
Recuperatie van afvalwater : financieel interessant ?

Jacky Mortelmans, Jan Gruwez & Stefaan Deboosere

Inleiding

Het heffingbeleid op afvalwater resulteert reeds een aantal jaar in een toenemende vraag vanuit de industrie naar waterzuivering. Eenmaal dergelijke installatie operationeel is, volgt meestal nogal snel de vraag welke bijkomende behandeling van het gezuiverde afvalwater vereist is, ten einde het te kunnen aanwenden als waterbevoorradingsbron. Deze vraagstelling is bijna steeds het geval bij een hervergunning van een grondwaterwinning uit de paleozoïsche sokkel.

Fundamenteel zijn er twee mogelijkheden om afvalwater te recupereren. Een eerste mogelijkheid is dat er binnen een bepaalde productie-afdeling een interne afvalwaterstroom wordt behandeld en vervolgens opnieuw wordt aangewend. Een tweede mogelijkheid is het toepassen van een end-of-pipe techniek op de volledige afvalwaterstroom, waarbij een verdere behandeling van een deelstroom resulteert in recuperatiewater.

Navolgend wordt voor beide mogelijkheden een voorbeeld weergegeven, waarbij, naast een bespreking van de ingezette technologieën, het accent gelegd wordt op de economische haalbaarheid ervan. Het eerste voorbeeld betreft een operationele interne recuperatie van een deelstroom bij een bedrijf uit de sector oppervlaktebehandeling van metalen. In een tweede voorbeeld worden verschillende kosten / baten analyses opgesteld voor de behandeling en recuperatie van water in een textielbedrijf.

Voorbeeld 1 : Recuperatie van een interne afvalwaterstroom

Situering

Het eerste voorbeeld van waterrecuperatie situeert zich in de sector van de oppervlaktebehandeling van metalen, meer bepaald in de afdeling waar de onderdelen nat geschuurd worden. In deze zogenaamde schuurlijnzone worden relatief grote hoeveelheden gedemineraliseerd water aangewend. Het water is ten gevolge van het schuren verontreinigd met verfdeeltjes.

In het verleden werd alle afvalwater van de schuurlijnzone, tesamen met het overige bedrijfsafvalwater, behandeld in een fysicochemische waterzuivering. Vervolgens werd het nagezuiverd in een biologische zuivering waarna het als industrieel afvalwater werd geloosd in oppervlaktewater. Sinds een aantal jaren wordt het water van de schuurlijnen echter afzonderlijk behandeld via een recuperatie-eenheid zodat het kan worden gerecycleerd in het productieproces.

Samenstelling van het afvalwater

Het afvalwater van de schuurlijnen is lichtjes zuur (pH 6.0 à 6.5) en heeft een zeer lage geleidbaarheid (10 à 20 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Het gehalte aan zwevende stoffen schommelt rond de 10 mg/l. Het water vertoont tevens een lichtgrijze kleur die toe te schrijven is aan de aanwezigheid van verfdeeltjes. De gemiddelde deeltjesgrootte is ongeveer 25 μm ; de maximale deeltjesgrootte is 125 μm .

Beschrijving van de behandeling

Het afvalwater van de schuurlijnen wordt geloosd in een buffertank om schommelingen in debiet en samenstelling te egaliseren. In de afvoerleiding van de schuurlijnen naar deze buffer is een geleidbaarheidselektrode voorzien welke continu de geleidbaarheid van het geloosde water registreert.

Vanuit de buffertank wordt het water opgepompt en over een continue zandfilter behandeld.

De zelfreinigende zandfilter bestaat uit een cilindrische tank met een conische bodem. Het water wordt in de filter gebracht door middel van een aantal verdeelarmen op de toevoerleiding en doorstroomt het zandbed van onder naar boven. In de leiding van de buffertank naar de zandfilter is een debietsmeter gemonteerd die de dosering van het coagulant regelt.

Het bevulde zand wordt met behulp van een mammoetpomp naar een zandwasser getransporteerd. Daar wordt het zand in tegenstroom gewassen met een beperkte hoeveelheid filtraat. Het gereinigde zand valt uiteindelijk terug op het zandbed en wordt op deze manier continu gerecirculeerd. Het filtratieproces kan bijgevolg ononderbroken functioneren.

