



BTO 2004.066
December 2004

Ionenwisseling als alternatief voor korrelreactoren en NF

Mogelijkheden voor hergebruik van de
regeneratievloeistof en reguleringen voor lozingen



BTO 2004.066
December 2004

Ionenwisseling als alternatief voor korrelreactoren en NF

Mogelijkheden voor hergebruik van de
regeneratievloeistof en reguleringen voor lozingen

© 2004 Kiwa N.V.
Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag
worden verveelvoudigd,
opgeslagen in een
geautomatiseerd
gegevensbestand, of
openbaar gemaakt, in enige
vorm of op enige wijze,
hetzij elektronisch,
mechanisch, door
fotokopieën, opnamen, of
enig andere manier, zonder
voorafgaande schriftelijke
toestemming van de
uitgever.

Opdrachtgever
College van Opdrachtgevers BTO

Projectnummer
111527.080

ISBN

Kiwa N.V.
Water Research
Groningenhaven 7
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein

Telefoon 030 60 69 511
Fax 030 60 61 165
Internet www.kiwa.nl

Colofon

Titel

Ionenwisseling als alternatief voor korrelreactoren en NF; de regeneratievloeistof

Projectnummer

11.1527.080

Projectmanagers

Gerard van Houwelingen (DHV)
Erwin Beerendonk (Kiwa)

Kwaliteitsborgers

Joost Kappelhof, Bas Heijman (Kiwa)

Auteurs

Wolter Siegers, Lilian Bernhardi (Kiwa)
Jan Post, Michel Riemersma (DHV)

Bijdragen

Ron Jong (Vitens)
Gert Reijnen (WML)

Dit rapport is verspreid onder BTO-participanten en is openbaar

Samenvatting

Voor ontharding van drinkwater in Nederland wordt veelal gebruik gemaakt van korrelreactoren. De keuze voor pelletontharding in plaats van ontharding door ionenwisseling is ingegeven door het relatief hoge chemicaliënverbruik en de afvalproblematiek bij ionenwisseling. Bij grootschalige toepassingen is pelletontharding bovendien financieel aantrekkelijker. De komende jaren moet in Nederland op een aantal locaties nog ontharding van drinkwater worden gerealiseerd. Het gaat daarbij vooral om kleinschalige toepassingen (kleiner dan 3 miljoen m³/jaar). In dergelijke situaties kan ionenwisseling interessanter zijn als techniek voor ontharding dan pelletontharding. Daarnaast hebben de waterleidingbedrijven ook op andere terreinen belangstelling voor ionenwisseling. Het gaat hierbij voornamelijk om kleur- en nitraatverwijdering.

Het doel van dit deelrapport is het vaststellen van de mogelijkheden van behandelen van het regeneraat voor eventueel hergebruik of afzet. Tevens is de wettelijke regelgeving voor het lozen van regeneraat uitgewerkt om de mogelijkheden en valkuilen inzichtelijk te maken.

Wanneer de regulering voor opslag in de bodem en lozen op oppervlaktewater of op het riool wordt beschouwd blijkt dat de mogelijkheden voor het direct afvoeren van regeneraat beperkt en het regelen ervan tijdrovend kunnen zijn. Veelal is de zoutvracht te hoog en lijkt opmengen met een andere (zoutloze) afvalstroom dan de enige mogelijkheid. Alleen voor kleine hoeveelheden biedt afvoer via het riool enige mogelijkheden, mits de werking van het RWZI niet wordt aangetast. Men is erg afhankelijk van de locatie (in de buurt van oppervlaktewater, is de riolering er op voorzien) en de plaatselijke overheid (provincie, gemeente). Daarnaast dienen eerst alternatieven onderzocht te zijn voordat aan lozing kan worden gedacht.

De mogelijkheden voor hergebruik en/of afzet blijken voldoende aanwezig. Afhankelijk van het gekozen systeem (zwakzure of sterkzure kationwisseling) kan er gekozen worden voor nabehandeling (door gebruik van Reversed Osmosis, Nanofiltratie, Electrodialyse, indamping en/of precipitatie) of directe afzet aan een afnemer (producent van substraten). Als producten blijven, afhankelijk van de gekozen opzet, CaCl₂, CaCO₃ of Ca(NO₃)₂ over. Wanneer het gebruik van kationwisseling voor ontharding wordt afgezet tegen technieken als pelletontharding en nanofiltratie [Post en Siegers, 2004], blijken de kosten voor het behandelen (€ 2,0 - 4,5 per m³ regeneraat), binnen de maximaal aanvaardbare kosten (tot € 10 per m³ regeneraat) te vallen. Opgemerkt dient te worden dat deze kosten slechts indicatief zijn, exclusief lozingskosten en besparingen op chemicaliën. Daarnaast zijn de kosten afhankelijk van de waterkwaliteit ter plaatse van de te ontharden locatie.

Er wordt sterk aanbevolen om een proefinstallatie onderzoek uit te voeren bij een vooraf vastgestelde interessante locatie voor de inzet van kationwisseling voor ontharding en hierbij een aantal voorgestelde hergebruikmogelijkheden voor het regeneraat te onderzoeken.

In de tabel is een overzicht gegeven met de verschillende verwerkingsmogelijkheden, de geschatte kosten, de overblijvende afvalproducten en de afzetmogelijkheden.

| Ionenwisselingsproces | regeneratie met | behandeling | onderdeel | kosten (€/m ³) | wat overblijft | afzet |
|--|------------------|--------------|------------------------------|----------------------------|--|----------------------|
| Zwakzure IEX productie regeneraat 0,5 m ³ per 100 m ³ drinkwater | HCl | verdamping | n.v.t. | 4,47 | vaste stof CaCl ₂ | industrie** |
| | | RO | alleen RO (80% rec.) | 3,19 | zure oplossing met CaCl ₂ | industrie** |
| | | | RO gevolgd door verdamping | 4,08 | vaste stof CaCl ₂ | industrie** |
| | HNO ₃ | n.v.t. | transport | 4 - 7 | zure Ca(NO ₃) ₂ oplossing | substraat-teelt |
| Sterkzure IEX productie regeneraat 2,0 m ³ per 100 m ³ drinkwater | NaCl | NF | alleen NF (80% rec.) | 2,08* | CaCl ₂ oplossing | industrie** |
| | | | NF gevolgd door verdamping | 2,79* | vaste stof CaCl ₂ | industrie** |
| | | | NF gevolgd door precipitatie | 2,68* | vaste stof CaCO ₃ | metaal industrie *** |
| | | ED | alleen ED | 2,49* | CaCl ₂ oplossing | industrie** |
| | | | ED gevolgd door verdamping | 3,20* | vaste stof CaCl ₂ | industrie** |
| | | | ED gevolgd door precipitatie | 3,09* | vaste stof CaCO ₃ | metaal industrie *** |
| | | verdamping | n.v.t. | 3,57 | vaste stof CaCl ₂ | industrie** |
| | | precipitatie | n.v.t. | 3,00* | vaste stof CaCO ₃ | metaal industrie *** |

*niet inbegrepen is de kostenbesparing door het hergebruik van de NaCl oplossing.

**zie bijlage III, toepassingsmogelijkheden CaCl₂, dit dient nog te worden onderzocht

***vergelijkbaar met de afzet van pellets uit pelletreactoren

Inhoud

| | | |
|-----------|---|-----------|
| | Samenvatting | 1 |
| | Inhoud | 3 |
| 1 | Inleiding | 5 |
| 2 | Uitgangspunten samenstelling en hoeveelheden regeneraat | 7 |
| 3 | Regulering van lozingen van regeneraat | 9 |
| 3.1 | Algemene eisen aan lozing van regeneraat | 9 |
| 3.2 | Juridisch kader bij lozing op riool | 9 |
| 3.2.1 | Algemene eisen | 11 |
| 3.2.2 | Procedure | 11 |
| 3.2.3 | Kosten/heffingen | 12 |
| 4 | Regeneraat van zwakzure kationwisseling (HCl of HNO₃) | 13 |
| 4.1 | Verwerking regeneraat bij gebruik van HCl | 13 |
| 4.2 | Verwerking regeneratievloeistof bij gebruik van HNO ₃ | 14 |
| 4.3 | Zuur- en waterbalansen | 15 |
| 4.4 | Kosten van de verwerking van regeneratie zwakzure kationwisseling | 16 |
| 4.4.1 | HCl | 16 |
| 4.4.2 | HNO ₃ | 16 |
| 5 | Regeneraat van sterkzure kationwisseling (NaCl) | 17 |
| 5.1 | Verwerking regeneratievloeistof bij gebruik van NaCl | 17 |
| 5.2 | Zout- en waterbalansen | 18 |
| 5.3 | Kosten verwerking regeneratie sterkzure kationwisseling | 19 |
| 5.3.1 | NF | 19 |
| 5.3.2 | ED | 20 |
| 5.3.3 | Verdamping | 21 |
| 5.3.4 | Precipitatie | 21 |
| 6 | Experimenten met regeneraat | 23 |
| 6.1 | Precipitatie met soda | 23 |
| 7 | Conclusies en aanbevelingen | 27 |
| 8 | Literatuur | 29 |
| I | Verwerking HCl regeneraat | 31 |
| II | Verwerking HNO₃ regeneraat | 35 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| III | Verwerking NaCl regeneraat | 39 |
| IV | Aannames kostenberekeningen | 47 |
| V | Juridische kaders lozing in bodem, oppervlaktewater en riool | 49 |
| 8.1 | Juridisch kader voor lozing op grondwater | 49 |
| 8.1.1 | Algemene eisen | 52 |
| 8.1.2 | Procedure | 53 |
| 8.2 | Juridisch kader bij lozing op oppervlaktewater | 53 |
| 8.2.1 | Algemene eisen | 55 |
| 8.2.2 | Procedure | 56 |
| 8.2.3 | Kosten/heffingen | 56 |

1 Inleiding

Ionenwisseling als alternatief voor pelletontharding

In het kader van het Bedrijfstakonderzoek (BTO) voor de Nederlandse waterleidingbedrijven is een project gestart waarin wordt gekeken naar de mogelijkheden voor ontharding van drinkwater met ionenwisseling.

Voor ontharding van drinkwater in Nederland wordt veelal gebruik gemaakt van korrelreactoren. De keuze voor pelletontharding in plaats van ionenwisseling is ingegeven door het relatief hoge chemicaliënverbruik en de afvalproblematiek bij ionenwisseling. Bij grootschalige toepassingen is pelletontharding bovendien financieel aantrekkelijker.

De komende jaren moet in Nederland op een aantal locaties nog ontharding van drinkwater worden gerealiseerd. Het gaat daarbij vooral om kleinschalige toepassingen (kleiner dan 3 miljoen m³/jaar), in sommige gevallen met onzekere benuttingsgraad door een onzekere drinkwaterafzet. Verwacht wordt dat in dergelijke situaties ionenwisseling een interessante techniek is voor ontharding. In dit project worden zowel het financiële omslagpunt, als de knelpunten ten aanzien van chemicaliënverbruik en afvalstoffen bepaald op basis van de huidige stand der techniek.

Deelrapport 3: mogelijkheden voor hergebruik/verwerking van het regeneraat van onthardingsharsen en reguleringen voor lozing

Het voorliggende rapport vormt het derde deelrapport in de serie "Ionenwisseling als alternatief voor korrelreactoren". In dit deelrapport wordt ingegaan op de mogelijkheden voor het verwerken of eventueel hergebruiken van het regeneraat dat onvermijdelijk als afvalstroom bij ionenwisseling wordt geproduceerd. Ook wordt de laatste stand der techniek gerapporteerd omtrent de regulering voor lozingen van oplossingen met een hoog zoutgehalte. Dit rapport heeft als doel de (toekomstige) gebruiker van ionenwisseling voor ontharding een handvest te bieden voor de keuze van het verwerken van de regeneraatstroom.

Leeswijzer

In eerste instantie wordt een idee gegeven van de samenstelling en hoeveelheden regeneratievloeistof wanneer zwakzure of sterkzure kationwisseling wordt toegepast. Daarna wordt ingegaan op de lozingsmogelijkheden gevolgd door mogelijkheden voor verdere verwerking of hergebruik. Er is een mogelijkheid voor verwerking en hergebruik experimenteel getest, op basis van de theoretische beschouwing. Het rapport wordt afgesloten met conclusies. In de Samenvatting is een overzichtstabel gepresenteerd met aanverwante kosten.

2 Uitgangspunten samenstelling en hoeveelheden regeneraat

In Tabel 2.1 zijn de uitgangspunten van het regeneraat vermeld.

Tabel 2.1: Uitgangspunten regeneraat na sterk- en zwakzure kationenwisseling

| Uitgangspunten | | sterk | zwak |
|------------------------------|--------|-------|-------|
| Belading | eq/l | 2 | 4 |
| Regeneraat | - | NaCl | HCl |
| Concentraat | gew% | 10% | 5% |
| Regeneratieniveau | - | 150% | 110% |
| aanmaak BV regeneraat | BV | 6 | 3 |
| aantal BV regeneraat | BV | 20 | 10 |
| Samenstelling Regeneraat | | | |
| Ca, Mg, etc. | g/l Ca | 2,00 | 8,00 |
| Na | g/l Na | 1,15 | 0,00 |
| H | g/l H | 0,00 | 0,04 |
| Cl | g/l Cl | 5,33 | 15,62 |
| Hoeveelheid | | | |
| Behandeld bij dTH = 1 mmol/l | BV | 1.000 | 2.000 |
| Regeneratieverlies | % | 2,0 | 0,5 |

Er zijn 3 opties voor het regeneraat:

1. Concentreren en behandelen/lozen
2. Terugwinnen (alleen sterkzure (NaCl, evt. HCl)) met beperkte lozing
3. Nuttig gebruiken (afzetmogelijkheden)

In plaats van HCl voor het regenereren van de zwakzure kationwisselaar kan HNO₃ worden gebruikt, voor eventuele afzet als substraat in de tuinbouw (zie paragraaf 4.2).

Er moet bedacht worden dat de samenstelling van het regeneraat, zoals gegeven in Tabel 2.1 de gemiddelde samenstelling betreft van alle bij de regeneratie gebruikte waterstromen, zoals opspoelwater (om het bed los te spoelen), regeneraat, uitspoelwater en inloopwater. De concentraties in het regeneraat zullen aanzienlijk hoger zijn dan in Tabel 2.1 gepresenteerd, indien het regeneraat separaat wordt opgevangen (afhankelijk van de doorbraakarakteristiek). Een voorzichtige aanname kan zijn dat bij optimalisaties en hergebruik van sommige waterstromen van de regeneratie een verdubbeling van de concentraties in het regeneraat mogelijk is. Dit kan samengaan met een halvering van de hoeveelheid vrijkomend afvalwater, indien het spoel- en inloopwater kan worden hergebruikt.

3 Regulering van lozingen van regeneraat

Op het lozen van regeneraat op het oppervlaktewater, in de bodem of op het riool, is verschillende regelgeving van toepassing. In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de van toepassing zijnde wet- en regelgeving.

3.1 Algemene eisen aan lozing van regeneraat

Punten die belangrijk zijn bij de beoordeling van afvoermogelijkheden van regeneraat zijn:

1. Zijn alternatieve productiemethoden onderzocht? Kan op milieuhygiënische gronden een voorkeur worden uitgesproken?
2. Zijn er voldoende gegevens beschikbaar van hulpstoffen om beoordeling uit te kunnen voeren op grond van de Wvo-stoffenbeoordelingssystematiek (ecotoxicologie en waterkwaliteit)?
3. Is gekozen voor bedrijfsvoering waarbij de milieubelasting zo laag mogelijk is?
4. Is nagedacht over hergebruik binnen of buiten het proces?
5. Wat zijn de afvoermogelijkheden: oppervlaktewater, riool, grondwater?
6. Wat zijn saneringsmogelijkheden?
7. Maak een integrale afweging van alle milieueffecten bij lozing in oppervlaktewater, riool en bodem en neem daarbij de mogelijke andere milieuvordelen zoals minder koper of wasmiddel mee.

