



# Gebruik van de kostenstandaard in R&D

**Jan Post, Emile Cornelissen en Hans Huiting**

**9 september 2010**

**KWR**

*Watercycle Research Institute*

# Inhoud

1. Plaats van kostenstandaard in R&D
2. Voorbeeldprojecten
  - AiRO
  - Sewer Mining
  - High Recovery SWRO
3. Suggesties voor verdere ontwikkeling kostenstandaard

# 1. Kostenstandaard *referentie* voor R&D inspanning

- Wat kost state-of-the-art technologie en procesvoering?
  - Analyse van kritische kostenfactoren
  - Rechtvaardiging van R&D en innovatie
  - Marktomvang schatten (bijv. In Innowatorprojecten)
  - Wat/waar kan er potentieel bespaard worden?

# 1. Kostenstandaard *richtinggevend* voor R&D

- Wat zijn de R&D doelen?
  - Wat innovatie mag kosten
  - Welke technologische doelen (bijv. fluxtoename, energiebesparing, etc.)
  - Technologieontwikkeling: prijs van componenten
  - Zelfs: hoe moet innovatie worden vormgegeven (parallelen zoeken met referentie)

# 1. Kostenstandaards *beperkingen* in R&D

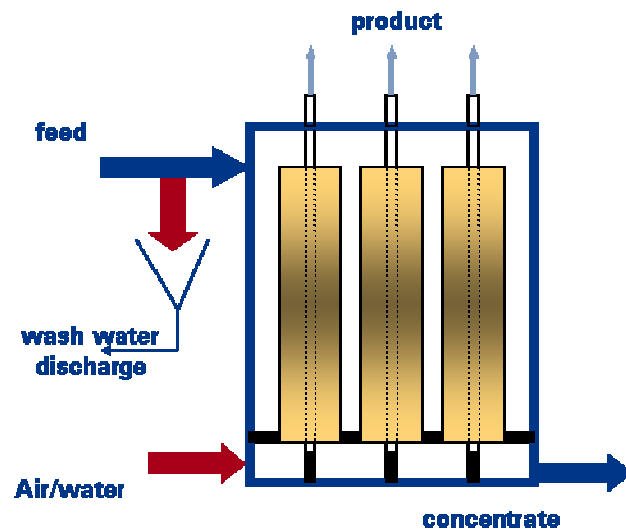
- Wat zijn de beperkingen van de kostenstandaard?
  - Niet alle R&D doelen (volledig) in geld uit te drukken
    - Kwaliteitsdoelstellingen
    - Milieueffecten, duurzaamheid, carbon-footprint
    - Footprint, ruimtelijke inpassing, ...
    - Maatschappelijk draagvlak, ...
    - Wetgeving, vergunningen, beleid, ...
  - Risico van innovatie niet in kosten
    - Gevoeligheidsanalyse op aannames
    - Aanloopkosten

