



### **De Blauwe Cirkel**

is een collectief onderzoeksproject onder het subsidieprogramma VIS-trajecten van het Agentschap Innoveren en Ondernemen (VLAIO). Dat programma ondersteunt innovatieve samenwerkingsverbanden in Vlaanderen.

### **Het Blauwe Cirkel-traject**

is een antwoord op de vraag van de bedrijfswereld om industriële kringlopen van grondstoffen te sluiten. Het traject focust op duurzaam hergebruik van water en zoutstromen.



## HET PROJECT IN EEN NOTENDOP

BUDGET  
**€ 1.700.000**

SUBSIDIERING DOOR VLAIO  
**€ 1.360.000**

PERSONEELSINZET  
**circa 200**  
mensmaanden

PROJECTCOÖRDINATIE

Vlaams Netwerk  
Watertechnologie  
(TNAV)

Paul Ockier  
(paul.ockier@tnav.be)

[www.blauwecirkel.be](http://www.blauwecirkel.be)

**48**

bedrijven in de  
gebruikersgroep

**8**

projectpartners

**7**

demonstraties

**12**

onderzochte  
stromen

TERMIJN

**1 juli 2012 -  
30 juni 2016**

## RESULTATEN

### DE WATEROPBRENGST VERHOGEN BIJ HET SLUITEN VAN DE WATERKRINGLOOP

- De wateropbrengst bij omgekeerde osmose (RO) voor proceswaterproductie kan stijgen met 10-20% door het voorschakelen van een ionenwisselaar.
- Bij complexe afvalwaterstromen van de afvalwaterverwerkende sector en tankreinigungssector kan een wateropbrengst tot 90% behaald worden met ultrafiltratie (UF) en omgekeerde osmose.

### EEN ECONOMISCH HAALBARE OPLOSSING UITWERKEN VOOR HET HERGEBRUIK VAN ZOUTSTROMEN

- Via de combinatie van nanofiltratie (NF) en membraandestillatie (MD) slagen we erin het regeneraat van ionenwisselaars voor ontharding te recupereren voor hergebruik als regeneratievloestof.
- Uit het regeneraat van ionenwisselaars voor de productie van gedemineraliseerd water kunnen zuren en basen (via elektrolyse met bipolaire membranen) of natriumchloride (via nanofiltratie-membraandestillatie of elektrolyse) teruggewonnen worden.

- Door elektrolyse toe te passen, kunnen we natriumsulfaat herwinnen dat opnieuw ingezet kan worden in de voedingssector. Met actieve kool bereiken we hetzelfde bij verfprocessen in de textielsector.
- Door middel van de combinatie nanofiltratie-elektrolyse kunnen we organische stoffen en sulfaten van natriumchloride scheiden, waarna we natriumchloride weer kunnen inzetten voor de regeneratie van de ionenwisselaar bij proceswaterproductie.

### INNOVATIEVE TECHNOLOGIEËN VALIDEREN VOOR HET SCHEIDEN EN CONCENTREREN VAN ZOUTSTROMEN

- We scheiden éénwaardige van meerwaardige ionen met nanofiltratie.
- Nanofiltratie en elektrolyse laten toe om metaalverontreiniging van zouten te scheiden.
- Om zouten en organisch materiaal uit een pekelbad van olijven te scheiden, komen nanofiltratie en elektrolyse in aanmerking.

### VALORISATIE VAN ZOUTSTROMEN

- Via nanofiltratie en elektrolyse kunnen we 65-100% ammoniumnitraat uit een stikstofrijke afvalwaterstroom uit de chemie herwinnen voor valorisatie als meststof, met afscheiding van metalen.
- Organische stoffen uit regeneraatstromen kunnen na een behandeling met nanofiltratie-elektrolyse ingezet worden in de landbouw.
- Zoute reststromen kunnen op een innovatieve manier ingezet worden in de aquacultuur. Als aan de kwaliteitseisen voldaan wordt, kunnen vissen gekweekt worden in zout afvalwater.