De regelgeving voor lozing in bodem, oppervlaktewater en riool beperken de mogelijkheden in zoverre dat alleen lozing in het riool tot de mogelijkheden zou kunnen behoren. Dit is echter sterk afhankelijk van de hoeveelheid, samenstelling en de lokale situatie. Het chloridegehalte in regeneraat overschrijdt al snel de maximaal toegestane hoeveelheid zoals bepaald in de regulering.

In paragraaf 3.2 is het juridisch kader geschetst en de procedure gegeven voor lozing op het riool. De juridische kaders en procedures voor lozing in de bodem en oppervlaktewater zijn ter informatie vermeld in bijlage V.

3.2 Juridisch kader bij lozing op riool

De regelgeving die van toepassing is op de lozing van regeneraat op de riolering is weergegeven in Tabel 3.1.

Tabel 3.1: Juridisch kader lozing regeneraat op het riool.

| Wet | Inhoud |
|-----------------------|--|
| Wet Milieubeheer (Wm) | <ul style="list-style-type: none">• In de Wm-vergunning worden eisen gesteld voor de doelmatige verwijdering van (bedrijfs)afvalwater.• Alleen lozen van bedrijfsafvalwater op riool als doelmatige werking van het riool niet wordt belemmerd, als de verwerking van slib niet wordt belemmerd en als de nadelige gevolgen voor de oppervlaktewaterkwaliteit zoveel mogelijk worden beperkt.• Art. 10.1 is van toepassing bij verwijdering: voorkeursvolgorde voor de |

| Wet | Inhoud |
|--|---|
| | verwijdering van afvalstoffen; <ul style="list-style-type: none"> De Wm bevat onder meer 'IBC-criteria' (eisen aan technische uitvoeringsvormen) zoals detectie waarborg tegen lekkage, ondoorlaatbare afdichting naar de bodem, voldoende weerstand tegen mechanische beschadiging. De Wm-vergunning regelt hoe de installatie moet worden onderhouden en beheerd en hoe de installatie eruit moet zien. |
| <i>Rekening houden met:</i> | |
| Instructieregeling lozingsvoorschriften milieubeheer | <ul style="list-style-type: none"> Bevat eisen aan vergunningsvoorschriften; Het bevoegd gezag (B&W) is verplicht om de in de instructieregeling opgenomen eisen 'te vertalen' in de vergunningsvoorschriften. <p>Het BG kan zelf invulling geven aan de eisen binnen de vergunningsvoorschriften (zoals weergegeven in de Instructieregeling lozingsvoorschriften milieubeheer (Ilm)). De eisen die moeten worden opgenomen zijn:</p> <ul style="list-style-type: none"> De doelmatige werking van de rwzi mag niet worden belemmerd; De verwerking van het ontstane zuiveringsslib mag niet worden belemmerd; De nadelige gevolgen voor de kwaliteit van het oppervlaktewater moeten zoveel mogelijk worden beperkt. <p>In de Ilm wordt onderscheid gemaakt tussen:</p> <ul style="list-style-type: none"> lozingen op een riool, dat is aangesloten op een door een bestuursorgaan beheerd zuiveringstechnisch werk; lozingen op een riool dat uitkomt op een oppervlaktewater. |
| Inrichtingen- en vergunningen besluit | <ul style="list-style-type: none"> het waterleidingbedrijf valt onder categorie 1, bijlage I van dit besluit (= het in bedrijf hebben van een of meer elektromotoren met een vermogen van meer of een gezamenlijk vermogen > 1.5 kW). Hiermee zijn alle bedrijfsactiviteiten vergunningsplichtig. |
| Lozingsverordening riolering: | <p>Bij een aanvraag van een lozingsvergunning moet informatie worden verstrekt m.b.t.:</p> <ul style="list-style-type: none"> hoeveelheid, samenstelling en eigenschappen van het regeneraat; soort, plaats en wijze van de lozing (inclusief tekeningen); zuivering van het regeneraat (inclusief tekeningen). <p>Er kunnen door het BG aanvullende informatie-eisen worden gesteld (is aan te vragen bij betreffende ambtenaar).</p> <p>Kwantitatieve eisen:</p> <ul style="list-style-type: none"> pH: 6,5-10 sulfaat: < 300 mg/l chloride: < 400 mg/l Temperatuur: < 30 graden C |
| WvO | <ul style="list-style-type: none"> Er is een WvO-vergunning nodig voor het lozen van regeneraat op het riool als de hoeveelheid meer dan 500 m3 per dag bedraagt (Uitvoeringsbesluit art. 1.2 en 31.4 Wvo). |
| Algemene wet bestuursrecht | <ul style="list-style-type: none"> Bevat de procedure voor de totstandkoming van de beschikking op de aanvraag om een vergunning. |
| PMV | <ul style="list-style-type: none"> Bevat instructieregels voor grondwaterbeschermingsgebieden m.b.t. handelingen die betrekking hebben op het oprichten, veranderen of in werking hebben van een inrichting of op het veranderen van de werking daarvan, tenzij in bijlage 10 anders is bepaald van het IPO-model-PMV. M.a.w. voor de openbare drinkwaterproductie gelden de regels niet als de handelingen 'redelijkerwijs noodzakelijk' zijn. |

Voor lozen op de riolering is een vergunning vereist in het kader van de Wet Milieubeheer (Wm) (bevoegd gezag: Burgemeester en wethouders). De

Instructieregeling lozingsvoorschriften milieubeheer (Ilm) bevat eisen aan vergunningsvoorschriften. Het Bevoegd Gezag kan zelf invulling geven aan de eisen binnen de vergunningsvoorschriften (zoals weergegeven in de Ilm).

Als de hoeveelheid regeneraat meer dan 500 m³ per dag bedraagt en er wordt geloosd op het riool zijn twee vergunningen nodig voor de lozing: Wvo en Wm.

3.2.1 Algemene eisen

In Tabel 3.2 staan de algemene eisen aan lozing van regeneraat op het riool.

Tabel 3.2: Algemene eisen (uit Lozingenverordening Riolering).

| Parameter | Waarde | Eenheid |
|--|----------|---------|
| Temperatuur | < 30 | °C |
| Zuurgraad | 6.5-10.0 | pH |
| Sulfaat | < 300 | mg/l |
| Chloride | <400 | mg/l |
| Oliën, vetten, explosieve en brandbare stoffen | geen | |

Daarnaast worden ook vaak eisen gesteld aan de hoeveelheid te lozen regeneraat (meestal afkomstig uit Lozingenverordening riolering).

Kritische factoren bij lozing op riool

Kritische factoren bij lozing op het riool zijn:

- Het riool moet voldoende hydraulische capaciteit hebben om de stroom te kunnen verwerken (het volume van het regeneraat mag niet te groot zijn);
- De doelmatige werking van de zuiveringstechnische werken mag niet verminderen;
- De nadelige gevolgen voor de kwaliteit van het oppervlaktewater moeten zoveel mogelijk worden beperkt.;
- Lozingseisen met betrekking tot kwaliteit (bijvoorbeeld: neemt de concentratie zout/chloride van het rioolwater toe bij DWA? Zijn biologisch slecht afbreekbare stoffen (humuszuren) aanwezig?).

3.2.2 Procedure

In Tabel 3.3 is op hoofdlijnen de procedure weergegeven voor lozing van regeneraat op het riool.

Tabel 3.3: Procedure lozing regeneraat op het riool.

| Procedure | Omschrijving |
|--------------------------|---|
| Duur | 6 maanden |
| Aanvragen vergunning bij | Burgemeester en wethouders |
| Vorm | (meestal) invullen standaardformulier |
| Inhoud aanvraag | - hoeveelheid/samenstelling/eigenschappen regeneraat; - soort/plaats/wijze lozing; - zuivering van het regeneraat |
| Overig | Vooroverleg (informeel) met de desbetreffende ambtenaar kan de procedure versnellen |

3.2.3 *Kosten/heffingen*

Voor het lozen van regeneraat op het riool moet een heffing worden betaald aan de beheerder van het riool (op basis van hoeveelheid, of soms een vast jaarlijks bedrag). De heffing is niet wettelijk bepaald, en kan door de beheerder zelf worden vastgesteld.

4 Regeneraat van zwakzure kationwisseling (HCl of HNO₃)

Bij een waterproductie van 100 m³/h wordt 0,5 m³/h regeneraat geproduceerd. Er is 10 % overmaat zuur aanwezig in de regeneratievloeistof dat niet wordt gebruikt, terugwinnen van deze overmaat zuur wordt niet mogelijk geacht. Voor de regeneratie kunnen zoutzuur (HCl) en salpeterzuur (HNO₃) worden gebruikt.

Opgemerkt dient te worden dat de regeneratievloeistof aangemaakt moet worden met gedecarboniseerd water in verband met precipitatie van calciumcarbonaat.

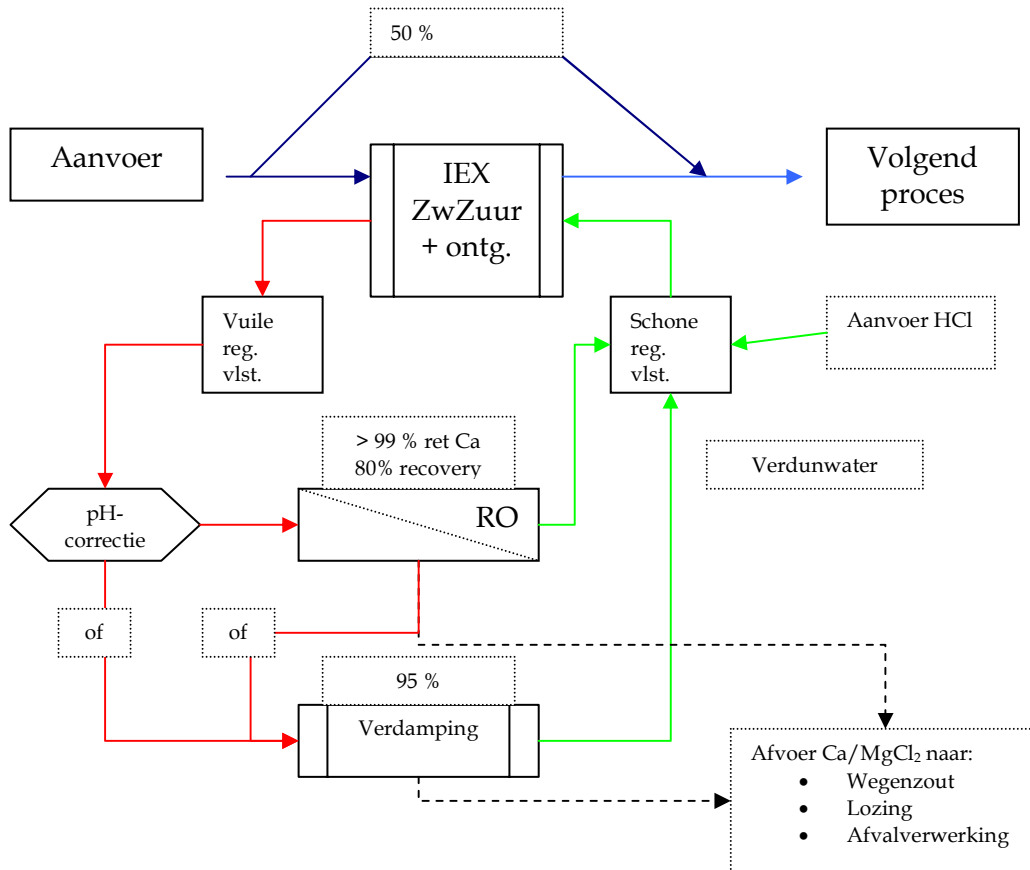
4.1 Verwerking regeneraat bij gebruik van HCl

Bij gebruik van HCl dient een zure afvalstroom (met Ca- en MgCl₂) afgevoerd te worden naar een verdere verwerking. Hierbij kan gesteld worden dat een factor 10 concentreren een doelstelling zou kunnen zijn in verband met het benodigde transport. Dit betekent dat het regeneratieverlies wordt beperkt van 0,5 % tot 0,05%, wat een acceptabel transport oplevert (bij een waterproductie van 3 miljoen m³ water per jaar en 50 % deelstroom betekent dit circa 125 m³ afvoer per maand). Het hierbij vrijkomende water kan worden hergebruikt bij de aanmaak van het zuur, of teruggevoerd worden in het zuiveringsproces of opgemengd worden met spoelwater van filters. Mogelijk hergebruik van dit water is de meest gewenste optie. Indien het opmengen van het teruggewonnen water met spoelwater gekozen wordt dienen de concentraties aan calcium en magnesium niet beperkend te zijn voor het lozen van het spoelwater.

De mogelijke opties voor het indikken zijn:

- Toepassing van RO (Reversed Osmosis);
- Toepassing van verdamping;
- Toepassing van een combinatie van RO en verdamping.

In Figuur 4-1 zijn de beoogde processen schematisch weergegeven. In bijlage I zijn deze (en overige bedachte) opties uitgewerkt.

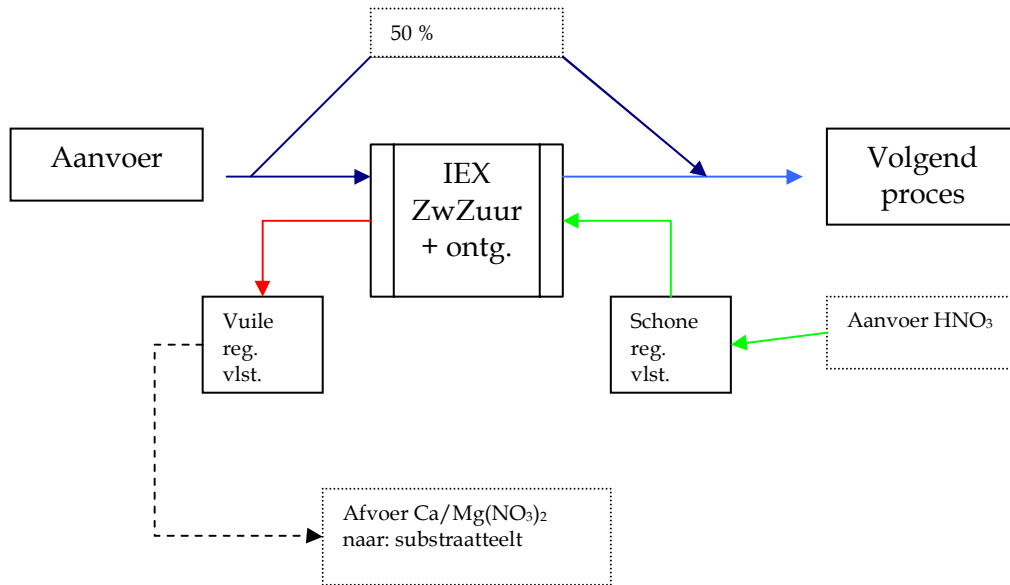


Figuur 4-1: Schema van het zwakzure IEX-proces en de verwerkingsmogelijkheden van de HCl regeneratievloeistof

4.2 Verwerking regeneratievloeistof bij gebruik van HNO_3

In het geval van het gebruik van HNO_3 als regeneratievloeistof ontstaat een zure brijn met Ca- en $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$. Deze verbindingen kunnen mogelijk worden afgezet bij de producenten van substraat voor de substraatteelt of bij de substraatteeltbedrijven zelf.

In Figuur 4-2 is het beoogde proces schematisch weergegeven. In bijlage II is deze mogelijkheid verder uitgewerkt.



Figuur 4-2: Schema van het zwakzure IEX-proces en de verwerkingsmogelijkheden van de HNO₃ regeneratievloei stof

Door het gebruik van HNO₃ of NaNO₃ wordt accumulatie van chloride vermeden (dit is niet gewenst) en kunnen reststoffen (Ca- en Mg(NO₃)₂) mogelijk worden afgezet in bijvoorbeeld de glastuinbouw.