## 1. Kostenstandaards *beperkingen* in R&D (2)

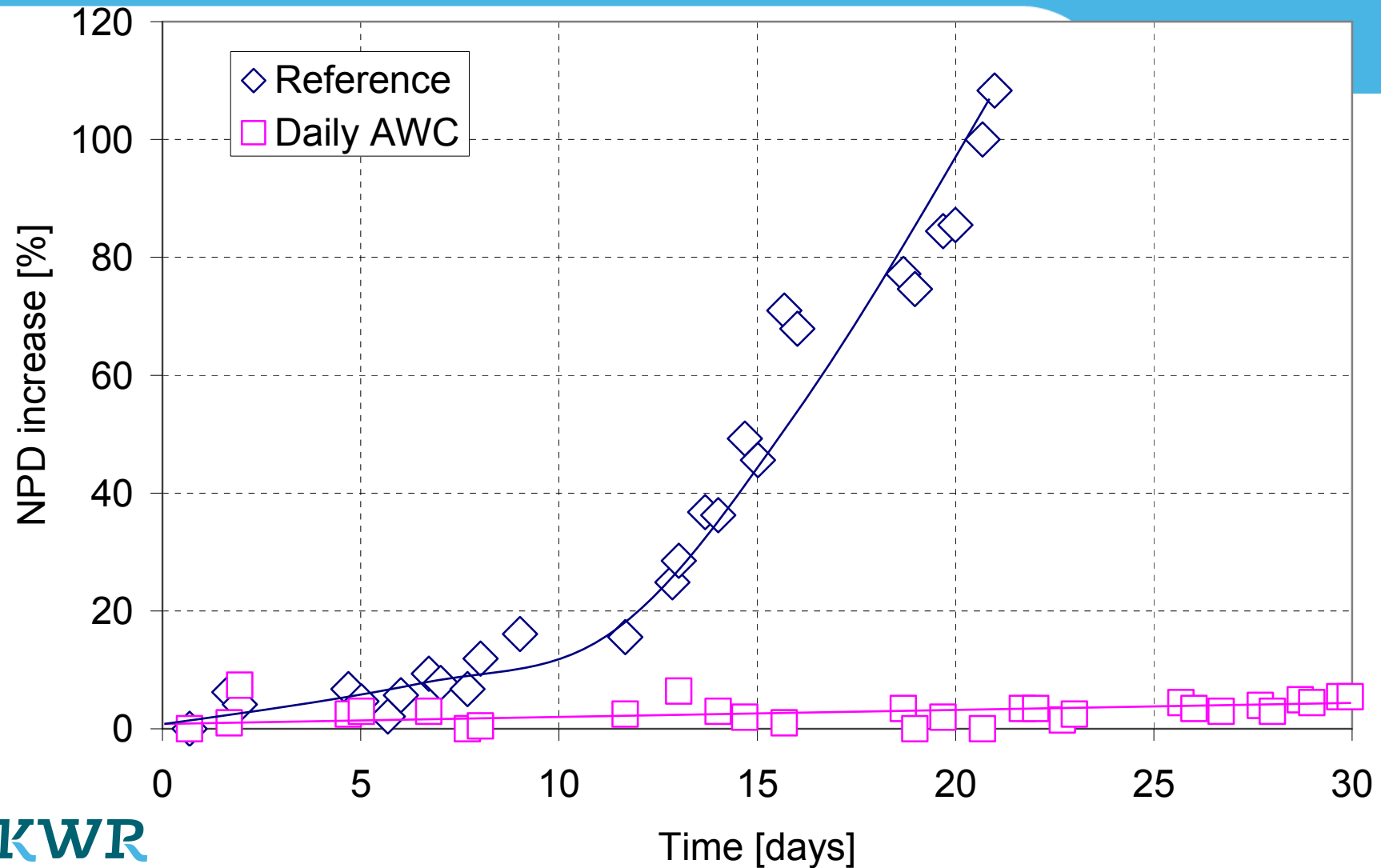
- Wat zijn de beperkingen van de kostenstandaard (2)?
  - Technologie vergelijken op kosten, maar blijven soms appels en peren
    - Innovatie is zelden een substituu
  - Niet toepasbaar in wetenschappelijke publicaties
    - Niet in publieke domein, dus geen referentie
    - Moeilijk te verifiëren (geanonimiseerde referenties)
    - Kostenberekeningen in wetenschap niet gebruikelijk
    - ...

## 2a. AiRO: lucht/watergespoelde Reverse Osmosis

- Beheersen van vervuiling
- Stabieler bedrijfsvoering
- Minder reinigingen, minder chemicaliegebruik, langere levensduur membranen



## 2a. AiRO: effectief, voldoet aan verwachtingen





## 2a. AiRO: kosten-baten-analyse

Input voor kostenstandaard:

Extra kosten:

- AiRO processtap  
(Aanname: lijkt op NF/RO functie?)

