

Hergebruik van regeneratie-zout bij ionenwisseling

RON JONG, VITENS

SIMON BAKKER, VITENS

DOEKE SCHIPPERS, VITENS

JAN POST, DHV WATER

In de voorgaande artikelen is het IERO-proces, RO voorafgegaan door een ionenwisselaar, beschreven en vergeleken met conventionele RO. Het grote voordeel van het IERO-proces ten opzichte van een reguliere RO is de hoge recovery en flux waarmee de RO bedreven kan worden. Hierdoor kan bespaard worden op membraanoppervlak en is de concentraatstroom kleiner. Een aandachtspunt van het proces is echter wel het vrijkomen van een aanzienlijke hoeveelheid regeneratiezout. In dit artikel wordt aangetoond dat de milieutechnische voordelen van IERO én de kostenbesparing verder kan worden vergroot door behandeling van het regeneraat. Twee technieken van terugwinning zijn geëvalueerd: elektrolyse en nanofiltratie.

Bij regeneratie van een ionenwisselaar wordt ongeveer de helft van het gebruikte zout daadwerkelijk gebruikt voor regeneratie. Het resterende zout is overmaat en zal in het regeneraat achterblijven. Naast het ion dat voor regeneratie gebruikt wordt, zal ook het tegenion in het regeneraat komen. Bij regeneratie van bijvoorbeeld een kationwisselaar met keukenzout wordt ongeveer de helft het natrium gebruikt bij de regeneratie, maar het chloride zal door de wisselaar heen stromen en in zijn geheel in het regeneraat terechtkomen. Hierdoor zal het regeneraat rijk zijn aan chloride en natrium.

Terugwinning zout

Het rendement van het IERO-proces kan verhoogd worden door een deel van het regeneratiezout uit het regeneraat terug te winnen. Hierbij moet natrium en chloride worden gescheiden van de overige zouten in het regeneraat. Voordelen van deze terugwinning zijn reductie van het zoutverbruik en daarmee zoutkosten, reductie van de milieubelasting, minder problemen met lozingsvergunning op kleinere oppervlaktewateren en reductie van de lozingskosten van de afvalstroom.

De terugwinning kan op een aantal manieren gebeuren. Bij Vitens zijn op verschillende locaties de volgende processen onderzocht om zout terug te winnen: elektrolyse (Witharen) en spiraalgewonden nanofiltratie (Vechterweerd)

zoutrijke waterstroom, het concentraat¹⁾. De drijvende kracht is een elektrisch potentiaal verschil, waarmee slechts de te verwijderen of terug te winnen zouten door het membraan worden getransporteerd.

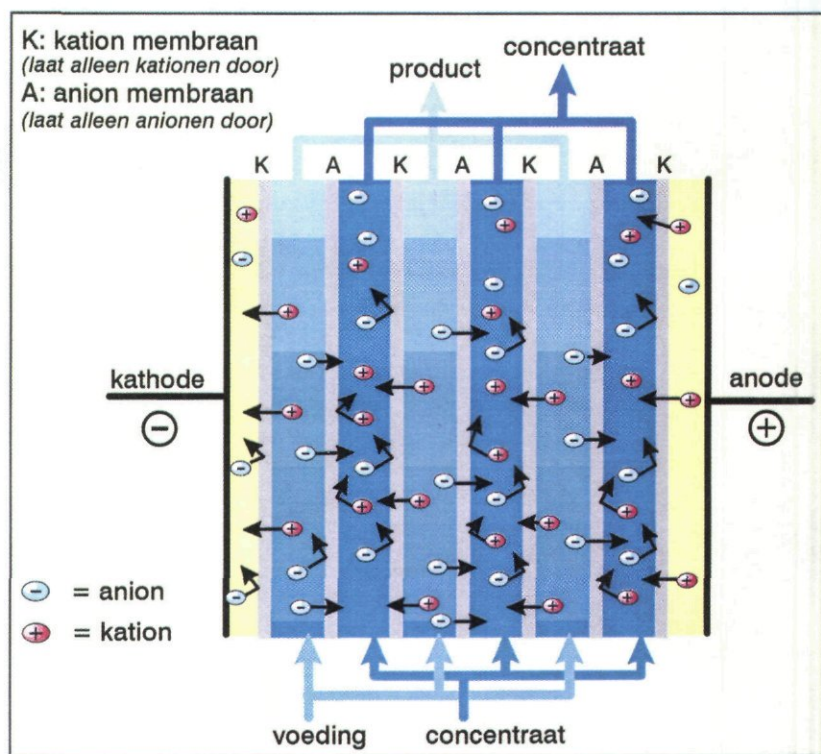
Elektrodialyse geschiedt in een pakket dat opgebouwd is uit membranen die óf anionen óf kationen doorlaten. Tussen de membranen zijn spacers geplaatst, waardoorheen het water stroomt en aan de buitenzijde van dit pakket zijn een anode en een kathode aangebracht. Als een potentiaal verschil wordt aangelegd over dit pakket, zullen de negatieve ionen zich richting de anode bewegen en de positieve ionen richting de kathode. Nu blijkt het water te worden gesplitst in een zoutarme waterstroom en een zoutrijke waterstroom (zie afbeelding 1).

Voor het verwijderen van calcium en sulfaat uit drinkwater wordt elektrolyse in Nederland toegepast op het pompstation Boxmeer van Brabant Water²⁾. Door gebruik te maken van specifieke membranen die preferent doorlaatbaar zijn voor éénwaardige ionen (monovalent selectief) kan natrium gescheiden worden van de tweewaardige kationen. Bij elektrolyse is de energiebehoefte geringer naarmate de te behandelen vloeistof geconcentreerder is. Dit maakt elektrolyse op voorhand aantrekkelijk om toe te passen bij de behandeling van het geconcentreerde regeneraat (TDS circa 80 g/l)³⁾.