4.3 Zuur- en waterbalansen

In Tabel 4.1 zijn respectievelijk de balansen vermeld voor het zuurgebruik tijdens het IEX-proces en de terugwinning van water.

Tabel 4.1: Zuur- en waterbalans bij de toegepaste verwerkingsmogelijkheden voor de regeneratievloei stof

Zuurbalans regeneratie

| Aanvoer | Uitwisseling / Overmaat |
|---------|-------------------------|
| 100 % | 90 % |
| | 10 % naar verwerking |

Waterbalans regeneratie

| Proces verwerking | Verse aanvoer | Verdeling | Afvoer | Hergebruik | Totaal |
|-------------------|---------------|-----------|--------|------------|--------|
| RO | 20 % | 80 % | 20 % | 80 % | 80 % |
| RO / verdamping | 1 % | 80 % | 0 % | 80 % | 99 % |
| | | 20 % | 5 % | 19 % | |
| Verdamping | 5 % | 95 % | 5 % | 95 % | 95 % |

4.4 Kosten van de verwerking van regeneratie zwakzure kationwisseling

Er is uitgegaan van 2 regeneratietypen: met HCl en met HNO₃. Beide typen zijn in de volgende subparagrafen uitgewerkt.

De prijzen voor bulkhoeveelheden van salpeterzuur en zoutzuur zijn anno januari 2005 als volgt (info Chemproha Chemiepartner, Loosdrecht):

- Salpeterzuur 53 % € 0,14 per kg (bezit geen Kiwa ATA);
- Zoutzuur 30 % € 0,125 per kg (bezit Kiwa ATA).

Doordat de salpeterzuur nog geen Kiwa ATA bezit zal de uiteindelijke kostprijs hoger uitpakken. Naar verwachting zullen de kostprijzen vrijwel gelijk zijn en heeft dit dus geen effect op het berekenen van de kostprijs voor het regenereren met zout- of salpeterzuur.

4.4.1 HCl

In Tabel 4.2 zijn de uitkomsten gegeven van de berekening wanneer RO wordt ingezet om het regeneraat van zwakzure kationwisseling in te dikken. Hieruit blijkt dat de verwerking van het regeneraat wordt geschat op € 3,19 per m³.

Tabel 4.2: Uitkomsten van berekeningen voor de verwerking van regeneraat van zwakzure kationwisseling met RO

| UITKOMSTEN BEREKENING | | | | |
|------------------------------|-----------------|---|--------------------------|---|
| omschrijving | kosten per jaar | | prijs per m ³ | |
| rente en afschrijving | 16.020 | € | 1,83 | € |
| bedrijfsvoering en onderhoud | 3.204 | € | 0,37 | € |
| personeelskosten | 6.500 | € | 0,74 | € |
| membraanvervanging | 250 | € | 0,03 | € |
| energie | 1.377 | € | 0,16 | € |
| chemicaliën | 613 | € | 0,07 | € |
| Totaal | 27.964 | € | 3,19 | € |

De kosten voor RO inclusief een eventuele extra verdampingsstap (met pH-correctie) worden geschat op € 4,07/m³. Zie voor de berekening van de verdamping paragraaf 5.3.3. In bijlage IV zijn de aannames van de berekeningen vermeld. De overblijvende CaCl₂, in oplossing of als vaste stof, kan mogelijk in de industrie worden afgezet als Ca-bron. Zie hiervoor bijlage III, toepassingsmogelijkheden van CaCl₂.

4.4.2 HNO₃

Wanneer het regeneraat van zwakzure kationwisseling met HNO₃ onverdund kan worden afgevoerd naar een producent van substraat of de substraattellers, zijn alleen de transportkosten van belang. Deze transportkosten worden geschat op € 4 - 7 per m³.

5 Regeneraat van sterkzure kationwisseling (NaCl)

Bij een waterproductie van 100 m³/h wordt 2,0 m³/h regeneraat geproduceerd. Er is 50 % overmaat zout aanwezig in de regeneratievloeistof dat niet wordt gebruikt, terugwinnen van deze overmaat zout wordt mogelijk geacht. Wanneer echter spoelwater (spoelen van de kolommen voordat deze weer ingezet kunnen worden bij de productie) in de opvangbak voor het vervuilde regeneraat wordt gevoerd wordt deze concentratie NaCl aanzienlijk lager (zie Tabel 2.1, Hoofdstuk 2). Voor de regeneratie wordt natriumchloride (NaCl) gebruikt.

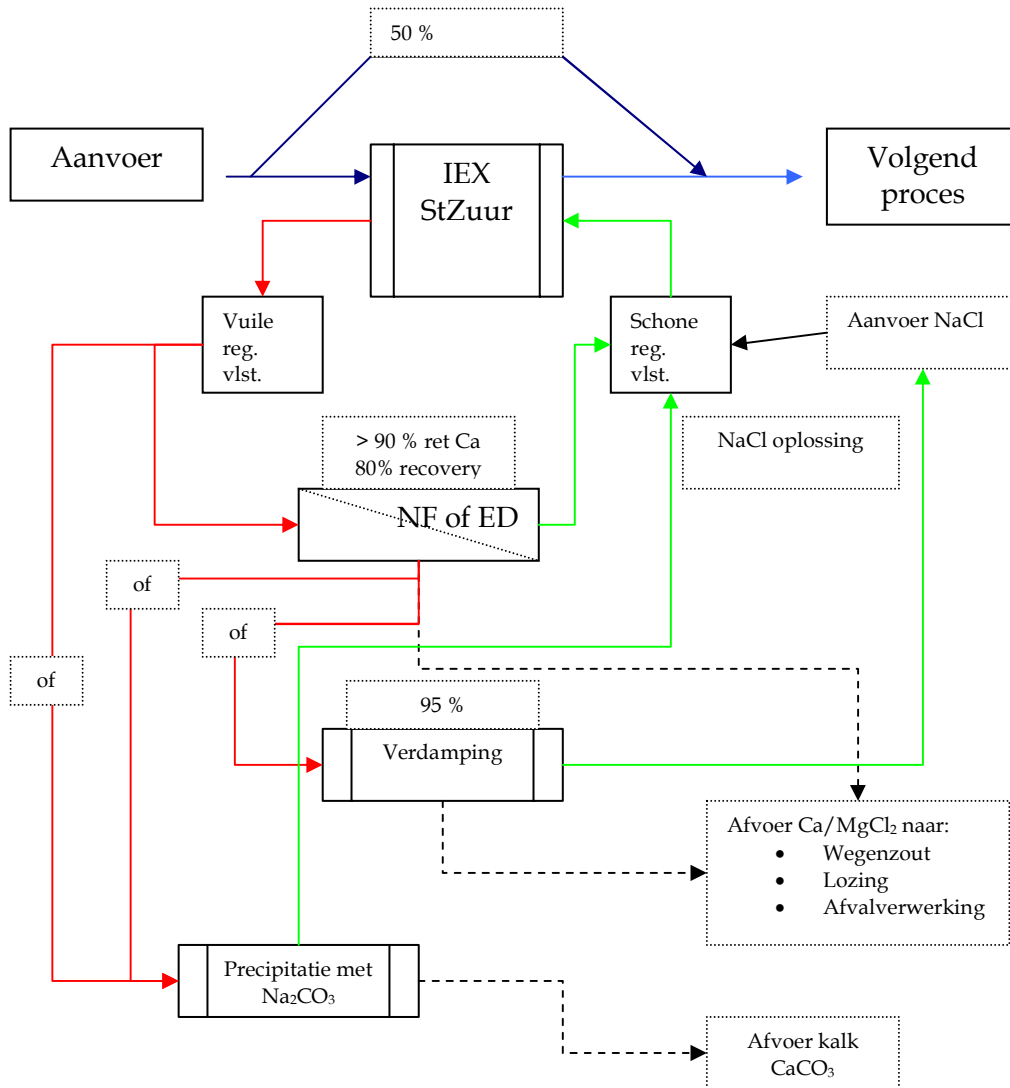
5.1 Verwerking regeneratievloeistof bij gebruik van NaCl

Wanneer water met NaCl wordt teruggewonnen uit de vervuilde regeneratievloeistof kan het bijvoorbeeld worden hergebruikt bij de regeneratie. Voorbeelden hiervan zijn het IERO-concept (Jong, 2003) en kleurverwijdering (inzet NF bij Vitens in Oldeholtpade). De vrijgekomen ingedikte afvalstroom met Ca, Mg en Cl dient verder verwerkt te worden. De mogelijke opties voor het indikken van de afvalstroom zijn:

1. Electrolyse (ED) met monovalente selectieve kation membranen. Bij Vitens is hier ervaring mee (IERO-concept, Jong, 2003);
2. Nanofiltratie (NF), spiral wound modules;
3. Precipitatie met soda (Na₂CO₃);
4. Raffinage (met CaCl₂ als product);
5. Verdamping van deelstromen uit bovengenoemde processen;
6. Een combinatie van bovengenoemde opties.

Bij optie 1, 2 en 4 blijft een ingedikte afvalstroom over met Ca- en MgCl₂ die desgewenst verder ingedikt of afgevoerd moet worden. Bij optie 3 ontstaat Ca- en MgCO₃ wat mogelijk als kalk afgezet kan worden. Bij alle opties blijft een oplossing met (een relatief lage concentratie aan) NaCl over dat hergebruikt kan worden bij het regeneratieproces. Een centrale vraag bij deze opties is welke concentraties Ca en Mg overblijven in de waterige NaCl-oplossing en of dit storend is voor het hergebruik.

In Figuur 5-1 zijn de beoogde processen schematisch weergegeven. Vanwege de twijfelachtige haalbaarheid is het raffinageproces niet in het schema opgenomen. In bijlage III zijn de verschillende opties uitgewerkt.



Figuur 5-1: Schema van het sterkzure IEX-proces en de verwerkingsmogelijkheden van de NaCl regeneratievloei

5.2 Zout- en waterbalansen

In Tabel 5.1 zijn respectievelijk de balansen vermeld voor het zoutgebruik tijdens het IEX-proces, de terugwinning van het zout en de terugwinning van water.

Tabel 5.1: Zout- en waterbalansen van het sterkzure IEX-proces met NaCl regeneratie

Zoutbalans regeneratie

| Aanvoer | Uitwisseling / Overmaat |
|---------|-------------------------|
| 100 % | 66,6 % |
| | 33,3 % naar verwerking |

Zoutbalans hergebruik van de 33,3 % overmaat zout

| Proces verwerking | Verse aanvoer zout | Verdeling | Afvoer | Hergebruik | Totaal hergebruik |
|-------------------------|--------------------|-----------|--------|------------|-------------------|
| NF of ED | 73,6 % | 80 % | 20 % | 26,6 % | 26,6 % |
| NF of ED / verdamping | 73,6 % | 80 % | 0 % | 26,6 % | 26,6 % |
| | | 20 % | 5 % | 0 % | |
| NF of ED / precipitatie | 67,0 % | 80 % | 0 % | 26,6 % | 32,9 % |
| | | 20 % | 5 % | 6,3 % | |
| Precipitatie | 68,4 % | 100 % | 5 % | 31,6 % | 31,6 % |

Waterbalans regeneratie

| Proces verwerking | Verse aanvoer water | Verdeling | Afvoer | Hergebruik | Totaal hergebruik |
|-------------------------|---------------------|-----------|--------|------------|-------------------|
| NF of ED | 20 % | 80 % | 20 % | 80 % | 80 % |
| NF of ED / verdamping | 1 % | 80 % | 0 % | 80 % | 99 % |
| | | 20 % | 5 % | 19 % | |
| NF of ED / precipitatie | 1 % | 80 % | 20 % | 80 % | 99 % |
| | | 20 % | 5 % | 19 % | |
| Precipitatie | 5 % | 95 % | 5 % | 95 % | 95 % |

5.3 Kosten verwerking regeneratie sterkzure kationwisseling

Voor de regeneratie van sterkzure kationwisseling wordt NaCl gebruikt. Bij de verwerking van dit regeneraat kunnen verschillende technieken worden ingezet om het afval in te dikken en zout en water terug te winnen. Deze mogelijkheden zijn uitgewerkt in de volgende subparagrafen.

5.3.1 NF

In Tabel 5.2 zijn de uitkomsten gegeven van de berekening wanneer NF wordt ingezet voor het verwerken van het zoute regeneraat van sterkzure kationwisseling. Uit de tabel blijkt dat de verwerking wordt geschat op € 2,08 per m³. Opgemerkt dient te worden dat het permeaat met NaCl kan worden hergebruikt bij de regeneratie en dus een kostenbesparing oplevert.

Tabel 5.2: Uitkomsten van berekeningen voor de inzet van NF voor de verwerking van regeneraat van sterkzure kationwisseling

| UITKOMSTEN BEREKENING | | | |
|-----------------------------|-----------------|---|--------------------------|
| omschrijving | kosten per jaar | | prijs per m ³ |
| rente + afschrijving | 10.483 | € | 1,20 € |
| bedrijfsvoering + onderhoud | 2.097 | € | 0,24 € |
| personeelskosten | 5.000 | € | 0,57 € |
| membraanvervangning | 250 | € | 0,03 € |
| energie | 252 | € | 0,02 € |
| chemicalien | 175 | € | 0,02 € |
| Totaal | 18.275 | € | 2,08 € |

Na NF (met een recovery van 80 %) blijft er 20 % reststroom over dat natuurlijk verder verwerkt dient te worden. Hiervoor komen verdamping en precipitatie in aanmerking. Voor NF inclusief verdamping bedragen de kosten € 2,79, voor NF inclusief precipitatie € 2,68. De kosten die worden teruggewonnen door hergebruik van NaCl en water zijn niet meegenomen. Daarnaast wordt er vanuit gegaan dat het overblijvende afval (CaCl₂ of CaCO₃) kan worden afgezet en de kosten nihil zijn. In bijlage IV zijn de aannames van de berekeningen vermeld.

5.3.2 ED

In Tabel 5.3 zijn de uitkomsten gegeven van de berekening wanneer ED wordt ingezet voor het verwerken van het zoute regeneraat van sterkzure kationwisseling. Uit de tabel blijkt dat de verwerking wordt geschat op € 2,49 per m³. Opgemerkt dient te worden dat het permeaat met NaCl kan worden hergebruikt bij de regeneratie en dus een kostenbesparing oplevert.

Tabel 5.3: Uitkomsten van de berekening wanneer ED wordt gebruikt voor de verwerking van sterkzuur regeneraat

| UITKOMSTEN BEREKENING | | | |
|-----------------------------|-----------------|---|--------------------------|
| omschrijving | kosten per jaar | | prijs per m ³ |
| rente + afschrijving | 11.751 | € | 1,34 € |
| bedrijfsvoering + onderhoud | 2.350 | € | 0,27 € |
| personeelskosten | 6.000 | € | 0,68 € |
| membraanvervangning | 313 | € | 0,04 € |
| energie | 1.067 | € | 0,12 € |
| chemicalien | 315 | € | 0,04 € |
| Totaal | 21.796 | € | 2,49 € |

Na ED (met een recovery van 80 %) blijft er 20 % reststroom over dat natuurlijk verder verwerkt dient te worden. Hiervoor komen verdamping en precipitatie in aanmerking. Voor ED inclusief verdamping bedragen de kosten € 3,20, voor ED inclusief precipitatie € 3,09. De kosten die worden teruggewonnen door hergebruik van NaCl en water zijn niet meegenomen. Daarnaast wordt er vanuit gegaan dat het overblijvende afval (CaCl₂ of

CaCO₃) kan worden afgezet en de kosten nihil zijn. In bijlage IV zijn de aannames van de berekeningen vermeld.

5.3.3 Verdamping

In Tabel 5.4 zijn de uitkomsten gegeven van de berekening wanneer alleen verdamping (exclusief pH-correctie) wordt ingezet voor het verwerken van het zoute regeneraat van sterkzure kationwisseling. Uit de tabel blijkt dat de verwerking wordt geschat op € 3,57 per m³.