Besparingen:

- Kleinere RO (minder cap., hogere flux)
- Minder chemicalien
- Langere levensduur membranen

Positief:

- Eerste fullscale
- Voortgaande R&D

**KWR**

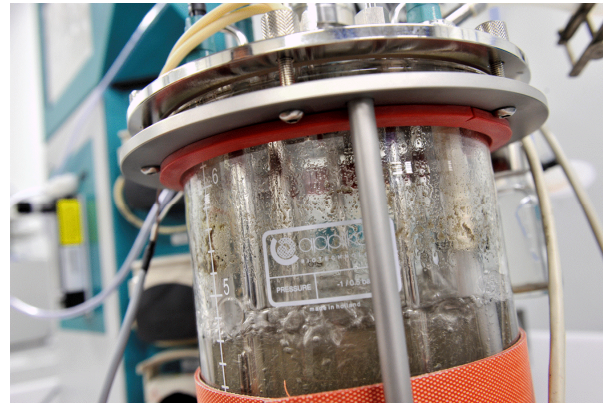


Evides Industriewater, DWP plant (2010)  
Using AiRO technology developed by KWR  
Capacity: 1,400 m<sup>3</sup>/h industrial Demi Water  
Source: Brielse Meer Water

## 2b. Sewer Mining: water en/of energie uit het riool

Combinatie van drie technologieën

- Forward Osmosis (FO)
- (Anaerobe) digestie van rioolwater
- Concentratie Proces (e.g. Omgekeerde Osmose)