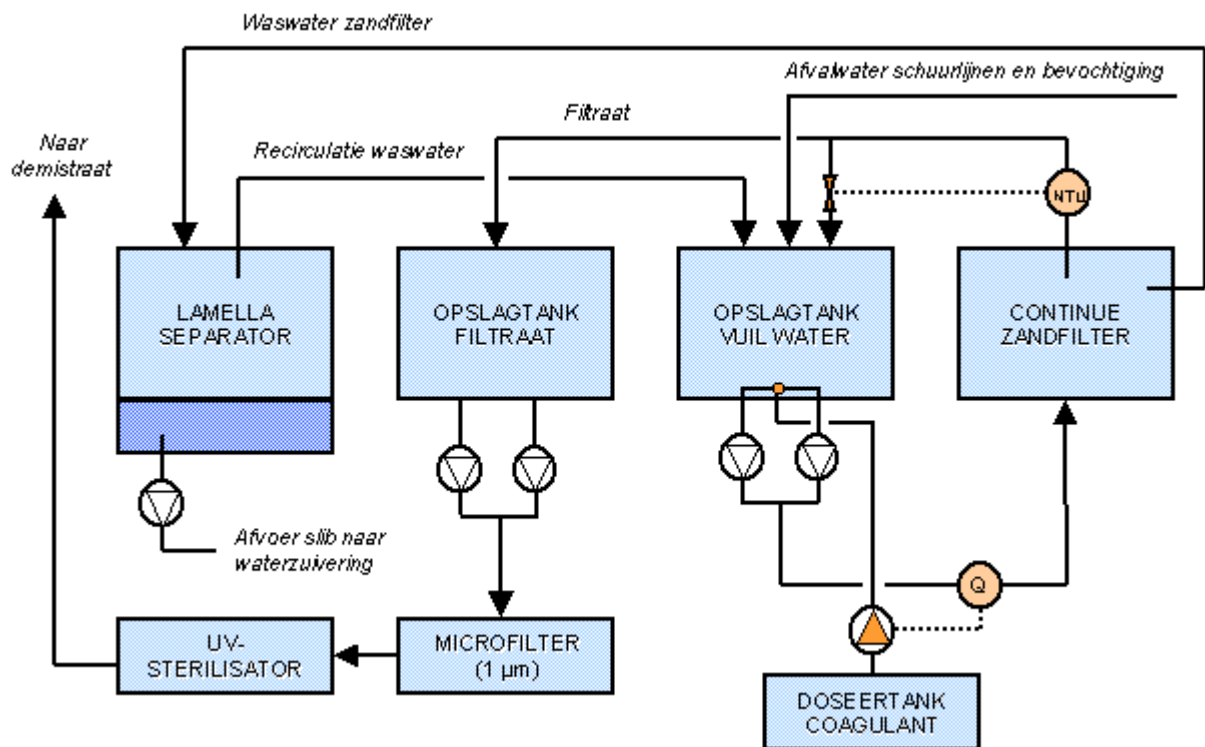
Het vervuilde waswater stroomt gravitair weg naar een lamella separator waar de slibdeeltjes via bezinking worden afgescheiden. Het bezonken slib wordt op regelmatige tijdstippen afgepompt naar de fysicochemische waterzuivering. Het bovenstaande water wordt vanuit de lamella separator geretourneerd naar de buffertank waardoor het verlies aan water tot een absoluut minimum kan worden beperkt.

Het effluent stroomt bovenaan de filter gravitair weg naar een opslagtank. De kwaliteit van het filtraat wordt continu gecontroleerd met behulp van een turbiditeitsmeter. De turbiditeit van het water is gemiddeld 0.2 NTU. Bij overschrijding van de ingestelde alarmgrenswaarde (0.7 NTU) wordt het effluent gerecirculeerd naar de buffertank waarna het opnieuw over de zandfilter wordt gepompt.

Vanuit de opslagtank wordt het behandelde water vervolgens over een microfilter (1 μm) en een UV-sterilisator behandeld. De dosering van de UV-filter bedraagt 25 mJ/cm^2 wat voldoende is voor een nagenoeg volledige desinfectie van het water. Het gedesinfecteerde water wordt gebruikt als voedingswater voor de bevochtiging van de spuitcabines en een aantal koeltorens. De overmaat wordt aangewend voor de aanmaak van gedemineraliseerd water.