Tabel 5.4: Uitkomsten van de berekening wanneer verdamping wordt gebruikt voor de verwerking van sterkzuur regeneraat

| UITKOMSTEN BEREKENING | | | |
|-----------------------------|-----------------|---|--------------------------|
| omschrijving | kosten per jaar | | prijs per m ³ |
| rente + afschrijving | 18.141 | € | 2,07 € |
| bedrijfsvoering + onderhoud | 3.628 | € | 0,41 € |
| personeelskosten | 5.000 | € | 0,57 € |
| membraanvervanging | 0 | € | 0,00 € |
| energie | 4.247 | € | 0,48 € |
| chemicalien | 263 | € | 0,03 € |
| Totaal | 31.279 | € | 3,57 € |

In bijlage IV zijn de aannames voor de berekening vermeld.

5.3.4 Precipitatie

In Tabel 5.5 zijn de uitkomsten gegeven van de berekening wanneer precipitatie wordt ingezet voor het verwerken van het zoute regeneraat van sterkzure kationwisseling. Uit de tabel blijkt dat de verwerking wordt geschat op € 3,00 per m³. Opgemerkt dient te worden dat de oplossing met NaCl kan worden hergebruikt bij de regeneratie en dus een kostenbesparing oplevert.

Tabel 5.5: Uitkomsten van de berekening wanneer precipitatie wordt gebruikt voor de verwerking van sterkzuur regeneraat

| UITKOMSTEN BEREKENING | | | |
|-----------------------------|-----------------|---|--------------------------|
| omschrijving | kosten per jaar | | prijs per m ³ |
| rente + afschrijving | 8.550 | € | 0,98 € |
| bedrijfsvoering + onderhoud | 1.170 | € | 0,20 € |
| personeelskosten | 5.000 | € | 0,57 € |
| membraanvervanging | 0 | € | 0,00 € |
| energie | 63 | € | 0,01 € |
| chemicalien | 10.950 | € | 1,25 € |
| Totaal | 26.274 | € | 3,00 € |

In bijlage IV zijn de aannames van de berekening vermeld.

6 Experimenten met regeneraat

Om na te gaan of de bedachte oplossingen voor het verwerken van de gebruikte regeneratievloeistof in de praktijk toepasbaar zijn, is een aantal experimenten uitgevoerd. De gebruikte regeneratievloeistof van zwakzure kationwisseling kan beperkt hergebruikt worden bij regeneratie met HCl (alleen terugwinning water) of kan bij regeneratie met HNO₃ direct worden afgevoerd naar een producent van substraat. Hierdoor zijn experimenten met dit type regeneraat niet zinvol. In eerste instantie is uitgegaan van een experiment met nanofiltratie en precipitatie met soda (terugwinning regeneratiezout en water). Omdat met nanofiltratie de projectieberekeningen meestal een goed beeld schetsen van de mogelijkheden en omdat er geen relatief grote hoeveelheden regeneraat beschikbaar waren, is besloten het nanofiltratie-onderzoek uit te voeren bij het proefinstallatie-onderzoek in 2005. De precipitatie experimenten met gebruikt regeneraat van sterkzure kationwisseling zijn in de volgende paragraaf beschreven.

6.1 Precipitatie met soda

Als basis voor de samenstelling van het gebruikte regeneraat is het onderzoek van Witharen (Vitens) gebruikt [Jong, 2003]. In Tabel 6.1 is de samenstelling vermeld van het kunstmatige regeneraat dat gebruikt is voor de experimenten.

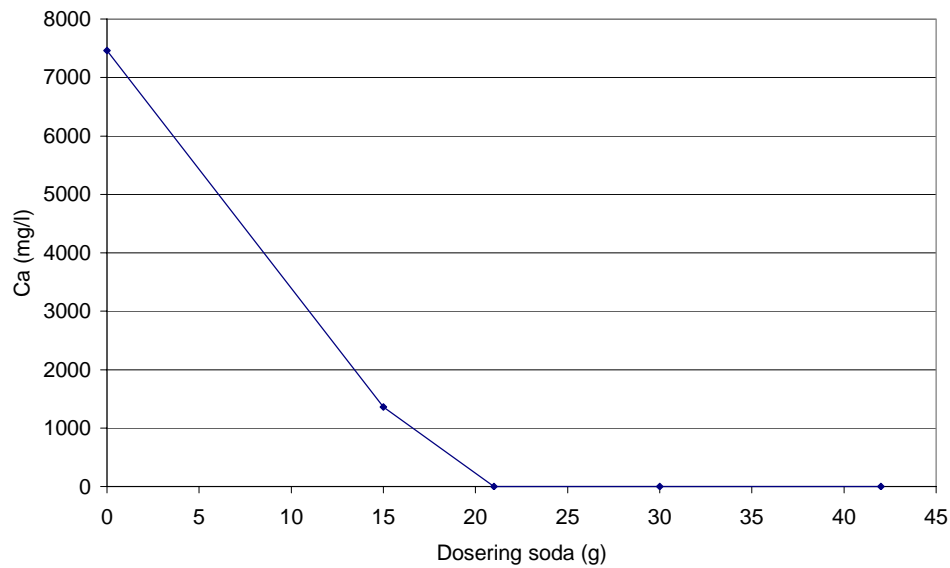
Tabel 6.1: Samenstelling van het kunstmatige vervuilde regeneraat gebruikt voor de precipitatie experimenten

| Parameter | Opgeloste hoeveelheid (g/l) | Gemeten hoeveelheid (g/l)* |
|-----------|-----------------------------|----------------------------|
| Ca | 8 | 7,5 |
| Na | 17 | 17,0 |
| Cl | 43 | 52,0 |

* kan door verdunning voor de analyse afwijken van de gedoseerde hoeveelheid

Aan 1 l van het vervuilde regeneraat is een hoeveelheid soda gedoseerd (Na₂CO₃) met als doel CaCO₃ te laten precipiteren. De gedoseerde concentraties soda bedroegen ¾, 1, 1,5 en 2 maal de stoïchiometrisch benodigde hoeveelheden. De ontstane slurrie werd gedurende een half uur geroerd met een roervlo. Na sedimentatie (circa 10 min) is het supernatant gefiltreerd onder vacuum over achtereenvolgens 8 en 0,45 µm nitrocellulose filters. Directe filtratie over 0,45 µm bleek niet mogelijk, het filter werd direct verstopt door de calciumcarbonaat kristallen.

In Figuur 6-1 zijn de concentraties aan Ca weergegeven ten gevolge van de dosering van soda, in Tabel 6.2 zijn de overige geanalyseerde parameters vermeld.



Figuur 6-1: Afname van Ca ten gevolge van de dosering van soda

Tabel 6.2: Resultaten van de precipitatie experimenten

| Parameter | Onbehandeld | 15,9 g soda | 21,2 g soda | 31,8 g soda | 42,4 g soda |
|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| pH voor dosering | n.g. | 10,4 | 10,3 | 10,4 | 9,9 |
| pH 15 min na dosering | n.v.t. | 7,2 | 10,4 | 11,1 | 11,3 |
| pH 30 min na dosering | n.v.t. | n.g. | n.g. | 11,1 | 11,3 |
| EGV voor dosering (mS/cm) | n.g. | 82,7 | 82,7 | 82,8 | 82,9 |
| EGV 15 min na dosering (mS/cm) | n.v.t. | 83,7 | 84,7 | 90,1 | 95,2 |
| EGV 30 min na dosering (mS/cm) | n.v.t. | n.g. | n.g. | 90,5 | 95,3 |
| T (°C) | n.g. | 19 | 19,7 | 19,5 | 20,4 |
| Ca (mg/l) | 7.465 | 1.360 | 1,5 | 0,99 | 2,2 |
| Na (mg/l) | 17.000 | 23.000 | 26.000 | 30.000 | 34.000 |
| Cl (mg/l) | 52.000 | 40.000 | 37.000 | 36.000 | 34.000 |

Uit Figuur 6-1 en Tabel 6.2 blijkt dat bij exact de stoïchometrische hoeveelheid soda het Ca nagenoeg neergeslagen is als CaCO_3 . De overgebleven hoeveelheid Ca blijft ongeveer 1 tot 2 mg/l (0,025 tot 0,05 mmol/l) ondanks de hogere soda dosering. Geconcludeerd kan worden dat het doseren van soda om CaCO_3 te vormen goede perspectieven biedt als oplossing voor het regeneraat probleem: CaCO_3 is afzetbaar bij de metaalindustrie en de overgebleven NaCl oplossing kan worden hergebruikt bij de regeneratie. Deze NaCl oplossing bevat ongeveer de helft (is een 5,5 %-ige NaCl oplossing) van de benodigde 10 %-ige oplossing. Er dient dus telkens zout gedoseerd te worden (45 g NaCl per liter) aan de oplossing komende uit het precipitatie proces.

7 Conclusies en aanbevelingen

Uit de huidige regulering (zie hoofdstuk 3) blijkt dat er nauwelijks mogelijkheden zijn voor het lozen van regeneraat. Lozing via de riolering biedt als enige een mogelijkheid maar wordt beperkt door de hoeveelheid, samenstelling en lokale situatie.

Het regeneraat biedt wel degelijk mogelijkheden voor nabehandeling waardoor gedeeltelijk afzet en hergebruik mogelijk wordt. In de Samenvatting is een overzichtstabel gegeven waarin de mogelijkheden en kosten zijn samengevat. Geconcludeerd kan worden dat de geschatte kosten van alle mogelijke processen lager zijn dan de maximaal aanvaardbare kosten voor het verwerken van de regeneratievloeistof (tot € 10 / m³ regeneraat, uit Post en Siegers, 2004).

Opgemerkt dient te worden dat de kosten slechts indicatief zijn en de verwachte productiehoeveelheden geheel afhankelijk zijn van de waterkwaliteit en situatie. Aanbevolen wordt de mogelijkheden apart uit te werken per locatie en de kosten nauwkeuriger te bepalen door middel van een proefinstallatie-onderzoek.

8 Literatuur

Pol H.W. (1984): Bemestingsleer in de tuinbouw. ISBN 90 11 004612.

Jong R.C.M. (2003): Hergebruik regeneratiezout met elektrolyse. Vitens Laboratorium en Procestechnologie, nr ...

Post J., Siegers W.G. (2004): Ionenwisseling als alternatief voor korrelreactoren en nanofiltratie: Afweging van ionenwisseling ten opzichte van pelletontharding en nanofiltratie. Kiwa Water Research, DHV BTO 2004.065.

Riemersma M., Post J., Siegers W.G. (2004): Ionenwisseling als alternatief voor korrelreactoren en andere toepassingen: Literatuuronderzoek en evaluatie van gesprekken met leveranciers en eindgebruikers. Kiwa Water Research, DHV BTO 2004.019.

Samhaber W.M., Krenn K., Raab T., Schwaiger H. (2001): Field test results of a nanofiltration application for separating almost saturated brine solutions of the vacuum salt production. ECCE, Nurnberg 26-28 June.

I Verwerking HCl regeneraat

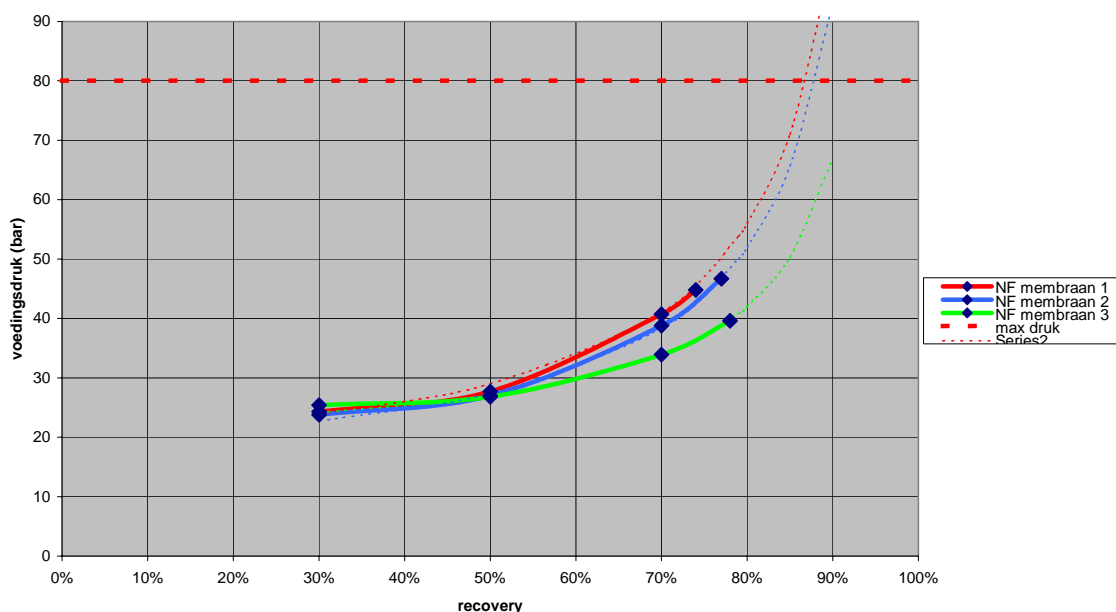
Indikken door NF/ED/RO

Er zijn twee factoren die beperkend kunnen zijn bij de indikking van het regeneraat van deze ionenwisselaars:

1. door de hoge osmotische druk kan de voedingsdruk te hoog oplopen;
2. het permeaat van de NF kan te zout worden waardoor bij opmenging met spoelwater van de filters op het pompstation de totale afvalstroom te zout wordt.

Punt 1 is bestudeerd in figuur I-1 en punt 2 in figuur I-2.

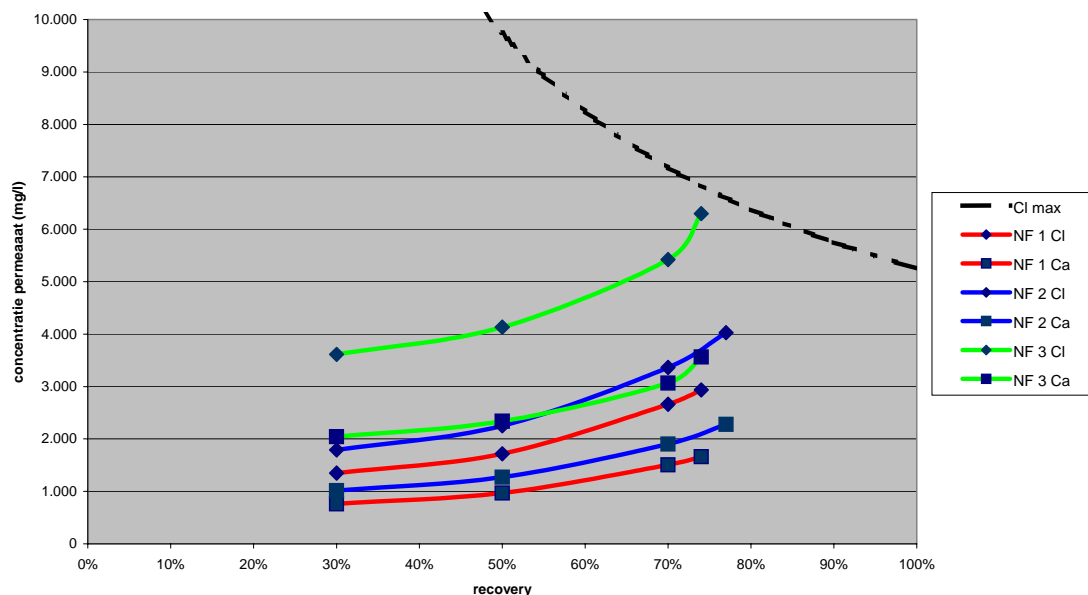
Conclusie: indikken met factor 10 alleen mogelijk met membraan 3



Figuur I-1: Voedingsdruk vs recovery

Een factor 10x indikken betekent het halen van een recovery van 90%. Uit figuur I-1 blijkt dat waarschijnlijk alleen bij het groene membraan de maximale druk van 80 bar (max druk voor membraanelementen volgens leveranciers, in de praktijk zijn wel hogere drukken toegepast) niet zal overschrijden. De uitvoerwaarden van Troi zijn geëxtrapoleerd (stippellijn).