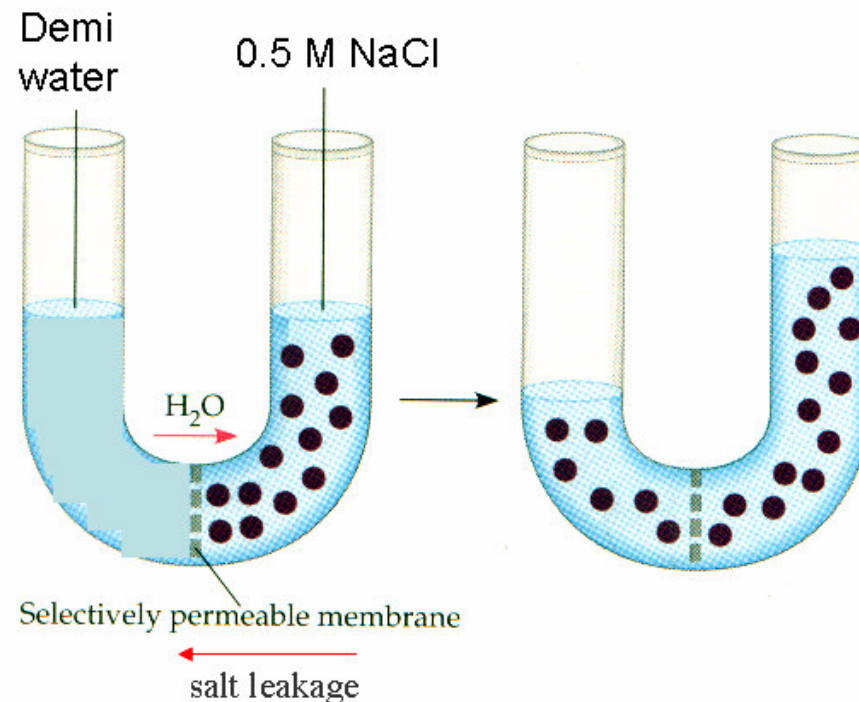


## 2b. Sewer Mining: water en/of energie uit het riool

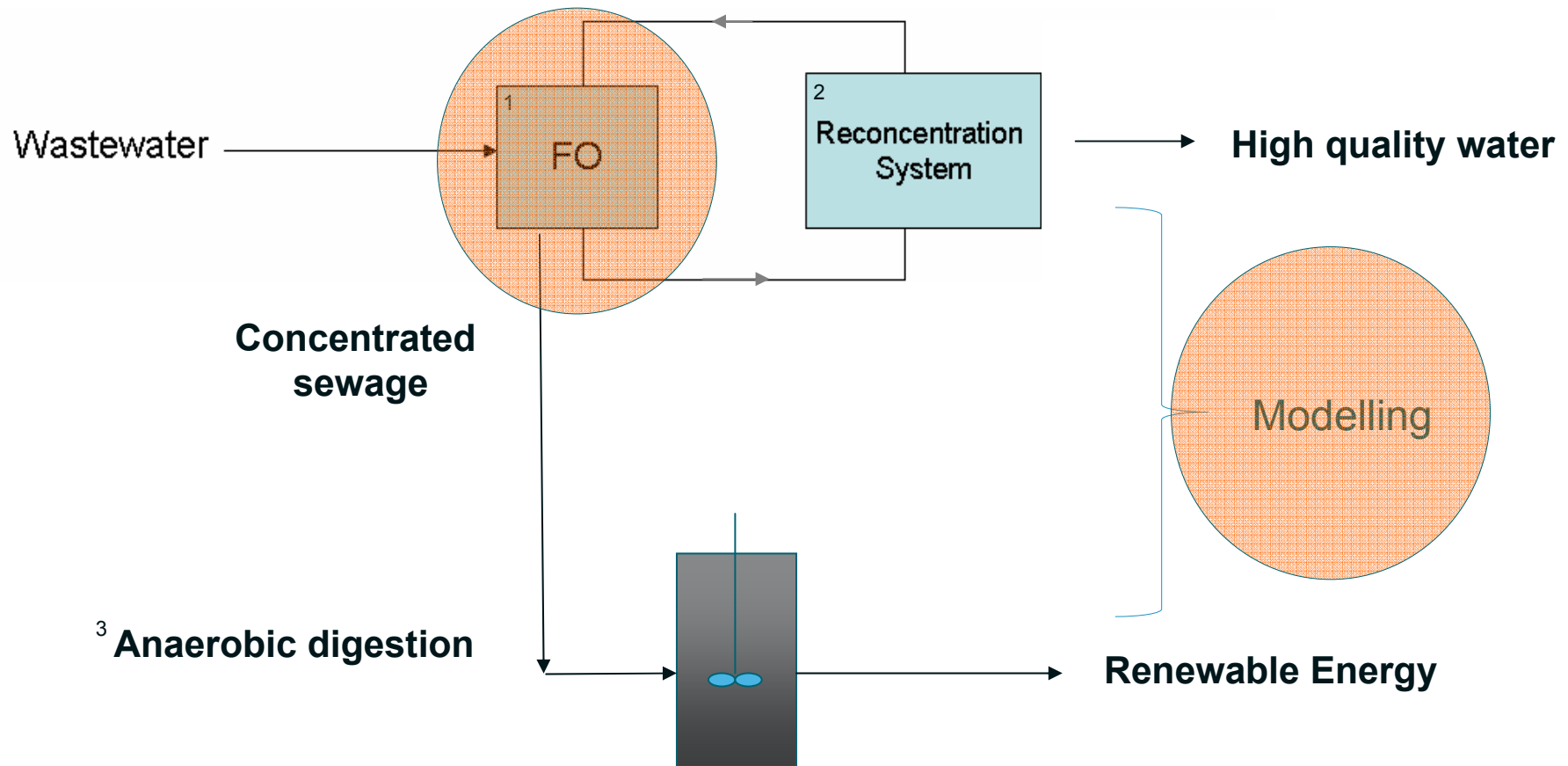
### Forward Osmose

-(Forward) osmose is het transport van water door een deels permeabel membraan agv concentratie verschil

- Passief proces
- Colligatieve eigenschap
- Energie productie



## 2b. Sewer Mining: water en/of energie uit het riool



## 2b. Sewer Mining: water en/of energie uit het riool

### Voordelen

- Decentraal water productie (kostenbesparing in infrastructuur)
- Energy besparing (FO proces, digestie van rioolwater)
- Betere product kwaliteit (dubbele barrière)
- Minder membraan vervuiling (FO proces)
- Geen concentraat

- Partners: KWR, TUD, Triqua, HTI, Waternet
- 2 PhD projects + the first FO pilot (1 m<sup>3</sup>/h) with submerged flat-sheet membranes