Binnen het project identificeerden we twaalf frequent voorkomende probleemstromen met zouten binnen de Vlaamse industrie. Met het oog op waterhergebruik en mogelijkheden voor hergebruik van de zouten, hebben we elk van die stromen onderzocht en de meest succesvolle technologieën op pilotschaal getest. Algemeen werden enkele belangrijke doelstellingen verwezenlijkt, die we hieronder nader toelichten.

# SUCCES- VERHALEN

## Meer lokaal hergebruik van water en zouten

### HERGEBRUIK VAN HET REGENERAAT VAN IONENWISSELAARS

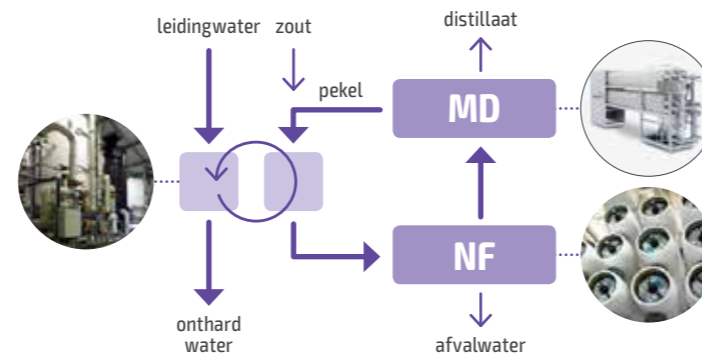
Ionenwisselaars worden in de industrie vaak ingezet bij de ontharding van proceswater. Bij regeneratie van de harsen komt een zoutstroom vrij met een hoge concentratie NaCl en in mindere mate CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub> en andere zouten. Behandeling van deze reststroom via nanofiltratie (NF) en membraandistillatie (MD) maakt hergebruik van zout en water mogelijk voor het regenereren van de harsen.

#### RESULTATEN

De NF-MD-techniek werd succesvol op pilotschaal gedemonstreerd bij Ecover in Malle, in samenwerking met Aquaver.

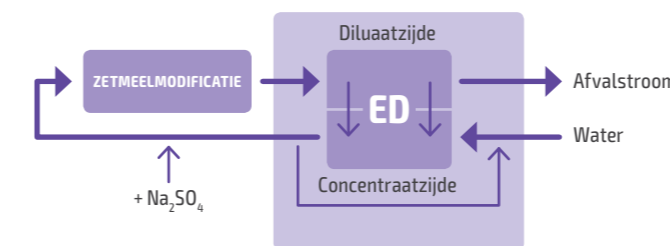
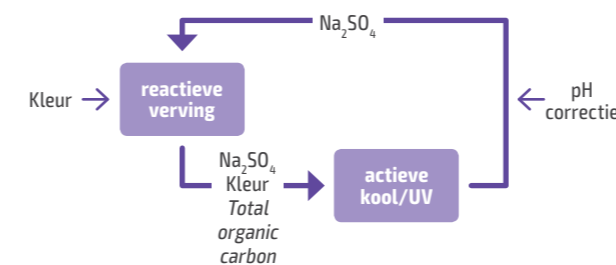
- De hele regeneraatsmengstroom werd behandeld. Tot 84% water kon hergebruikt worden. Dat betekent dat amper 16% mengregeneraat geloosd werd als NF-concentraat.
- De MD concentreert het NF-permeaat vervolgens verder op. Het MD-concentraat wordt hergebruikt voor regeneratie van de ionenwisselaar (IX). Dat leidt tot een besparing van 70% op het zoutgebruik en een beperkte daling van 4% in de harscapaciteit.
- Het geproduceerde MD-distillaat is een hoogkwalitatieve waterstroom die verder ingezet kan worden voor het regeneratieproces.

De operationele kost wordt geraamd op minder dan € 25/m<sup>3</sup> regeneraat voor middelgrote en grote installaties. Vanaf een afvoerkost voor externe verwerking boven € 200/m<sup>3</sup> wordt lokaal hergebruik interessant voor debieten van 2,5m<sup>3</sup> tot zelfs 50m<sup>3</sup> per dag.