De zandfilter heeft een capaciteit van 30 m^3/h en bevat 7.5 ton zand met een korrel diameter van 0.7 mm. De hoogte van het zandbed is ongeveer 1.5 m. Het filtreeroppervlak bedraagt 3 m^2 wat neerkomt op een oppervlaktebelasting van 10 m^3/h . Dit is vergelijkbaar met de belasting van een snelle zandfilter. De zandsnelheid bedraagt 2 à 3 mm/min en kan worden geregeld door aanpassing van het debiet van de mammoetpomp. De hoeveelheid waswater is ingesteld op ongeveer 3 m^3/h .

Een schematische voorstelling van de complete installatie is weergegeven in figuur 1.



Figuur 1. Flowschema recuperatie-eenheid uit sector oppervlaktebehandeling van metalen

Economische balans

De dagelijkse hoeveelheid water die via de beschreven installatie wordt gerecupereerd, bedraagt gemiddeld 600 m³/dag of omgerekend 135000 m³/jaar. Gezien dit water voorheen werd behandeld in de fysicochemische waterzuivering resulteert de recuperatie ervan in eenzelfde afname van de hoeveelheid geproduceerd afvalwater. Dit weerspiegelt zich uiteraard in een significante daling van de exploitatiekosten in het zuiveringsstation. Meer bepaald het chemicaliënverbruik (zwavelzuur, ijzertrichloride, natriumhydroxide en poly-electrolyet) en de slibproductie zijn sindsdien sterk afgenomen. De daling van de exploitatiekosten wordt geraamd op 2700000,- BEF/jaar. Daarenboven verminderde de hydraulische belasting van de waterzuivering waardoor er capaciteit vrijkwam voor toekomstige projecten.

Een tweede belangrijke bron van besparing is de daling van het verbruik aan stadswater. Na verrekening van de diverse kosten kan de besparing aan water worden geraamd op 43,- BEF/m³ of omgerekend 5800000,- BEF/jaar. De exploitatiekosten voor de beschreven recuperatie-eenheid zijn hierin verrekend. Deze kost is eerder gering en is voornamelijk toe te schrijven aan het vervangen van de filterkaarsen (1 µm) en de UV-lampen. Overige kosten worden bepaald door de dosering van het coagulant en het elektriciteitsverbruik.

De totale besparing op jaarbasis bedraagt derhalve 8500000,- BEF/jaar. De investering, die ongeveer 15000000,- BEF bedroeg, is bijgevolg in minder dan twee jaar terugverdiend.

Voorbeeld 2 : Recuperatie van afvalwater van 'end-of-pipe' zuivering

Situering

Een textielbedrijf wenst enerzijds over te gaan tot zuivering van het afvalwater, maar anderzijds, indien zulks economisch realistisch is, een verregaande zuivering toe te passen, zodat in hoge mate (tot 80 % van het debiet) kan gerecupereerd worden. De waterbevoorrading van het bedrijf verloopt momenteel hoofdzakelijk via diep sokkelwater. Dit sokkelwater vergt geen bijkomende behandeling voor gebruik in de productie.

Samenstelling van het afvalwater

Het totaal te behandelen debiet van de installatie belooft 1200 m³/d en dit gedurende zeven dagen per week. De typische afvalwaterkarakteristieken zijn verder : C.Z.V. 4500 mg O₂/l, B.Z.V. 1500 mg O₂/l, zwevende stoffen 65 mg/l, totaal stikstof 70 mg N/l en totaal fosfaat 10 mg P/l. Verder bevat het afvalwater in de grootte-orde van 0.25 mg/l tot 0.75 mg/l de metalen zink en chroom.