**KWR**

AGV award 2010



## 2b. Sewer Mining: welke membraanconfiguratie?

### Mogelijke configuraties en kostenfuncties:

- Flat sheet piles (electrodialysis reversal – referenties zoeken)
- Spiral-wound membrane modules (nanofiltration - kostenstandaard)
- Capillary membrane modules (ultrafiltration - kostenstandaard)
- Submerged modules (membrane bio-reactors – referenties zoeken)

### Voorbeeld aanpak

- Standaard:  $C = a Q_f^b + c$
- + extra mechanical engineering:  $+ 0.5 a Q_d^b$
- + civil engineering (indien niet in ref.):  $+ 0.3 C$
- - aftrekken onnodige equipment (druk, E-vermogen): p.m.
- + vervangen membranen voor FO membranen (corr. prijs en flux)

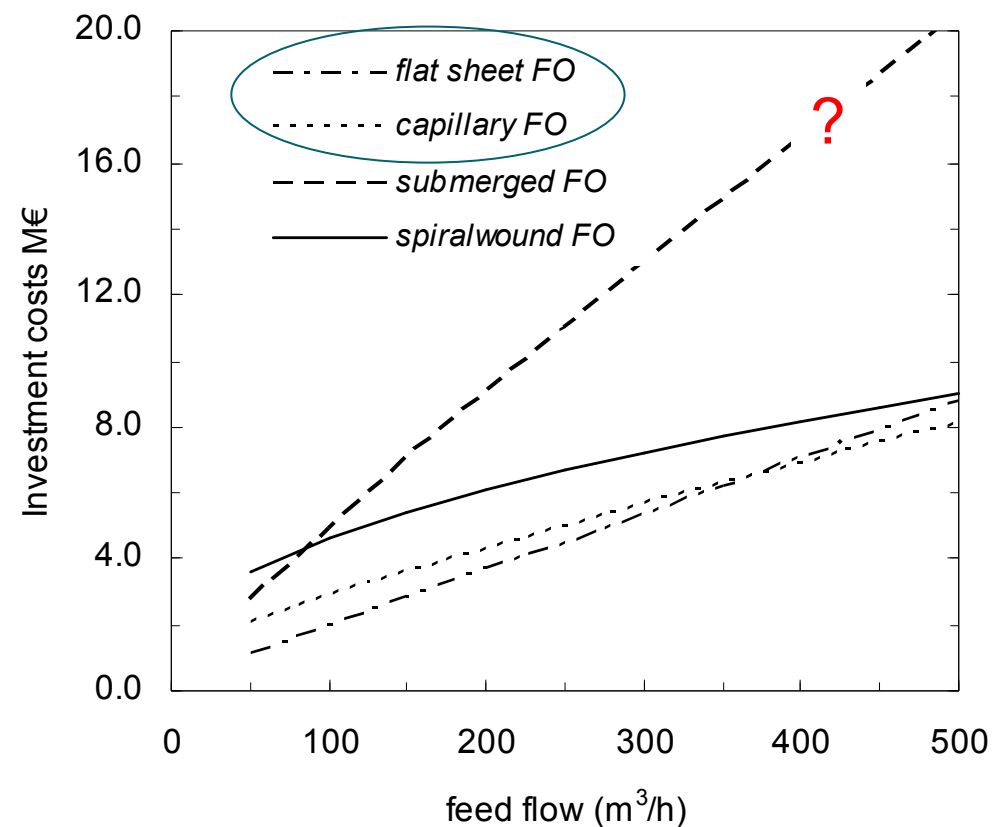


## 2b. Sewer Mining: mogelijk flat-sheet of capillair

Nog geen keuze gemaakt  
maar toch richtinggevend

Naast configuratie ook hele  
schema meenemen:

- Voorzuivering verschilt per configuratie
- Concentratiefactoren ('recovery') mogelijk ook, dan nageschakelde processen ook



## 2c. Hoge recovery SWRO: zinvol om R&D te doen?

Huidige situatie:

- Hoogst mogelijke druk limiterend, 70-90 bar
- Lage recovery SWRO, daardoor grote voorzuivering