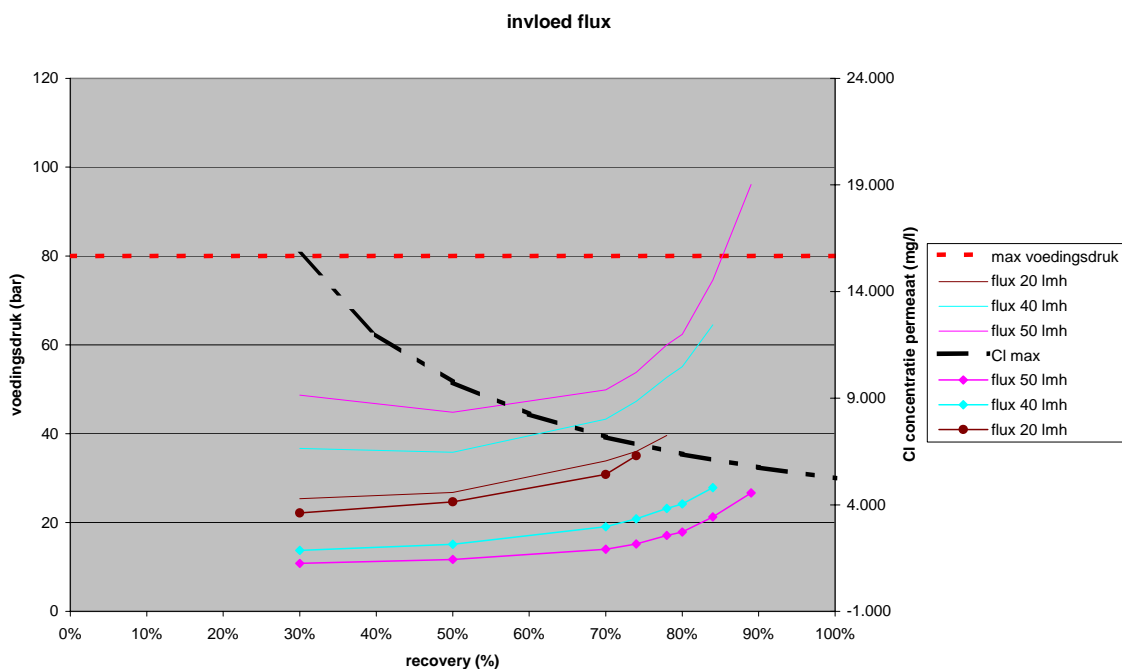
Conclusie: mengen CaCl₂ met spoelwater bij indikking factor 10 niet reëel



Figuur I-2: Kwaliteit permeaat

In figuur I-2 is de zwarte gestippelde lijn uitgezet als de lijn die de maximale chloride concentratie (uitgaande van 3% spoelwater op het pompstation die maximaal 750 mg/l in chloride concentratie mag stijgen). Hieruit blijkt dat het groene membraan, het enige membraan dat wél aan de maximale voedingsdruk voldoet, zeer waarschijnlijk de maximale zoutconcentratie overschrijdt. Op basis van deze theoretische berekeningen lijkt het zo te zijn dat een factor 10 indikken van het regeneraat niet reëel is wanneer het permeaat gemengd moet gaan worden met spoelwater.

Variëren van procescondities, zoals recirculatie, brengt geen verdere verbetering. Verhoging van de flux (voedingsdruk) echter wel. Verhoging van deze druk geeft een verbetering van de retentie. Voor het groene membraan is de flux 2x verhoogd (tot ca. 40 lmh). De resultaten zijn weergegeven in figuur I-3.



Figuur I-3: Verhoging flux groen membraan

Uit figuur I-3 blijkt dat bij een flux van ca 20 lmh inderdaad wel aan het drukcriterium wordt voldaan, maar niet aan het kwaliteitscriterium. Door drukverhoging naar 50 lmh bij hetzelfde (open) membraan wordt weliswaar aan het kwaliteitscriterium voldaan, maar is de druk net iets te hoog. Een flux van 40 lmh zal ongeveer net aan beide criteria voldoen. Geconcludeerd kan worden dat een indikking met een factor 10 dus toch mogelijk lijkt, op voorwaarde dat het membraantype en de procescondities goed gekozen worden en dan voldoet de oplossing net aan de gestelde criteria (max voedingsdruk niet overschrijden en max chlorideconcentratie van de mix van filterspoelwater en NF permeaat mag niet hoog zijn).

De combinatie van RO en indampen

Indien wordt uitgegaan van bovenstaande berekeningen lijkt het reëler uit te gaan van een lagere recovery met een NF of RO membraan zodat de permeaat kwaliteit voldoende is voor hergebruik of terugvoering in het proces. Uit figuur 1 blijkt dat met een NF membraan en een voedingsdruk van 40 tot 50 bar circa 80 % recovery mogelijk is met een acceptabel (?) restzoutgehalte van ongeveer 2 tot 3 g/l. Door het toepassen van RO wordt het zoutgehalte in het permeaat nog lager en is hergebruik een reële optie. Hierdoor wordt echter de factor 10 indikking niet meer gehaald en is een vervolgstap wenselijk. Uit de literatuur is bekend (info Joost/Bas?) dat het verwerken van een zoutstroom door middel van indampen praktisch mogelijk en betaalbaar is. Bij dit proces blijft een bijna vaste zoutbrijn over dat afgezet of afgevoerd dient te worden. Het vrijkomende water kan tevens worden hergebruikt bij het aanlengen van het regeneraatzuur.

Indampen van de totaalstroom

Indien de totaalstroom door middel van indampen 95 % te worden ingedikt worden de kosten geschat op € 4 - 7 per m³ regeneraat. Er dient rekening te worden gehouden met een volumestroom van 0,5 m³/uur. Het vrijgekomen water kan worden hergebruikt voor het aanlengen van het regeneraatzuur of worden teruggevoerd in het proces.

II Verwerking HNO₃ regeneraat

Kationwisselaars worden met Na⁺ (sterk-zuur) of H⁺ (sterk-zuur of zwak zuur) geregenereerd. Het is gebruikelijk om hiervoor NaCl of HCl te gebruiken. Dit levert echter een brijnsamenstelling op met een hoog chloridegehalte.

Het is denkbaar dat kansen van hergebruik van de brijn toenemen wanneer NaNO₃ of HNO₃ wordt gebruikt voor de regeneratie. De samenstelling van het regeneraat is gegeven in tabel II-1.

In eerste instantie wordt gedacht aan hergebruik van deze nitraatrijke stroom in de land- of tuinbouw.

Tabel II-1: Samenstelling regeneraat bij regeneratie met chloride- en nitraat-verbindingen (zie voor de achtergrond van de gegevens tabel 1)

| Ion | Chloride | | nitraat | |
|-----------------------|----------|-------|-------------------|------------------|
| | NaCl, | HCl | NaNO ₃ | HNO ₃ |
| Ca (g/l) | 2,00 | 8,00 | 2,00 | 8,00 |
| Na (g/l) | 1,15 | 0,00 | 1,15 | 0,00 |
| H (g/l) | 0,00 | 0,04 | 0,00 | 0,04 |
| Cl (g/l) | 5,33 | 15,62 | - | - |
| NO ₃ (g/l) | - | - | 9,31 | 27,28 |

Er moet bedacht worden dat de samenstelling van het regeneraat, zoals gegeven in tabel II-1 de gemiddelde samenstelling betreft van alle bij de regeneratie gebruikte waterstromen, zoals opspoelwater (om het bed los te spoelen), regeneraat, uitspoelwater, inloopwater. De concentraties in het regeneraat zullen aanzienlijk hoger zijn dan in tabel II-1 gepresenteerd. Een voorzichtige aanname kan zijn dat bij optimalisaties en hergebruik van sommige waterstromen van de regeneratie een verdubbeling van de concentraties in het regeneraat mogelijk is. Dit kan samengaan met een halvering van de hoeveelheid vrijkomend afvalwater, indien het spoel- en inloopwater kan worden hergebruikt.

Hergebruik in de tuinbouw.

Vooraf in de substraatteelt worden de meststoffen gedoseerd aan het gietwater. De drie belangrijkste componenten hierbij zijn kalium, calcium en nitraat. Het regeneraat van ontharding zal voornamelijk calciumnitraat bevatten en dus potentieel aantrekkelijk inzetbaar in de glastuinbouw.

Enkele kentallen vanuit de tuinbouw zijn gegeven in tabel II-2

Tabel II- 2 Kentallen substraatteelt

| Kental | Eenheid | Waarde |
|---|----------------------|-------------------------|
| Streefwaarden voor voedingswater | | |
| Nitraat | g/l | 0,62 |
| calcium | g/l | 0,16 |
| Voorraad-oplossing (100* geconcentreerd) | g/l | 62 |
| Nitraat | g/l | 16 |
| Calcium | | |
| wateropname | M ³ /ha/d | 10-60 (gemiddeld 25) |

De waarden in tabel II-2 zijn gebaseerd op evenwichtsbemesting. Dat wil zeggen dat alle zouten uit het water worden opgenomen door het gewas, uitgaande van volledig gebruik van het water (geen spui). Dit kan worden gerealiseerd wanneer regenwater als bron wordt gebruikt.

Vergelijking regeneraatsamenstelling- behoefte calciumnitraat.

Wanneer een vergelijking wordt gemaakt van de concentraties in het regeneraat en de in de teelt benodigde concentraties (in de voorraadoplossing), kan worden geconstateerd dat de concentraties in dezelfde orde grootte liggen. Vervolgens kan worden beschouwd hoeveel kasoppervlak per m³ regeneraat kan worden voorzien van Ca(NO₃)₂. Voor deze vergelijking zijn zowel de gegevens van tabel II-1 toegepast, als een twee keer zo geconcentreerd regeneraat (regeneraat optimaal). De resultaten zijn in tabel II-3 weergegeven.

Tabel II- 3: Consequenties van gebruik van regeneraat in de kas

| | situatie substraatteelt | | regeneraat | | regeneraat optimaal | |
|--|-------------------------|-----------------------|------------------|-----------------|---------------------|-----------------|
| | gietwater g/l | stockoplossing g/l | sterkzuur g/l | zwakzuur g/l | sterkzuur g/l | zwakzuur g/l |
| NO ₃ | 0,62 | 62 | 9,31 | 27,28 | 18,62 | 54,56 |
| Ca | 0,16 | 16 | 2 | 8 | 4 | 16 |
| verbruik van de zoutoplossing per ha kas | | | | | | |
| m ³ /ha/d | 25 | 0,25 | 1,66 | 0,57 | 0,83 | 0,28 |
| m ³ /ha/h | 1,042 | 0,010 | 0,069 | 0,024 | 0,035 | 0,012 |
| te bedienen oppervlak per m ³ /h zoutoplossing (ha) | | | | | | |
| ha | 1,0 | 96,0 | 14,4 | 42,2 | 28,8 | 84,5 |

Uitgangspunten:

- wateropname 25 m³/ha/d;
- nitraat is bepalend voor de hoeveelheid te gebruiken regeneraat (calcium wordt niet in beschouwing genomen).

Geconcludeerd kan worden dat de hoeveelheid nitraat in het 'geoptimaliseerde' regeneraat vergelijkbaar is met de concentratie van de stockoplossingen, zoals gebruikt in de substraatteelt. Naarmate de

concentratie afneemt (niet geoptimaliseerd regeneraat of regeneraat van sterk zure harsen) zal de hoeveelheid benodigde regeneraat per ha toenemen. De meest ongunstige situatie is het regeneraat, zonder optimalisatie van sterk zure harsen. Hiervan is per ha per dag 1,66 m³ regeneraat nodig om in de nitraat- en calciumbehoefte te kunnen voorzien. Per m³/h regeneraat kan 14 ha van nitraat en calcium worden voorzien.

In de meeste situaties zal gelden dat geïnvesteerd moet worden in opslagcapaciteit van het regeneraat.

Voordeel voor de tuinder is een besparing van de meststof kalksalpeter (Ca(NO₃)₂).

Wanneer een collectieve gietwatervoorziening aanwezig is, wordt hergebruik snel aantrekkelijker. Afhankelijk van de omvang kan gekozen worden voor een leiding dan wel een periodiek transport van het regeneraat naar de centrale gietwatervoorziening. Er wordt dan zoveel Ca(NO₃)₂ gedoseerd (uit regeneraat) dat de tuinders voornamelijk de andere componenten toe hoeven te voegen.

III Verwerking NaCl regeneraat

Electrodialyse, het IERO-concept

Het IERO-concept bestaat uit een combinatie van (anaërobe) kationwisseling en RO. Het concept is beproefd te Witharen (Vitens, uit Jong; 2003) met als doel het aldaar gewonnen water te behandelen. Om de slagingskans te vergroten is electrodialyse (ED) als secundair proces toegepast om de regeneratievloeistof van de kationwisselaar voor hergebruik geschikt te maken. De onderzoeksvragen die een raakvlak hebben met het onderzoek dat in dit rapport is beschreven waren:

- Het gebruik van kationwisseling voor de ontharding van water;
- In hoeverre is ED geschikt voor behandeling van de regeneratievloeistof;
- Wat is de invloed van calcium in de met ED behandelde regeneratievloeistof.

Het bleek dat de ionenwisselaar bij lange na niet het theoretisch uitwisselbaar aantal equivalenten per liter haalt (bijna een factor 3 lager). De reden hiervoor is tot nu toe niet duidelijk. Voor het voor hergebruik geschikt maken van de vervuilde regeneratievloeistof door ED is een deel van het regeneratieproces afgevangen. Bij de regeneratie werd eerst opgespoeld om afgezet materiaal bovenin de kolom te verwijderen, dit gebeurde met permeaat van de RO installatie en wordt afgevoerd met het spoelwater van andere filters. Als de regeneratie wordt gestart met de NaCl oplossing vindt uitwisseling plaats tussen de Ca- en Na-ionen. Hierdoor bevat het effluent van de kolom in eerste instantie een hoog Ca- en laag Na-gehalte. Dit deel is niet geschikt voor hergebruik en wordt afgevoerd. Overigens zou dit deel in aanmerking kunnen komen voor precipitatie met soda om het Ca in te dikken en af te kunnen zetten in de industrie. Zodra het meeste Ca is uitgewisseld wordt het Na-gehalte in het effluent hoger totdat het niveau wordt bereikt in de oorspronkelijke regeneratievloeistof. Dit deel is geschikt voor behandeling met ED voor het terugwinnen van het zout, er zit namelijk nog een deel Ca in dat gescheiden moet worden om de vloeistof voor hergebruik geschikt te maken. Hierna vond nog een spoeling met permeaat plaats om het zout uit de kolom te spoelen.

Het afgevangen deel vervuilde regeneratievloeistof bevatte circa 8 g/l Ca, 17 g/l Na, 43 g/l Cl en had een geleidbaarheid van 9 mS/m. Uit de ED experimenten bleek een goede scheiding mogelijk tussen het Na en Ca, al blijft een deel van het Ca aanwezig in het permeaat. Dit deel Ca bleek na 11 malen (waarbij het Ca-gehalte telkens toenam) hergebruik niet storend voor de regeneratie. In de totale balans kon 38 % van het totale zoutgebruik via ED worden teruggewonnen zodat er nog maar 62 % vers zout aangevoerd hoefde te worden. Kortom, het bleek een succesvolle toepassing.