### RECUPERATIE EN RECIRCULATIE VAN Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ALS KATALYSATOR IN EEN CHEMISCH PROCES

Natriumsulfaat wordt o.a. gebruikt in de voedingsnijverheid en ververijen binnen de textielsector. De stof komt achteraf meestal in het afvalwater van het bedrijf terecht. Naargelang de applicatie kunnen zowel actieve kool als elektrolyse instaan voor een scheiding tussen organische belasting en het natriumsulfaat, waardoor de bekomen natriumsulfaatstroom lokaal herbruikbaar wordt.



#### RESULTATEN

Actieve kool werd succesvol ingezet op afvalwater afkomstig van een uitverving van reactieve kleurstoffen bij Monks International in Wielsbeke. Het pilootproject kwam tot stand in samenwerking met Desotec. Tijdens een andere test, in samenwerking met DVD Technology a.c.k. aqua concept Benelux, onderging het afvalwater een UV-behandeling. Dat leidde tot vergelijkbare resultaten.

- Via deze techniek werd tot 90% van de organische belasting verwijderd.
- Door de selectieve verwijdering van organische bestanddelen kan tot 100% van het water en het natriumsulfaat uit deze stroom hergebruikt worden binnen nieuwe verfprocessen.

Elektrolyse werd op pilotschaal succesvol ingezet op een natriumsulfaatstroom afkomstig van de chemische zetmeelmodificatie bij Cargill in het Nederlandse Sas van Gent, in samenwerking met IEC.

- Tot 85% van het natriumsulfaat kan gerecupereerd worden. Als een deel van de stroom ingezet wordt als initieel concentraat, wordt tot 33% van het water hergebruikt.

In de drie gevallen is de techniek interessant wanneer de stroom dient te worden afgevoerd aan een hoge prijs. In de voedingssector ligt die grens op € 50/ton bij toepassing van elektrolyse. In de textielsector wordt actieve kool economisch interessant vanaf een verwerkingskost van € 200/ton.



### HERWINNING VAN WATER UIT COMPLEXE AFVALSTROMEN

De afvalwaterverwerkende sector en tankreinigungssector hebben te maken met zeer complexe afvalstromen. Water herwinnen is dus een grote uitdaging. Een combinatie van verschillende membraantechnieken biedt de oplossing. Door slechts een deel van het afvalwater te behandelen komen de lozingsvoorwaarden niet in het gedrang.

#### RESULTATEN

Ultrafiltratie (UF) gevolgd door omgekeerde osmose (RO) en UF gevolgd door forward osmosis (FO) en membraandistillatie (MD) werden getest op twee verschillende afvalwaterstromen afkomstig uit de tankreinigungssector.

- Afhankelijk van de samenstelling van de afvalstroom kan een fysicochemische voorbehandeling noodzakelijk zijn.
- Met UF-RO kan 75-90% van het water teruggewonnen worden; de combinatie UF-FO-MD behaalt een waterrecuperatie van 75-98%.

Door de hoge energievraag van MD is de combinatie UF-FO-MD economisch en ecologisch echter niet interessant. De combinatie UF-RO is wel economisch interessant, op voorwaarde dat slechts een deel van het afvalwater behandeld wordt.



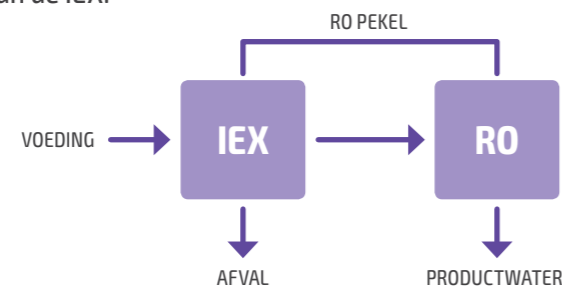


# Een efficiëntere wateropbrengst



## DE WATEROPBRENGST VAN EEN RO-INSTALLATIE VERHOGEN ZONDER TOEVOEGING VAN ANTISCALANTS

Omgekeerde osmose (RO) voor proceswaterproductie wordt vaak geconfronteerd met scaling. Om de wateropbrengst toch te verhogen zonder antiscalants toe te voegen, kunnen we een ionenwisselaar (IEX) voorschakelen. Die verwijdert de multivalente kationen (magnesium, calcium ...) die verantwoordelijk zijn voor scaling. Daardoor ontstaat een RO-concentraat rijk aan monovalente ionen, dat gebruikt kan worden voor de regeneratie van de IEX.



