figuur 3 zijn twee van de vier aanwezige drukbuizen zichtbaar. Het ingaande debiet van de installatie bedraagt  $15 \text{ m}^3/\text{h}$ , waarmee 67% aan permeaat geproduceerd wordt.

In de installatie zijn vier drukbuizen aanwezig, met ieder 6 membranen van het merk Trisep. De geselecteerde membranen zijn zogenaamde 'low fouling' membranen en bevatten een verhoogde spacer van 1,2 mm. Het totale membraanoppervlak bedraagt  $600 \text{ m}^2$ , wat resulteert in een flux van  $16,3 \text{ l/m}^2 \text{ h}$ . De voorbehandeling van het influent beperkt zich tot licht aanzuren (daling van  $< 1 \text{ pH}$  punt) en een periodieke shock dosering van bi-sulfiet (een geaccepteerd middel binnen de aardappelverwerkende industrie)

Het systeem is robuust genoeg om te functioneren bij een fluctuerende geleidbaarheid van  $4.000$  tot  $7.800 \mu\text{S/cm}$  en fosfaatgehaltes tot  $110 \text{ mg/l}$  ( $\text{PO}_4$ ). Onder normale bedrijfssituaties heeft het ingaande water een geleidbaarheid van ongeveer  $4.800 \mu\text{S/cm}$  en fosfaatgehaltes van  $< 25 \text{ mg/l}$ . De voorbehandeling is zo geoptimaliseerd dat de membranen niet meer vervuilen met scaling (na optimalisatie is er al maanden niet meer gereinigd met zuur). Bioufouling vormt wel een probleem. Met name in de zomermaanden, wanneer de temperatuur van het MBR-effluent meer dan  $30^\circ\text{C}$  bedraagt, is de installatie niet in staat twee weken te functioneren met alleen een shock dosering van bi-sulfiet. Dit is wel een vereiste binnen Lamb Weston/Meijer, omdat in de fabriek een productiecycclus van 12,5 dag gehanteerd wordt. Een biocide-dosering is een deze maanden dan een noodzakelijk kwaad om deze periode te kunnen overbruggen.

De kwaliteit van het permeaat is goed. Het bevat vrijwel geen calcium of magnesium (<0,5 mg/l) en valt onder de categorie onthard water. Het permeaat is voor 100% vrij van bacteriën, maar als slot op de deur is een nageschakeld UV systeem geïnstalleerd die onverhoopt optredende bacteriële doorslag elimineert. De geleidbaarheid is minder dan 220 µs/cm. Permeaat van dergelijke kwaliteit is inzetbaar op koeltorens, condensoren en kwalitatief gezien voldoet het zelfs als proceswater. Met een pH-correctie tot 8,5, is het permeaat inzetbaar op een stoomketel. Wanneer Lamb Weston/Meijer het volledige afvalwaterdebiet zou behandelen in een RO, kan uit het relatief moeilijke afvalwater ketelvoedingswater geproduceerd worden voor circa 0,65 €/m<sup>3</sup>.

## **INTEGRALE OPLOSSING VOOR OPGECONCENTREERD AFVALWATER**

Wanneer het effluent van een MBR opgewaardeerd wordt in een RO systeem, vindt er feitelijk een scheiding plaats tussen een fractie aan schoon water en een geconcentreerde fractie; de brine. De brine bevat dezelfde vracht aan zouten en CZV uit de zuivering in een verhoogde concentratie, waardoor deze vaak niet meer voldoet aan de lozingsisen.

Colsen heeft recentelijk onderzoek gedaan naar de verwijdering van fosfaten en meerwaardige zouten in de brine van een RO. Met name fosfaten zijn op vrij eenvoudige en goedkope wijze verregaand te verwijderen. Na een dergelijke behandeling resteert er nog een brine met voornamelijk hoge chloride- en kali gehalten. Op zout water is lozing geen probleem, maar op zoet water kunnen de hoge zoutgehalten een verstoring brengen in het ecologische evenwicht.

Voor de toekomst zal het een uitdaging worden voor waterschappen en industrieën om een passende oplossing te vinden voor deze problematiek. Vaak lozen rwzi's op grotere ontvangende wateren dan de industrie. Het lozen van de relatieve kleine volumes van een brine zou mogelijk via de rwzi's plaats kunnen vinden.

## **WATERHERGEBRUIK BIJ FRUITVERWERKING**

Colsen heeft in samenwerking met een fruitsorteerbedrijf en het Belgische VITO vooronderzoek gedaan naar de barrière van nanofiltratie tegen landbouwbestrijdingsmiddelen in de behandeling van waswater in de fruitsector.

Nanofiltratie houdt het grootste deel van alle opgeloste componenten tegen. Het permeaat is kleurloos, vrij van CZV en bevat vrijwel geen multivalente zouten meer. De monovalente zouten zijn wel in staat het membraan te passeren.

De resultaten uit het vooronderzoek waren veelbelovend. Van de 28 onderzochte bestrijdingsmiddelen, was de retentie van 19 componenten hoger dan 98%, van 7 componenten hoger dan 80% en had één component een retentie van 64%.

Door toepassing van een nanofiltratie verbetert niet alleen de kwaliteit van het proceswater, maar wordt ook de inname van water beperkt tot een minimum. Begin oktober 2010 is er een installatie op praktijkschaal in gebruik genomen om te onderzoeken wat de lange termijn resultaten van het systeem zijn.

*Martin Mangus, Colsen b.v.*