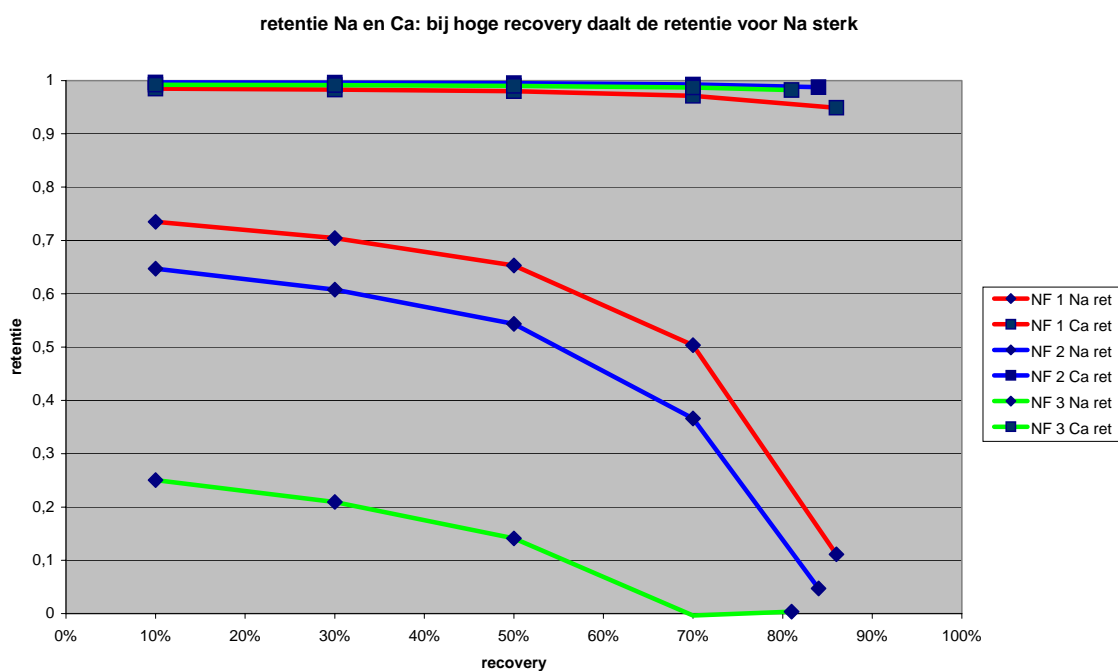
Nanofiltratie

Met behulp van het programma Troi van leverancier Trisep zijn hiervoor berekeningen uitgevoerd. Hiervoor is gebruik gemaakt van 3 verschillende membraantypen:

- rood: NF membraan met een NaCl retentie van 90% onder standaard omstandigheden
- blauw: NF membraan met een NaCl retentie van 88% onder standaard omstandigheden
- groen: NF membraan met een NaCl retentie van 60% onder standaard omstandigheden

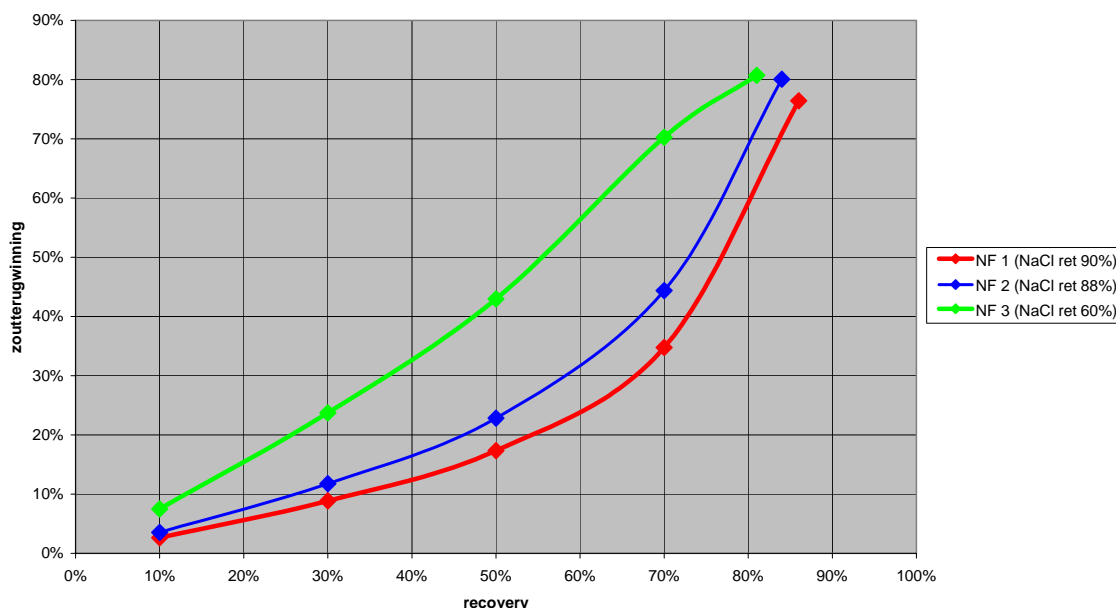
Daarnaast zijn de procescondities recovery, langstroming (recirculatie) en flux gevarieerd. Deze laatste twee bleken geen grote (of een nadelige) invloed te hebben. Bij de berekeningen is de recovery verhoogd net totdat het programma een oplossing kon vinden (bij een te hoge recovery wordt de osmotische druk cq concentratie polarisatie te hoog zodat het rekenkundig lastig is een oplossing is te vinden).

De resultaten van de berekeningen zijn gegeven in figuur III-1 en III-2.



Figuur III-1: Retenties voor Na en Ca

zoutterugwinning sterkzuur. Conclusie: terugwinning tot 80% mogelijk



Figuur III-2: Hoeveelheid terug te winnen Na

Uit figuur III-1 blijkt dat het membraan een zeer gunstige werking heeft, met name bij hoge recovery: daar neemt de retentie voor Na en Ca af, maar die van Na veel sterker. Daardoor is een zeer goede scheiding mogelijk (bijvoorbeeld >90% Ca verwijdering bij 0% Na verwijdering). Uit de massabalansen van de berekeningen is figuur III-2 afgeleid waaruit blijkt dat met ieder membraan een terugwinning van ca. 80% mogelijk is, wellicht iets hoger. De groene lijn vlakt hier al af omdat een retentie van 0% bereikt is voor Na en die zakt niet meer verder. Geconcludeerd kan worden dat zoutterugwinning zeer goed mogelijk is bij sterkzure ionenwisselaars.

Hiermee zou het regeneraatverlies in termen van water gereduceerd worden van 2% naar ca. 0,4% en het zoutverbruik van ca. 150% stoichiometrisch naar ca. 110% stoichiometrisch nodig.

In tabel III-1 is een vergelijking gemaakt tussen de mogelijkheden ontharding met een sterkzure wisselaar, sterkzuur met zoutterugwinning en zwakzuur:

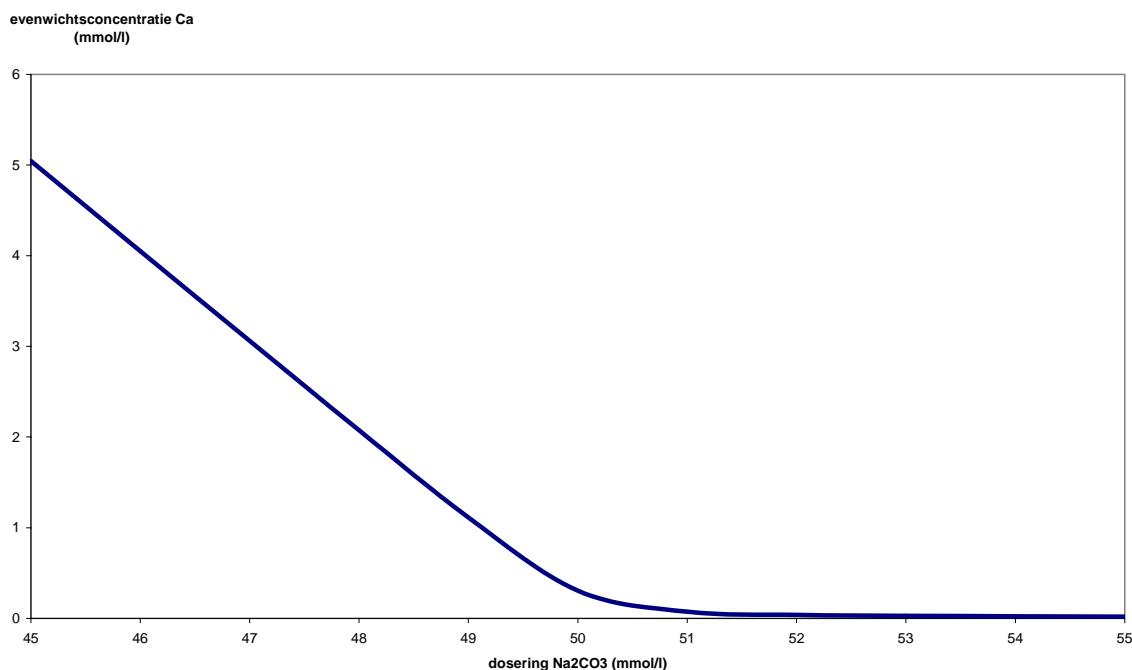
Tabel III-1: Vergelijk onthardingschemicalie

| sterkzuur conventioneel | | sterkzuur met terugwinning (80%) | | zwakzuur | |
|-------------------------|----------|----------------------------------|-------------|------------------------|-------------|
| €/m3 | 0,088 | €/m3 | 0,064 | €/m3 | 0,062 |
| mmol/l Ca verwijdering | 2 | mmol/l Ca verwijdering | 2 | mmol/l Ca verwijdering | 2 |
| mmol/l Na | 4 | mmol/l Na | 4 | mmol/l HCl | 4 |
| efficiency | 0,666667 | efficiency | 0,909090909 | efficiency | 0,909091 |
| mmol/l Na | 6 | mmol/l Na | 4,4 | mmol/l HCl | 4,4 |
| mmol/l NaCl | 6 | mmol/l NaCl | 4,4 | mg/l HCl | 158,4 |
| mg/l NaCl | 351 | mg/l NaCl | 257,4 | 1 mmol/l HCl | 0,014 €/m3 |
| g/m3 NaCl | 351 | g/m3 NaCl | 257,4 | nodig | 0,0616 €/m3 |
| kg/m3 | 0,351 | kg/m3 | 0,2574 | | |
| €/kg NaCl | 0,25 | €/kg NaCl | 0,25 | | |

Uit tabel III-1 blijkt dat de terugwinning leidt tot een efficiency verbetering waardoor de chemicaliekosten dalen. In vergelijking met zwakzure wisselaars zijn de kosten echter ongeveer gelijk. De reden om te kiezen voor een sterkzure wisselaar zal dan zijn voorkomen dat bicarbonaat teveel wordt verwijderd. Indien wordt gekozen voor sterkzuur dan zal zoutterugwinning haalbaar zijn: alleen betrokken op de verbetering van de efficiency in chemicalieverbruik mag de zoutterugwinunit al ca 0,60 €/m³ kosten. Daarnaast wordt dus ook nog 1,6% water bespaard.

Precipitatie met soda.

In figuur III-3 zijn de resultaten weergegeven van een berekening met het computerprogramma Phreeq, waarmee de precipitatie van kalk is berekend.



Figuur III-3: Bepaling evenwichtsconcentratie Calcium na dosering van soda

De evenwichtsconcentratie van calcium is berekend na dosering van Na₂CO₃ op een regeneratievloeistof met 50 mmol/l Ca, 50 mmol/l Na en 150 mmol/l Cl. Een dosering van 50 mmol is dus stochiometrisch en er blijft bij evenwicht 0,3 mmol Ca (van de 50) in de oplossing over na precipitatie.

Precipitatie met Na₂CO₃ lijkt hiermee een reële optie voor hergebruik van het NaCl en de vorming van kalk, dat kan worden afgezet. De kosten van dit proces worden geraamd op € 2,21 ervanuitgaande dat de NaCl-oplossing kan worden teruggewonnen.

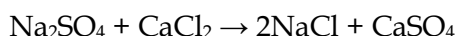
Raffinageprocessen

Scheiding van CaCl₂ en NaCl, in analogie met zoutverwerkende industrie

Zoals besproken is raffinage van het regeneraat bedoeld om NaCl terug te winnen uit het regeneraat dat in hoofdzaak bestaat uit een mix van CaCl₂/NaCl-oplossing.

a. analogie met raffinage van NaCl

Dit lijkt op het raffinageproces dat bij de productie van o.a. voorafgaand plaatsvindt aan bereiding van NaOCl uit NaCl-pekel. In dit productieproces wordt namelijk CaCl₂ toegevoegd aan de om sulfaat te reduceren (zie kader), om te voorkomen dat de elektroden vervuild worden met Na₂SO₄. De daarbij optredende precipitatiereactie (in een zout milieu!) is:



Met andere woorden: dit is een equivalent van de zero discharge met soda (Na₂CO₃), het idee dat Bas verder uitwerkt. Alleen worden nu geen CaCO₃-pellets gevormd, maar CaSO₄-pellets. Een nadeel is dat het niet mogelijk is om de in verzadiging aanwezige CaSO₄ met een zuurdosering weg te doseren, en dat er dan een scheidingstechniek als NF aan te pas moet komen. Echter wel zinvol om een economische afweging te maken tussen deze twee mogelijkheden.

b. analogie met raffinage van MgCl₂

Nedmag wint MgCl₂ in Veendam. Voor het productieproces van diverse chemicaliën moet de brijn worden gezuiverd. Hiervoor wordt AKF gebruikt en ontijzering met MF. Daarnaast vindt Boorverwijdering met ionenwisseling plaats. Voor sulfaatreductie wordt gebruik gemaakt van CaCl₂ om CaSO₄ te precipiteren. Zie a.

Crude magnesium chloride brine for MgO production is treated in an ionexchanger for boron removal. The boron selective resin is regenerated with hydrochloric acid. Subsequently the sulphate in the brine is reduced by using calcium chloride brine, the gypsum precipitate CaSO₄ 2H₂O formed is thickened, dewatered on a vacuum beltfilter and disposed of in our MgCl₂ cavernes.
www.nedmag.nl

<http://www.gogenchem.com/calcium/NCh04.html>.

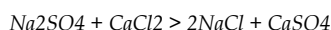
Sodium chlorate, a strong oxidizer used mainly as a feedstock for chlorine dioxide at paper mills, is made by the electrolysis of purified sodium chloride (NaCl) using active titanium anodes and steel cathodes. Electrolysis decomposes NaCl and water to sodium chlorate and hydrogen. The reactions involved are slow, so the electrolyte is circulated away from the cell. Sodium chlorate is removed by cooling the cell effluent and recovering it in a vacuum crystallizer. The remaining weak NaCl electrolyte returns to the cells after new NaCl is added.

Calcium chloride comes into play in these systems by controlling sulfates in the raw-salt and weak-recycled brines. When sulfates are too high, they coat the titanium anodes and reduce electrical efficiency. Even a small loss in efficiency can be costly given the amount of electricity needed. Also, sodium sulfate can crystallize between electrode packs at concentrations above 25 g/l, creating a hazard.

Removal of sulfates with CaCl₂ involves precipitation, decantation and filtration. Systems that do not pretreat for sulfates in this way must be flushed with a barium bath every three to four months. Calcium chloride extends treatment intervals to about four years.

Removal of sulfates with CaCl₂ as a precipitant has many advantages. It lowers capital cost versus refrigeration systems and helps provide high-purity sodium chlorate for chlorine dioxide generators, which is needed to satisfy environmental standards. It also controls costs by allowing use of a lower grade of NaCl, and it involves a relatively simple technology that is especially economical for low-to-medium-volume systems.

Calcium chloride precipitates sulfates by the reaction:



(prec.)

This reaction usually occurs in the settling tank of the brine (electrolyte) purification system, where insoluble calcium sulfate precipitates and purified NaCl electrolyte is decanted. CaCl₂ is added in excess to increase the likelihood of chemical reaction. The weak electrolyte is often passed through an ion exchange unit to replace calcium ions with sodium ions. Calcium ions can also be removed with soda ash.

Toepassingsmogelijkheden van CaCl₂

Het is goed om te weten dat CaCl₂ voor zover bekend nergens wordt geproduceerd, maar dat het altijd wordt gezien als een restproduct van andere productieprocessen (genoemd wordt bijvoorbeeld het Solvay-proces¹). Dat een restproduct iets ander is dan een afvalproduct dat blijkt wel uit de vele toepassingsmogelijkheden van CaCl₂. In veel processen is CaCl₂ een goedkope Ca-bron.