## RESULTATEN

De IEX-RO-techniek werd succesvol op pilotschaal gedemonstreerd bij Induss in de haven van Gent, in samenwerking met Eurowater.

- We kunnen de wateropbrengst verhogen van 75% (met antiscalants) naar 85% (zonder antiscalants). De verhoogde RO-wateropbrengst resulteert voor het bedrijf in een waterbesparing van 12%. Als we het RO-concentraat ook hergebruiken voor het regeneratieproces van de IEX, stijgt de waterbesparing zelfs naar 20%.
- Om een efficiënte regeneratie van de IEX met het concentraat te garanderen, dient een beperkte hoeveelheid zout aan het RO-concentraat toegevoegd te worden. Ten opzichte van klassieke IEX kan dat een besparing van 67% zout opleveren. De toevoeging van zout is overbodig bij hogere concentraties natrium en kalium, ten opzichte van calcium en magnesium, in de voedingsstroom.

De techniek is economisch interessant als het RO-concentraat gerecicleerd wordt. Ook voor andere types water (bv. gezuiverd afvalwater) behaalden we veelbelovende resultaten, wat erop wijst dat deze techniek breed toepasbaar is.

**BLIJVENDE  
UITDAGINGEN  
EN BLIK OP DE  
TOEKOMST**

Waterhergebruik wordt steeds meer toegepast. Dankzij de technologische evoluties uit de Blauwe Cirkel kan de efficiëntie van dit hergebruik bij industriële processen sterk verhoogd worden. Dat zonder nood aan bijkomende chemicaliën, wat de implementatie van waterhergebruik zal doen toenemen. Wel staat de sector nog voor een aantal uitdagingen.

## REGLEMENTAIRE LOZING MOGELIJK?

Door de toepassing van de technieken uit ons onderzoek kan een sterker concentraat ontstaan: de verwijderde opgeloste stoffen (zouten, N, P, CZV ...) bevinden zich in een kleiner afvalwatervolume terwijl de vracht aan verontreiniging dezelfde blijft. Het is onduidelijk of het lozen van die hoog geconcentreerde afvalwaterstroom binnen de milieuvergunning van het bedrijf valt. Er is dus nood aan een duidelijke, systematische aanpak, waarbij a priori kan worden vastgesteld of men een vergunning kan krijgen voor een verhoogde concentratie in een verminderd volume concentraat. De bedrijfs-wereld vraagt daar helderheid over, zodat die onduidelijkheid het waterhergebruik niet in de weg staat.