Mogelijke innovatie: voorontzouten met ED

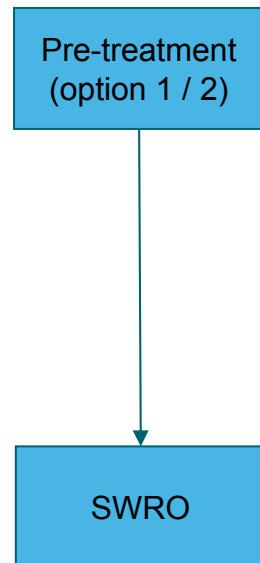
- Lagere druk mogelijk, besparing hoge druk equipment, BWRO ipv SWRO
- Hogere recovery, daardoor kleinere voorzuivering SWRO

Voordat er R&D wordt verricht: analyse van de potentie

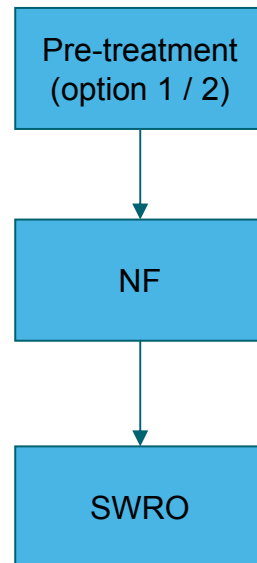


## 2c. Hoge recovery SWRO: vergelijken met referenties

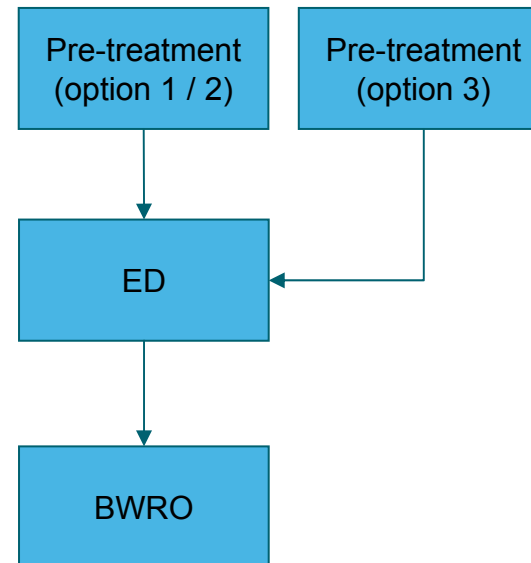
**State-of-the-art:  
SWRO**



**Hybrid scheme:  
Pre-desalination with NF**



**Hybrid scheme:  
Pre-desalination with ED**



referenties

Mogelijke innovatie

## 2c. Hoge recovery SWRO: doorgaan met R&D

|                                  | State-of-the-art<br>SWRO | Alternative<br>NF-SWRO | Proposed<br>ED-BWRO |
|----------------------------------|--------------------------|------------------------|---------------------|
| Pre-treatment (Option 2)         | 0.40                     | 0.41                   | 0.25                |
| Pre-treatment (Option 3)         |                          |                        | 0.02                |
| Pre-desalination step (NF or ED) |                          | 0.13                   | 0.14                |
| Desalination step (SWRO or BWRO) | 0.20                     | 0.20                   | 0.10                |
| Energy (0.1 €/kWh)               | 0.20                     | 0.21                   | 0.19                |
| <b>€/m<sup>3</sup> desalted</b>  | <b>0.81</b>              | <b>0.95</b>            | <b>0.70</b>         |

referenties

Moeite waard om verder R&D te doen!

### 3. Suggesties doorontwikkeling kostenstandaard

- Inbouwen van loops in flowschema's
  - Recirculatiestromen
  - Mengverhoudingen
  - Bronnendiversificatie
- Verdere uitsplitsing van kostenposten (componenten)
  - Mogelijkheid meer inzicht in potentiële besparingen
  - Voor nieuwe technologieën mogelijk meer parallellen met componenten dan met gehele technologie
  - ...
- Kostenstandaard in de watercyclus



Bedankt voor de aandacht

2009-10-20