Calcium chloride is used in the production of metals, electronics, paper, calcium salts, gypsum and other products. Depending on the application, it serves as an inexpensive source of calcium ions, a flux, an aridizing agent or another purpose. Calcium chloride is used to make sodium chlorate, calcium alloys, metallic sodium and magnesium, phosphors, gypsum and many calcium compounds. *Aan dit rijtje moet ook nog genoemd worden dat CaCl₂ wordt gebruikt voor dealkaliniastie (bijvoorbeeld in Portlandcement) en droog- en dehydrateertechnieken (ook weer voor cement, maar toepassing is bijvoorbeeld ook wegeenzout).*

Meer informatie over toepassing is te vinden bij leveranciers, zoals :

<http://www.dow.com/calcium/>

<http://www.nedmag.nl/index.cfm?sid=57&pid=36>

<http://www.peterschemical.com/Calcium%20Chloride.htm>

Of deze publicatie: Waste calcium chloride as a source of economic possibilities, Ma.E. Bogdan Borkowski and Dr. Jerzy Król-Bogomilski, Chemik, 43 (7), 181, (1990), al verwacht ik er eigenlijk niet zoveel van gezien het niveau van zijn website:

<http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Galaxy/6137/absart07.html>.

NedMag Liquid CaCl₂

nedMag Ca liquid is a clear liquid, which is used in many industries for a wide variety of applications, including:

- brine refrigeration systems
- chemical processing
- concrete acceleration
- de-icing
- drilling muds
- dust suppressants
- fertilisers
- concrete accelerator
- desiccants
- waste water treatment

Packaging

¹ 2NH₄Cl + Ca(OH)₂ → CaCl₂ + 2NH₃ + 2H₂O

nedMag Ca liquid is available in road tankers up to 25 m³ and in shiploads.

Storage and handling

nedMag Ca liquid is mildly corrosive to mild steel and aluminium. The preferred materials for storage and handling equipment are carbon steel, polypropylene, polyethylene and polyester.

Composition 15% CaCl₂

| Chemical composition | | Typical | Specification |
|-------------------------------|-----|---------|---------------|
| CaCl ₂ | g/l | 165 | 145 min |
| KCl | g/l | 3.0 | 5.5 max |
| NaCl | g/l | 3.0 | 5.5 max |
| MgCl ₂ | g/l | 1.0 | 7.0 max |
| SO ₄ ²⁻ | g/l | 0.3 | 0.5 max |

| Physical Properties | | | |
|---------------------|------|-------|-------------|
| pH | | 10.4 | 10.0 - 11.5 |
| Density | kg/l | 1.135 | 1.12 - 1.15 |

Een aardige exercitie zou zijn om na te gaan wat de economische waarde is van CaCl₂. Gezien bovenstaande toepassingen (primair als goedkope Ca-bron of bulktoepassingen als bijvoorbeeld wegzout) zal die niet hoog zijn.

IV Aannames kostenberekeningen

| | | |
|------------------------|---|---|
| Project | Regeneraatverwerking 100 m³/h ionenwisseling (2+1 tanks, looptijd 24 h) | |
| Bedrijf | Kiwa/DHV | |
| Datum | 23-11-2004 | |
| Ontwerpdebiet | 1 | m ³ /h |
| Piekfactor ontwerp | 1 | continue (gebruik van buffers à 24 uur) |
| Bedrijfsuren | 8760 | per jaar |
| Gemiddeld debiet | 1,0 | m ³ /h |
| Jaarproductie | 8760 | m ³ /jaar |
| PLC | 25.000 | [€] |
| algemene voorzieningen | 5 | % van bouwkosten |
| montage | 30 | % van bouwkosten + algemene voorzieningen |
| staartkosten | 20 | % van bouwkosten + montage + PLC |
| Rente + Afschrijving | 15 | % |
| Onderhoud | 3 | % |
| membraanvervangingen | 25 | % |
| energie | 0,06 | € per kWh |
| membraanprijs | 150 | €/m ² capillaire NF |
| | 50 | €/m ² capillaire UF |
| | 15 | €/m ² spiraalgewonden NF en RO |
| personeelsbelasting | 0,1 | FTE |
| personeelskosten | 50.000 | [€/year] |

| | |
|--|-----------------|
| annuïtaire afschrijving (hulpberekening) | R+A % |
| afschrijving (jaar) | 10 14,90 |
| rente percentage | 8 |

V Juridische kaders lozing in bodem, oppervlaktewater en riool

8.1 Juridisch kader voor lozing op grondwater

De regelgeving die van toepassing is op de lozing van regeneraat op grondwater is weergegeven in Tabel 8.1. Voor lozing van regeneraat in de bodem moet een ontheffing worden aangevraagd in het kader van het Lbb (Lozingenbesluit bodembescherming). De eisen die aan de ontheffing worden gesteld zijn niet concreet in het Lbb opgenomen. Of het lozen van het regeneraat in de bodem wordt toegestaan zal door overleg met het bevoegd gezag per situatie moeten worden bekeken (is lozing mogelijk en onder welke voorwaarden).

Tabel 8.1: Juridisch kader lozing regeneraat in de bodem.

| Wet | Inhoud |
|--|--|
| Wet Bodembescherming (Wbb) | <ul style="list-style-type: none"> • De Wbb is van toepassing bij het in de bodem infiltreren van regeneraat, met als doel het daar te laten. • De procedure om een ontheffing te krijgen is geregeld in de Wm. De ontheffing van het verbod op lozing in de bodem (Lbb) wordt geïntegreerd in de Wm-vergunning (m.a.w. de ontheffing moet worden beschouwd als deel van de vergunning). • (O.a. Art. 6, art. 8, art. 12, 13.) |
| <i>Rekening houden met:</i> | |
| Lozingenbesluit bodembescherming (Lbb) | <ul style="list-style-type: none"> • Het Lbb bevat de concrete invulling van de Wbb. Hierin is een ontheffingsmogelijkheid van het verbod op lozing gecreëerd. Deze ontheffing wordt geïntegreerd in de Wm-vergunning. De invulling van de ontheffing is bepaald in het Lbb. De verbodsbepalingen zijn weergegeven in art. 25 Lbb. • Een lozing van regeneraat in de bodem hoort tot de categorie 'lozingen van overige vloeistoffen' in de zin van het LBB. Deze lozingen zijn in de bodem niet toegestaan zonder een ontheffing van het bevoegd gezag; • Het Lbb is niet van toepassing op lozing in de bodem van oppervlaktewater en ter plaatse opgepompt grondwater (art. 2.1a/2.1b) indien daaraan geen verontreinigende stoffen zijn toegevoegd, concentratie verontreinigende stoffen niet is toegenomen en geen warmte is toegevoegd. Voor lozing in de bodem van grondwater moet het een lozing in dezelfde laag als de onttrekking betreffen. • Het bevoegd gezag toetst vervolgens onder meer of aansluiting op de riolering of een andere wijze van afvoer van de vloeistof mogelijk is. Zie: artikel 25, 25a (art. 25.2: als er andere lozingsmogelijkheid is, bijvoorbeeld op riolering) dan is lozing in bodem niet toegestaan; • Op grond van het Lbb wordt bij gelijke geschiktheid van oppervlaktewater en grondwater voor lozing van regeneraat de voorkeur gegeven aan lozen op het oppervlaktewater. <p>Bij de aanvraag tot ontheffing van de verbodsbepalingen in art.25 Lbb moeten bij het bevoegd gezag een aantal gegevens worden ingediend (Bijlage I van het Lbb):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hoeveelheid en samenstelling van het regeneraat; |

| Wet | Inhoud |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Wijze en plaats van de lozing; - Wijze waarop en frequentie waarmee de samenstelling van het regeneraat wordt bepaald; - Resultaten van een onderzoek naar de te verwachten effecten van de lozing op de hoedanigheid van de bodem op korte en lange termijn; - Afstand tot de riolering; - Resultaten van onderzoek naar de wijzen van afvoer van het regeneraat; - Voorgenomen wijze van definitieve beëindiging van de lozing in de bodem. <p>Een ontheffing kan slechts worden verleend als wordt aangetoond dat:</p> <ul style="list-style-type: none"> - een aansluiting op de riolering of een andere wijze van afvoer van regeneraat niet mogelijk is, en - in het regeneraat geen stoffen voorkomen uit bijlage III Lbb, of deze stoffen daarin voorkomen met een zodanige geringe toxiciteit, persistentie en (bio)accumulatie (voor stoffen uit lijst I Lbb) of zodanige geringe schadelijke werking dat ook op de lange termijn geen gevaar voor verontreiniging van de bodem ontstaat (voor stoffen uit lijst II Lbb). Voor lozing van regeneraat in de bodem is met name lijst II van belang, omdat daar stoffen zijn opgenomen die in hoofdzaak in het regeneraat zullen voorkomen, zoals nitraten, chloriden, sulfaten. |
| Provinciale Milieuverordening (PMV) | Bevat instructieregels voor grondwaterbeschermingsgebieden m.b.t. handelingen die betrekking hebben op het oprichten, veranderen of in werking hebben van een inrichting of op het veranderen van de werking daarvan, tenzij in bijlage 10 anders is bepaald van het IPO-model-PMV. M.a.w. voor de openbare drinkwaterproductie gelden de regels niet als de handelingen 'redelijkerwijs noodzakelijk' zijn (dat begrip moet worden ingevuld door het bevoegd gezag). |
| Algemene wet bestuursrecht | Aangezien de ontheffing van de verbodsbepaling van het Lbb als deel van de vergunning moet worden beschouwd, is voor de totstandkoming van deze ontheffing de Awb van toepassing. |
| Wet milieubeheer (Wm) | <ul style="list-style-type: none"> • Art. 13.1: regels die gelden voor de betreffende inrichting, bijvoorbeeld in de Wbb, Lbb (in Wm vergunning mogen geen voorschriften worden opgenomen die strijdig zijn met voorschriften in het Lbb). • De Wm bevat onder meer 'IBC-criteria' (eisen aan technische uitvoeringsvormen) zoals detectie waarborg tegen lekkage, ondoorlaatbare afdichting naar de bodem, voldoende weerstand tegen mechanische beschadiging. |
| Wet verontreiniging oppervlaktewater (Wvo) | Het adviserende bestuursorgaan voor de procedure voor een vergunningsaanvraag voor lozing in de bodem van regeneraat is het bevoegd gezag met betrekking tot de Wvo. |
| Overig | <ul style="list-style-type: none"> • Grondwaterwet: de grondwaterwet is van toepassing op het onttrekken van grondwater en het kunstmatig infiltreren van water in de bodem. In een vergunning kunnen voorschriften worden opgenomen ter bescherming van de belangen van het grondwaterbeheer: voorschriften m.b.t. kwantiteit als kwaliteit. |
| Mijnbouwwet | <ul style="list-style-type: none"> • Per 1 januari 2003 is de Mijnbouwwet in werking getreden. Met deze inwerkingtreding is de gehele tot dan toe bestaande mijnbouwwetgeving komen te vervallen. In het Mijnbouwbesluit en de Mijnbouwregeling zijn de hoofdelementen van de Wet uitgewerkt²: - de mijnbouw in strikte zin, zoals het verkennen, opsporen, winnen en opslaan van (delf)stoffen en aardwarmte; - aanvullende elementen bijvoorbeeld werkplannen, verwijderingsplannen voor mijnbouwwerken die zijn geplaatst op zee (mijnbouwinstallaties) en |

² Het Besluit beoogt, in aansluiting op de Wet, één overzichtelijk en helder kader te bieden voor een verantwoorde en doelmatige mijnbouw. De Regeling vervangt tientallen nadere regelingen en de door het Staatstoezicht op de mijnen uitgevaardigde Aanschrijvingen alsmede Richtlijnen en beoogt, net als de Wet en het Besluit, één overzichtelijke en helder kader te bieden voor bedrijven en burgers. Het Besluit en de Regeling zijn evenals de Wet op 1 januari 2003 in werking getreden.

| Wet | Inhoud |
|-----|--|
| | <p>meetplannen.</p> <ul style="list-style-type: none"> - De bevoegde instantie voor toepassing van de Wet is de Minister van EZ. • Hoofdstuk 3: vergunningen voor het opslaan van stoffen: <ul style="list-style-type: none"> - Artikel 25: <ol style="list-style-type: none"> 1. Het is verboden stoffen op te slaan zonder vergunning van Onze Minister. 2. Het verbod geldt niet met betrekking tot bij algemene maatregel van bestuur omschreven categorieën van gevallen. - Artikel 49: <ol style="list-style-type: none"> 1. Bij of krachtens algemene maatregel van bestuur kunnen regels worden gesteld met betrekking tot: <ol style="list-style-type: none"> a. het opsporen van delfstoffen of aardwarmte; b. het winnen van delfstoffen of aardwarmte; c. het opslaan van stoffen; d. het instellen van een verkenningsonderzoek; e. boorgaten, anders dan ten behoeve van het opsporen of winnen van delfstoffen of aardwarmte dan wel het opslaan van stoffen, dieper dan 500 meter beneden de oppervlakte van de aardbodem; f. pijpleidingen en kabels die worden gebruikt ten behoeve van het opsporen of winnen van delfstoffen of aardwarmte, dan wel ten behoeve van het opslaan van stoffen. <p>Besluit van 6 december 2002, houdende regels ter uitvoering van de Mijnbouwwet (Mijnbouwbesluit)</p> <p>Deze wet, met uitzondering van artikel 51, is met betrekking tot delfstoffen slechts van toepassing, voorzover de delfstoffen op een diepte van meer dan 100 meter beneden de oppervlakte van de aardbodem aanwezig zijn.</p> <ul style="list-style-type: none"> • § 3.3. Uitzonderingen opslagvergunning: Artikel 28 <p>De in artikel 25, tweede lid, van de wet bedoelde categorieën van gevallen, waarvoor het verbod om stoffen op te slaan zonder vergunning niet geldt, zijn het opslaan van:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. stoffen ten behoeve van het afwenden van het onmiddellijk dreigende gevaar van een ongebeheerde uitstroming van stoffen uit de ondergrond; b. stoffen die gebruikt worden voor: <ol style="list-style-type: none"> 1°. het opsporen en winnen van delfstoffen en aardwarmte; 2°. het opslaan van stoffen, waarvoor een vergunning op basis van artikel 25 van de wet vereist is, of 3°. het aanleggen van een boorgat dieper dan 500 meter beneden de oppervlakte van de aardbodem, buiten de in de onderdelen 1° en 2° bedoelde gevallen; c. stoffen die met de activiteiten, genoemd in onderdeel b, onder 1°, 2° en 3°, onvermijdelijk boven de oppervlakte meekomen, en worden teruggebracht in hetzelfde of een vergelijkbaar voorkomen als waaruit deze afkomstig zijn; d. hemelwater dat is gevallen op het mijnbouwwerk en het terrein eromheen; e. water dat wordt gebruikt voor het opslaan van warmte of koude op een diepte van ten hoogste 500 meter; f. water ten behoeve van drinkwatervoorziening als bedoeld in de Waterleidingwet. <p>Onderdeel f betreft de infiltratie van water ten behoeve van de drinkwatervoorziening. Deze vorm van opslag bestaat reeds vele decennia. Er is geen aanleiding deze vorm van opslag onder het regiem van opslagvergunningen te brengen. Verder is van de vergunningplicht uitgezonderd het in de ondergrond terugvoeren van stoffen, die daaruit afkomstig zijn. Het gaat hierbij om stoffen die bij de winning tegelijk met de delfstoffen naar boven meekomen zoals condensaat, formatiewater en vaste stoffen die niet-bruikbare restproducten zijn van de pekzuivering. Een opslagvergunningplicht is daarom hiervoor niet nodig geoordeeld.</p> <p>Schriftelijke mededeling dhr. Van der Laan, ministerie EZ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Indien het regeneraat op een andere diepte in de grond wordt gebracht dan |

| Wet | Inhoud |
|-----|---|
| | <p>waar het vandaan komt, en die diepte meer dan 100 meter is, is een opslagvergunning vereist. Als het regeneraat wordt teruggevoerd in dezelfde ondergrondse laag als waarvan het oorspronkelijk komt is er een meer gecompliceerde situatie. Toepassing van Mijnbouwwet betekent dan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - opslagvergunning is vereist (artikel 25 Mijnbouwwet; de uitzondering van het tweede lid is niet van toepassing; zie artikel 28 Mijnbouwbesluit). Aanvraag behoeft niet te worden gepubliceerd. Er is geen procedure voor het indienen van concurrerende aanvragen (artikel 15 is niet van overeenkomstige toepassing verklaard); - alvorens tot verlening van opslagvergunning over te gaan is advies van de Mynraad nodig (artikel 105 Mijnbouwwet); - daarnaast is instemming met het opslagplan vereist, alvorens kan worden opgeslagen (artikelen 34 en 39 Mijnbouwwet); - afhankelijk van de te gebruiken installatie is een milieuvergunning, dan wel Mijnbouw Milieuvergunning nodig (zie artikel 40 Mijnbouwwet); - de Wet bodembescherming is op grond van artikel 180 Mijnbouwwet in eerste aanleg niet van toepassing, maar door artikel 196 Mijnbouwbesluit weer wel. Verder is artikel 194 Mijnbouwbesluit van belang voor de toepassing van het Lozingenbesluit; concreet betekent dit dat Minister EZ bevoegd gezag is en DG-Milieubeheer adviseur voor het geven van ontheffing. Als een milieuvergunning nodig is, kan in deze vergunning ook ontheffing worden verleend van het algemene verbod van het Lozingenbesluit om stoffen in de grond te brengen. |

8.1.1 Algemene eisen

De eisen die aan het te infiltreren regeneraat worden gesteld zijn niet eenduidig aan te geven. Veel hangt af van de situatie ter plekke van de infiltratie. Onder andere de mate van verspreiding van de stoffen, de bodemgesteldheid en de achtergrondconcentraties zijn van groot belang voor de uiteindelijke eisen in de ontheffing. In principe gelden de streefwaarden voor grondwater uit de bijlage bij de Wbb als maximaal toetsbare waarden in het regeneraat.