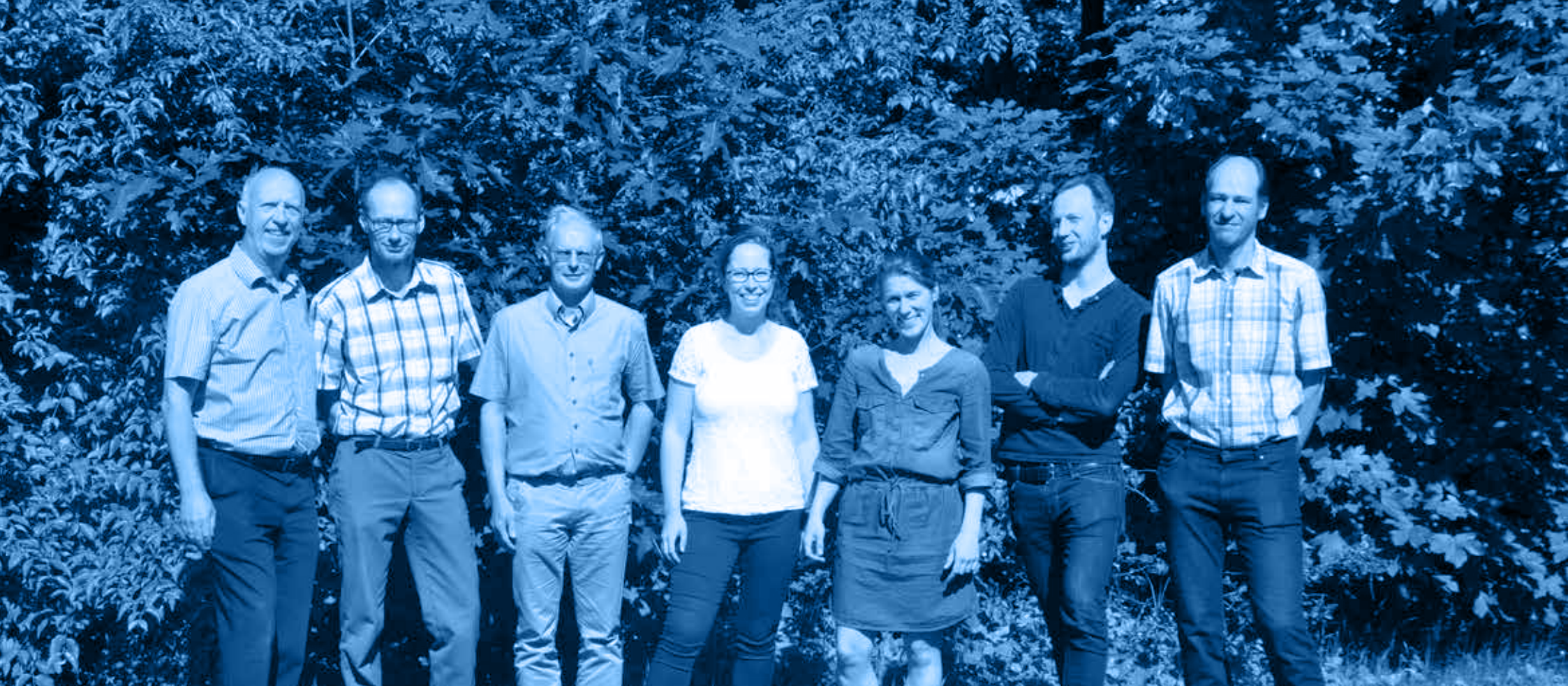
## NOOD AAN JURIDISCH KADER

Valorisatie van zoute reststromen door hergebruik van het zout blijkt bijna enkel haalbaar als het zout zuiver genoeg kan worden teruggewonnen of intern kan worden gevaloriseerd. In veel gevallen is het pas economisch interessant wanneer de zoutrijke afvalwaterstroom niet geloosd kan worden en dus afgevoerd en extern tegen een hoge kost verwerkt moet worden. Voor externe vermarkting van de teruggewonnen zouten blijkt de marktprijs van de zouten voorlopig te laag. Daarnaast vormen de administratieve en juridische drempels (grondstofverklaring, REACH-wetgeving, waaronder registratie en afzet in de landbouw als meststof ...) te vaak een struikelblok om beperkte volumes zout te gaan valoriseren. Ook hier is er duidelijk nood aan een goed, eenduidig juridisch kader, dat duidelijk weergeeft wat de stappen zijn om een teruggewonnen zout op de markt te kunnen brengen.

## KENNIS VERGROTEN

Een ander belangrijk knelpunt rond valorisatie van zouten is de zuiverheid. Uit het onderzoek van de Blauwe Cirkel blijkt dat binaire mengsels (twee soorten zouten of mengsels van zout en organische stoffen) in sommige gevallen nuttig terug te winnen zijn. Voor complexere mengsels staat de technologie echter nog niet ver genoeg. Er is nood aan onderzoek naar nieuwe technologieën voor het selectief kristalliseren of terugwinnen van zuivere zouten als steekvast product uit complexe mengsels. De kennis daarvan is momenteel nog te beperkt in Vlaanderen. Dergelijke technologie bestaat, maar is in Vlaanderen nog niet doorgedrongen en wordt nauwelijks onderzocht, voornamelijk door de beperkte economische waarde van de zouten en het onduidelijke juridische kader over afzet van de zouten.





MET SUBSIDIËRING VAN