Beschrijving van de behandeling

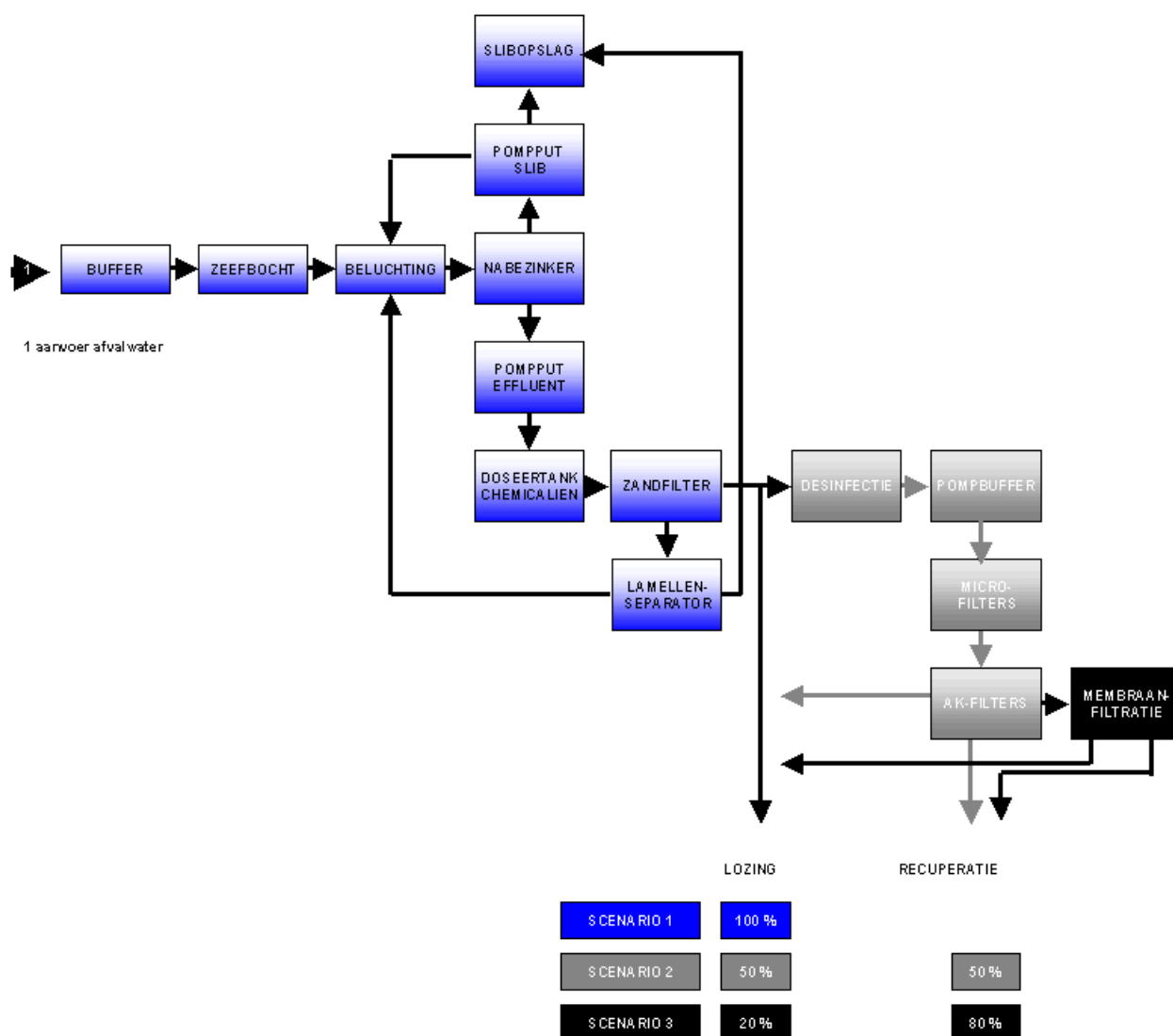
De biologische zuivering van het afvalwater vergt volgende installatie-onderdelen :

- een toevoer pompput ;
- zeefbochten ter eliminatie van vezels ;
- een afgedekt bufferbekken met inbegrip van een biofiltratie van de lucht ;
- een denitrificatiezone ter verwijdering van de overmaat aan stikstof ;
- een beluchtingsbekken ;
- een nabezinker ;
- polishing via zandfilters ;
- een slibopslagbekken.

De verdere behandeling van het biologisch gezuiverde afvalwater tot recuperatie-water is opgedeeld in twee fases. In een eerste fase is de nabehandeling voorzien van 50 % van het totale debiet. Deze nabehandeling omvat als belangrijkste onderdelen een dosering van chemicaliën op de zandfilters, een microfiltratie-eenheid, een desinfectie-eenheid en actief-koolfilters. Het bekomen recuperatie-water wordt ingezet voor een aantal verbruikers waarbij de kwaliteit van het water minder kritisch is. Het betreft in hoofdzaak spoel- en reinigingswaters.