Kritische factoren bij lozing op grondwater

Bij gebruik van grondwater als grondstof moet worden gelet op de verwijdering van nutriënten, CZV, ijzer, mangaan en eventueel voorkomende organische verontreinigingen (dit in verband met de vraag of een saneringsinspanning kan worden geleverd). Ook het gebruik van toegepaste hulpstoffen is van belang, zoals anti-scalants, reinigingsmiddelen en biociden.

Kritische factoren bij lozing op grondwater zijn:

- Grondwatersamenstelling;
- Bodemsamenstelling.

Verzilting kan een probleem zijn; lozing moet bij voorkeur plaatsvinden in een laag met een hogere zoutconcentratie. Met andere woorden, om een ontheffing te krijgen van het Lbb mag bij lozing in de bodem geen vermindering van de grondwaterkwaliteit ontstaan³.

³ Factoren waardoor nadelige effecten op de bodem- en grondwaterkwaliteit kunnen optreden zijn bijvoorbeeld aanwezigheid van bodem-/milieuvreemde stoffen (anti-scalants) in het infiltraat, dosering

8.1.2 Procedure

In Tabel 8.2 is op hoofdlijnen de procedure weergegeven voor lozing van regeneraat op grondwater.

Tabel 8.2: Procedure lozing regeneraat op grondwater.

| Procedure | Omschrijving |
|--------------------------|--|
| Duur | maximaal 6 maanden |
| Aanvragen ontheffing bij | <ul style="list-style-type: none">- Burgemeester en wethouders (ontheffing maximaal 4 jaar, daarna verlening van ontheffing mogelijk in Wm-vergunning van de inrichting);- Als de lozing plaatsvindt binnen een Wm-vergunningsplichtige inrichting, is het BG voor de Wm tevens BG voor een ontheffing van het Lozingenbesluit (meestal college van B&W); |
| Inhoud aanvraag | <ul style="list-style-type: none">- samenstelling/hoeveelheid regeneraat;- wijze/plaats van de lozing;- wijze en frequentie bepaling samenstelling regeneraat;- resultaten onderzoek effecten van de lozing op de bodem;- afstand tot de riolering |
| Overig | Vooroverleg (informeel) met de desbetreffende ambtenaar kan de procedure versnellen |

8.2 Juridisch kader bij lozing op oppervlaktewater

De regelgeving die van toepassing is op de lozing van regeneraat op oppervlaktewater is weergegeven in Tabel 8.3.

Tabel 8.3: Juridisch kader lozing regeneraat op het oppervlaktewater.

| Wet | Inhoud |
|--|---|
| Wet Verontreiniging oppervlaktewater (WvO) | <ul style="list-style-type: none">• Op grond van artikel 1 van de Wvo is het verboden om zonder vergunning afvalstoffen, verontreinigende of schadelijke stoffen, in welke vorm dan ook, in oppervlaktewater te brengen;• Art. 1.1: lozing met behulp van een werk: lozingen die rechtstreeks op oppervlaktewater plaatsvinden via een eigen lozingswerk en zonder eventuele voorafgaande behandeling in een communale rioolwaterzuiveringsinstallatie. Deze lozingen zijn altijd vergunningsplichtig in het kader van de Wvo;• Art. 1.2: indirecte lozingen vanuit een bij Algemene maatregel van bestuur aangewezen inrichting (bedrijven die zuurstofbindende stoffen met jaargemiddelde vervuilingswaarde van 5000 i.e. of meer lozen of bedrijven die gemiddeld per jaar meer dan 500 m³ afvalwater per dag lozen).• In de Wvo-vergunning zijn lozingseisen opgenomen ten aanzien van het maximale gehalte chloride en sulfaat in het regeneraat (een steekmonster mag niet meer dan 2500 mg Cl⁻/l en 450 mg sulfaat/l bevatten) en ten aanzien van de maximale vracht aan chloride en sulfaat (jaarlijks maximaal 1215,5 ton chloride en 214,5 ton sulfaat lozen).• In de Wvo staan eisen voor de vergunningaanvraag, inhoudende dat bij de aanvraag inlichtingen moeten worden verschaft over:<ul style="list-style-type: none">- Hoeveelheid en samenstelling van het regeneraat;- Soort en plaats van de lozing (inclusief tekeningen); |

van anti-scalants of van zoutzuur, aanwezigheid van hoge concentraties chloride en/of sulfaat in het regeneraat.

| Wet | Inhoud |
|------------------------------------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Proces waarbij het regeneraat vrijkomt; - Zuivering van het regeneraat (inclusief tekeningen). |
| <i>Rekening houden met:</i> | |
| Wm | <ul style="list-style-type: none"> • De Wm bevat een aantal bijzondere bepalingen omtrent de Wvo-vergunningprocedure (13.2 Wm). Tevens zijn de grondslag voor de beoordeling van de Wvo-vergunningaanvraag en bepalingen over eventuele vergunningsvoorschriften opgenomen in de Wm. • Op grond van artikel 7.b.2 WVO wordt de aanvraag van de Wvo-vergunning overeenkomstig hoofdstuk 14 Wm gecoördineerd voorbereid en behandeld met de Wm-vergunningaanvraag. • De Wm is van toepassing als de lozing niet aan WVO voorwaarden voldoet en een bedrijf niet anderszins een Wvo-vergunning behoeft (art. 7.2 Wvo/h 14 Wm, art. 8.28-8.34 Wvo/7b-7e Wm). • De Wm bevat onder meer 'IBC-criteria' (eisen aan technische uitvoeringsvormen) zoals detectie waarborg tegen lekkage, ondoorlaatbare afdichting naar de bodem, voldoende weerstand tegen mechanische beschadiging. De Wm-vergunning regelt hoe de installatie moet worden onderhouden en beheerd en hoe de installatie eruit moet zien. |
| Overig | <ul style="list-style-type: none"> • NW4 (waterkwaliteitsbeleid) • Europees beleid: zoals IPPC, Europese Kaderrichtlijn Water, 76/464/EEG (regulering emissies); • De Kaderrichtlijn Water kent twee artikelen die rechtstreeks verwijzen naar de drinkwaterfunctie van het oppervlaktewater. Artikel 7 van de KRW beoogt het niveau van zuivering dat voor de productie van drinkwater vereist is, te verlagen. Op de lange termijn moet een 'eenvoudige zuivering' volstaan om drinkwater te produceren uit oppervlaktewater. Dat impliceert dat het oppervlaktewater waaruit wordt onttrokken voor de drinkwater voorziening uiteindelijk zal moeten voldoen aan de normen voor drinkwater kwaliteit (98/83/EG), rekening houdend met het zuiveringsrendement van een 'eenvoudige zuivering'. Wat precies onder eenvoudige zuivering wordt verstaan is op dit moment nog in discussie bij de Europese Commissie. Naar verwachting zal de Commissie komen met een voorstel voor één rendement per stof dat voor alle lidstaten zal gaan gelden. Een verkennend onderzoek van EUREAU naar de zuiveringsrendementen bij verschillende lidstaten wees overigens uit dat de rendementen zowel nationaal als internationaal sterk kunnen verschillen. Coagulatie en zandfiltratie is volgens de EUREAU de enig mogelijke definitie van een 'eenvoudige zuivering' omdat deze behandeling overal in Europa gebruikt wordt en zodoende als standaard opgelegd kan worden. Vanuit de Nederlandse waterleidingbedrijven wordt 'eenvoudige zuivering' van oppervlaktewater gedefinieerd als: eenvoudige fysische behandeling (coagulatie, beluchting, snelfiltratie) én desinfectie (door middel van chloor, ozon of UV). Toepassing van actieve kool, membraanfiltratie e.d. valt nadrukkelijk niet onder eenvoudige zuivering. • Internationale verdragen (afspraken voor de bescherming van specifieke gebieden/kwaliteitsdoelstellingen, zoals Internationale Rijncommissie); • Bestrijdingsmiddelenwet: bestrijdingsmiddelen die worden toegepast in membraaninstallaties ter voorkoming van biofouling, moeten zijn toegelaten door de Commissie Toelating Bestrijdingsmiddelen. De waterkwaliteitsbeheerder heeft de mogelijkheid een aanvullende toetsing uit te voeren in het kader van een Wvo-vergunning waarbij de risico's voor het lokale aquatische ecosysteem worden beoordeeld op het gebruik van bestrijdingsmiddelen in membraaninstallaties ter bestrijding van biofouling; • Wet op Waterhuishouding: voorkoming nadelige gevolgen van omvangrijke lozingen op (rijks)wateren (kwantiteitsbeheer). |
| Awb (algemene wet bestuursrecht) | Daarin is de procedure geregeld voor de vergunningverlening. |
| Uitvoeringsbe sluit verontreinigin | Bevat mede de procedurele eisen voor de aanvraag van de Wvo-vergunning voor rijkswateren (art. 6-7a). Daarnaast is nog een aantal eisen vastgelegd in de Wvo zelf (zie boven). |

| Wet | Inhoud |
|-----------------------|---|
| g rijkswateren (Ubvr) | |
| PMV | Bevat instructieregels voor grondwaterbeschermingsgebieden m.b.t. handelingen die betrekking hebben op het oprichten, veranderen of in werking hebben van een inrichting of op het veranderen van de werking daarvan, tenzij in bijlage 10 anders is bepaald van het IPO-model-PMV. M.a.w. voor de openbare drinkwaterproductie gelden de regels niet als de handelingen 'redelijkerwijs noodzakelijk' zijn (dat begrip moet worden ingevuld door het bevoegd gezag). |

Voor lozing van regeneraat op oppervlaktewater is een vergunning vereist in het kader van de Wet verontreiniging oppervlaktewater (Wvo). In de Wvo staan eisen voor de vergunningaanvraag bij Rijkswateren, bijvoorbeeld dat informatie moet worden verschaft over onder meer de hoeveelheid en samenstelling van het regeneraat, en de soort en plaats van de lozing. Voor de overige wateren zijn geen eenduidige eisen vastgesteld; de waterkwaliteitsbeheerders (vergunningverleners) kunnen zelf hun eisen stellen. De inhoudelijke eisen bij een vergunning (o.a. eisen ten aanzien van het te lozen regeneraat) worden vastgelegd in de vergunningsvoorschriften. Middels een immissietoets dient te worden bepaald of er gevolgen zijn van lozing voor het ontvangende watersysteem.

8.2.1 Algemene eisen

Algemene eisen aan regeneraat zijn niet te noemen; de in de vergunningsvoorschriften opgenomen eisen ten aanzien van het water dat geloosd wordt, worden door het bevoegd gezag per oppervlaktewater vastgesteld.

Met name worden eisen gesteld aan:

- Chloridegehalte;
- Sulfaatgehalte;
- Nitraatgehalte;
- Natriumgehalte;
- Te lozen gehalte aan bestrijdingsmiddelen;
- Te lozen gehalte aan zware metalen;
- (eventueel) anti-scalants.

De eisen die worden gesteld met betrekking tot deze gehalten zullen sterk afhankelijk zijn van de te lozen stoffen en de eigenschappen van het ontvangende oppervlaktewater (met name de grootte, samenstelling en functie).

Kritische factoren bij lozing op oppervlaktewater

Middels een immissietoets dient te worden bepaald of er gevolgen zijn van lozing voor het ontvangende watersysteem. De toets bestaat uit:

- er mag geen overschrijding zijn van het MTR-niveau in een watersysteem (er mag geen verslechtering plaatsvinden van de oppervlaktewaterkwaliteit). Bijvoorbeeld: heeft het regeneraat een hoge zoutvracht? Bevat het regeneraat milieugevaarlijke antiscalants? Zitten er hulpstoffen in het spoel-/reinigingswater? Wordt de MTR

overschreden? Zijn er mogelijkheden voor verdunning (volume van het oppervlaktewater waarop geloosd wordt)?;

- er mag geen acute toxiciteit optreden in de mengzone;
- er mag geen vorming plaatsvinden van klasse IV waterbodems .

Lozen van het regeneraat met het effluent van een rwzi heeft als voordelen dat er geen nadelige invloed is op het zuiveringsproces van de rwzi en dat mogelijke acute toxiciteitsfactoren in de mengzone worden verminderd.

8.2.2 Procedure

In Tabel 8.4 is op hoofdlijnen de procedure weergegeven voor lozing van regeneraat op oppervlaktewater.

Tabel 8.4: Procedure lozing regeneraat op oppervlaktewater.

| Procedure | Omschrijving |
|--------------------------|--|
| Duur | Maximaal 6 maanden |
| Aanvragen vergunning bij | BG voor desbetreffend water: <ul style="list-style-type: none"> - voor Rijkswater: minister van Verkeer en Waterstaat; - voor overige water: Gedeputeerde Staten van de provincie waarin het oppervlaktewater gelegen is. In geval van overdracht van bevoegdheid door provincie beslissen dan waterschap/zuiveringsschap of gemeente over de vergunningverlening. |
| Vorm | Invullen standaardformulier |
| Inhoud aanvraag | <ul style="list-style-type: none"> - Hoeveelheid/samenstelling regeneraat; - Soort/plaats lozing; - Proces waarbij regeneraat vrijkomt; - Zuivering van regeneraat; - Motivatie keuze membraanfiltratie |
| Overig | Vooroverleg (informeel) met de desbetreffende ambtenaar kan de procedure versnellen |

8.2.3 Kosten/heffingen

In hoofdstuk IV van de Wvo zijn nadere eisen opgesteld voor de betaling van heffingen, bijdragen en rechten. Voor rijkswateren wordt de heffing berekend aan de hand van het aantal vervuilingseenheden. Voor de overige wateren wordt de hoogte van de heffing bepaald door de waterkwaliteitsbeheerders, op basis van artikel 5.1 Wvo.