In een tweede fase wordt de te recupereren fractie verhoogd tot 80 % hergebruik. Dit vergt een uitbreiding van de voorgaande recuperatiefase, alsook een toevoeging van een ultra-filtratie en inverse-osmose-eenheid. Het geproduceerde water kan hierbij ook worden ingezet voor aanmaak van stoom, aanmaak van verfbaden, e.a. verbruikers welke een goede waterkwaliteit vergen. Verversing van het watercircuit wordt enerzijds gewaarborgd via een blijvend verbruik aan vers water (20 % van het debiet), maar anderzijds wordt opconcentratie eveneens vermeden via toepassing van de membraanfiltratie-eenheid (inverse osmose).

Een schematische voorstelling van de complete installatie is weergegeven in figuur 2.



Figuur 2. Schematische voorstelling van een zuiverings- en recuperatie-eenheid uit de textielsector

Normering

Kritisch nader te evalueren in het gehele scenario is in ieder geval de lozing van de rest-fractie. Voornamelijk de niet afbreekbare C.Z.V.-fractie en de zouten zijn hier problematisch. Toepassing van membraanfiltratie-technieken resulteert immers in een opconcentratie in de geloosde afvalwaterfractie. Dit kan ongetwijfeld leiden tot een overschrijding van de C.Z.V.-norm niettegenstaande de vuilvracht gelijk gebleven is of zelfs verminderd is. Los van de eventuele haalbaarheid van dergelijk recuperatie-project dient er in ieder geval onderzocht te worden of de opgelegde normen nog kunnen gehaald worden.

Concreet betekent dit dat als de overheid de bedrijven wil stimuleren om te recupereren, er een aanpassing noodzakelijk is van de normering, waarbij de vuilvrachten gelimiteerd worden i.p.v. de concentraties.

Economische balans

Concrete cijfergegevens omtrent bovenvernoemde fasering is in onderstaande tabel 1 samengevat. Hierbij is scenario 0 de huidige situatie (lozing zonder zuivering van het afvalwater); scenario 1 de biologische zuivering van het afvalwater; scenario 2 de recuperatie van 50% van het debiet en scenario 3 de recuperatie van 80% van het debiet. Verder vermeldt de tabel de respectievelijke investeringsbedragen volgens het geldende scenario. Op het vlak van de te verwachten exploitatiekosten is er een driedelig onderscheid gemaakt:

- exploitatiekosten : deze omvatten het elektrisch verbruik, het verbruik aan chemicaliën, de afvoer van afvalstoffen, het onderhoud van de installatie, de opvolgingskosten onder de vorm van manuren en uit te voeren controle-analyses, het onderhoud en de huur van eventuele installatie-onderdelen ;
- restvervuiling : de te verwachten heffingsbijdrage voor lozing van het gezuiverde afvalwater ;
- waterbevoorrading : hier zijn er drie alternatieve bronnen naast elkaar geplaatst, namelijk grondwater, industriewater (d.i. water geleverd door intercommunales dat geen drinkwater is. Dit is bijvoorbeeld het geval in Oudenaarde) en leidingwater van het openbaar net. Het besproken bedrijf valt onder de eerste situatie. De aangegeven kostprijs van het water omvat naast eventuele heffingskosten, ook de pompkosten, de stockagekosten en de eventuele behandelingskosten.

Deze diverse kosten worden onder « totale exploitatiekost » gesommeerd, dit wel volgens de aard van de bevoorradsingsbron (hetzij grondwater, industriewater of leidingwater).

De haalbaarheid van het project volgt uit het onderste deel van de tabel. Hier wordt per scenario en per waterbevoorradsingsbron de terugverdientijd berekend van de respectievelijke investeringen. Deze volgt uit de verhouding tussen de investeringskost ten opzichte van de winst in exploitatie. Deze winst in exploitatie is het verschil tussen de totale exploitatiekost onder scenario 0 (= bestaande situatie) min het exploitatietotaal van een ander scenario.

Tabel 1. Investering, exploitatiekost en terugverdientijd in functie van het zuiveren en recupereren van afvalwater

scenario	0 niet zuiveren	1 zuiveren	2 zuiveren + 50% recuperatie	3 zuiveren + 80% recuperatie
investeringskost	0			
exploitatiekost	0			
restvervuiling	20 900 000,-			
waterbevoorrading	BEF	54 600 000,- BEF	63 800 000,- BEF	80 500 000,- BEF
- grondwater (5,- BEF/m ³)		8 900 000,- BEF	17 700 000,- BEF	22 900 000,- BEF
- industriewater (12,- BEF/m ³)	2 100 000,- BEF	1 800 000,- BEF	1 200 000,- BEF	1 200 000,- BEF
- leidingwater (45,- BEF/m ³)	5 000 000,- BEF	2 100 000,- BEF	1 000 000,- BEF	400 000,- BEF
totale exploitatiekost	18 700 000,- BEF	5 000 000,- BEF	2 500 000,- BEF	1 000 000,- BEF
- grondwater (5,- BEF/m ³)		18 700 000,- BEF	9 400 000,- BEF	3 700 000,- BEF
- industriewater (12,- BEF/m ³)	23 000 000,- BEF	12 800 000,- BEF	19 900 000,- BEF	24 500 000,- BEF
- leidingwater (45,- BEF/m ³)	25 900 000,- BEF	15 700 000,- BEF	21 400 000,- BEF	25 100 000,- BEF
terugverdientijd	39 600 000,- BEF	29 500 000,- BEF	28 300 000,- BEF	27 800 000,- BEF
- grondwater (5,- BEF/m ³)		5 400 000,- BEF	20 800 000,- BEF	-
- industriewater (12,- BEF/m ³)		5 400 000,- BEF	14 100 000,- BEF	95 400 000,- BEF
- leidingwater (45,- BEF/m ³)		5 400 000,- BEF	5 600 000,- BEF	6 800 000,- BEF

In het specifieke geval van het bestudeerde bedrijf levert dit dat de bouw van een biologische zuivering kan worden terug verdiend over een periode van 5.4 jaar. Concreet bedraagt het huidig kostentotaal 23 miljoen ten opzichte van 12,9 miljoen na investering in een biologische zuivering of een minder uitgave van 10,2 miljoen. Ten opzichte van het investeringsbedrag van 54,6 miljoen levert dit een terugverdientijd op van 5.4 jaar. Voorziet het bedrijf in 50 % recuperatie van het gezuiverde water dan loopt deze terugverdientijd op tot 20.8 jaar. Bij 80 % recuperatie is de totale exploitatiekost hoger dan de huidige kost en is er derhalve geen terugverdientijd.

In een scenario dat het bedrijf zou kunnen beschikken over industriewater worden de tijden iets korter vanwege de iets duurdere kost van het water. Slechts in het geval van toepassing van leidingwater worden relatief

realistische terugverdientijden (5.6 en 6.8 jaar) bekomen (hoewel deze naar industriënormen zelfs nog behoorlijk lang zijn). Dit is het gevolg van de veel hogere kostprijs voor leidingwater ten opzichte van het sokkelwater. Slechts weinig bedrijven zijn evenwel in deze situatie en in het voorkomend geval is er meestal geen beperkende factor in relatie tot de waterinname. De hoge prijs van het water leidt bovendien automatisch tot een streng waterbeleid binnen het bedrijf.

De soms dwingende eis tot verdere recuperatie van gezuiverd afvalwater is voor bedrijven welke diep sokkelwater aanwenden ongetwijfeld een drastische verhoging van de produktiekosten. De schaalgrootte van de bestudeerde installatie laat bovendien vermoeden dat bij beperktere waterverbruiken de meerkost nog zwaarder zal doorwegen.

Besluit

Dat de noodzaak er is om het waterverbruik te verminderen zal wel iedereen van overtuigd zijn. Aan de hand van de vermelde voorbeelden is het duidelijk dat in bepaalde gevallen dat ook financieel zeer interessant kan zijn. Voornamelijk als het productiewater uit gedemineraliseerd water of leidingwater bestaat, zijn afschrijvingsperiodes van 2 à 5 jaar realiseerbaar. Algemeen wordt verwacht dat de terugverdientijd de komende jaren nog zal verbeteren. Er mag immers worden aangenomen dat zowel de zuiveringskosten als de kostprijs voor de aankoop van leidingwater verder zullen stijgen. Indien het bedrijf echter gebruik maakt van grondwater of industriewater is een recuperatietechniek uit financieel oogpunt niet interessant. Het is duidelijk dat hier een stimulans noodzakelijk is (subsidies voor hergebruik of hogere heffingen op grondwater) om een gunstige kosten / baten verhouding te verkrijgen.