Elektrodialyse

Elektrodialyse is een membraantechniek, waarbij het voedingswater gesplitst wordt in een zoutarme waterstroom, het diluaat, en een

Afb. 1: Schematische weergave elektrolyse (bron Kiwa).



Proefopzet

Bij het onderzoek is een ionenwisselaar gebruikt die gevuld is met kationhars doorstroomd met anaëroob ruw water. De regeneratie is geheel handmatig uitgevoerd met een zoutoplossing van tien procent. Voor- en naspoeling vond plaats met anaëroob ruw water. De elektrolyseproeven zijn uitgevoerd met een 1,5 m³/h proefinstallatie die voorzien was van 94 celparen met monovalent selectieve anion- en kationmembranen.

Om oxidatie van ijzer en mangaan te voorkomen, zijn de voorraadvaten met regeneratie zout en regeneraat anaëroob gehouden met een stikstofdeken (afbeelding 2).

Resultaten elektrolyse

In het onderzochte grondwater bleek ongeveer 45 procent van het bij een regeneratie benodigde natriumchloride werkelijk te worden gebruikt voor uitwisseling van ionen. De overmaat zout is nodig om het regeneratieproces snel en volledig te laten verlopen. Normaliter gaat dit deel via lozing op oppervlaktewater of riool verloren. Het verlies bedraagt dus 55 procent van het ingekochte zout.

Uit de elektrolyseproeven is gebleken dat 70 procent van de overmaat zout kan worden teruggewonnen, waarbij circa 19 procent van het calcium wordt meegetransporteerd. Dit is een besparing op de zoutkosten van circa 38 procent en is tevens een 38 procent reductie op de lozingskosten van chloride (afbeelding 3).

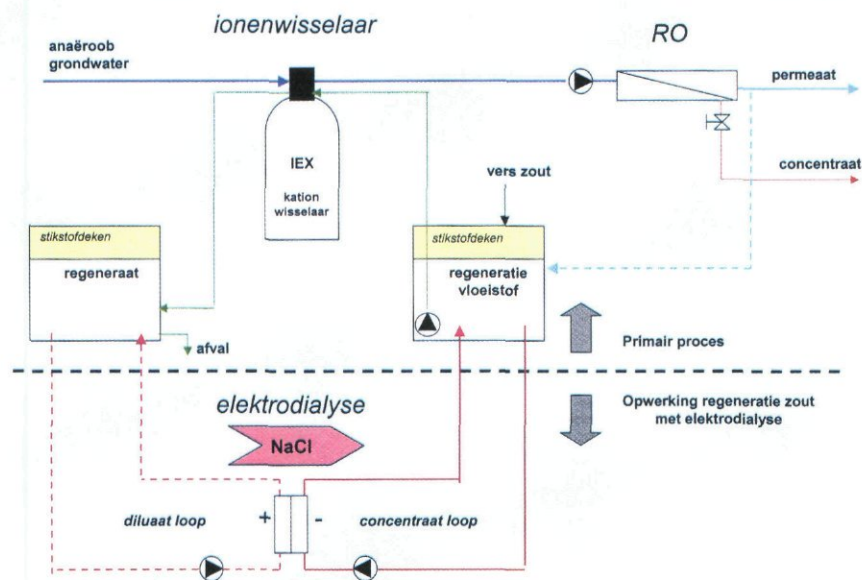
Na aanvulling van de zoutconcentratie tot tien procent in de teruggewonnen pek was het zout weer geschikt voor regeneratie van de ionenwisselaar. De cyclus van regeneratie en teruggewinning van natriumchloride met elektrolyse is elf maal herhaald. Na elke cyclus steeg het calciumgehalte in de regeneratievloeistof, maar ook na de elfde maal bleek de regeneratie nog vrijwel volledig (afbeelding 4).

Nanofiltratie

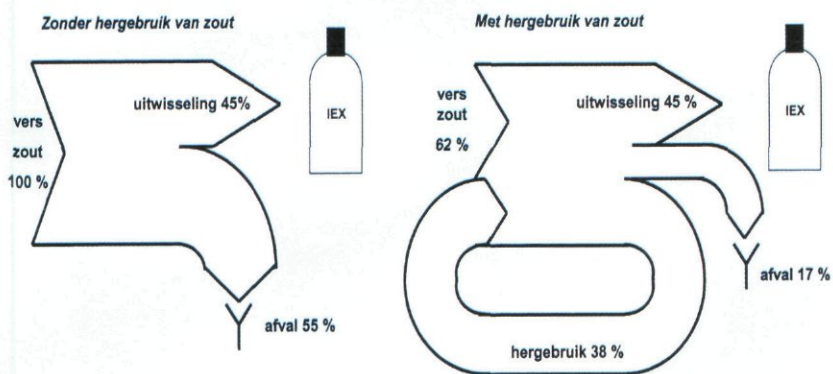
Voorafgaand aan de experimenten in Witharen zijn proeven uitgevoerd op pompstation Diepenveen. Hierbij is de IERO als geheel onderzocht en is op Vechterweerd een haalbaarheidsexperiment uitgevoerd met betrekking tot de teruggewinning van regeneratiezout met nanofiltratie.

Proefopzet

De ionenwisselaar, gevuld met 140 liter kationhars, is twee maal beladen door hem te doorstromen met drinkwater. De daaropvolgende regeneraties hebben plaats gevonden met een zoutoplossing van tien procent en het regeneraat is opgevangen. Vervolgens is het regeneraat gecirculeerd over een nanofiltratie-



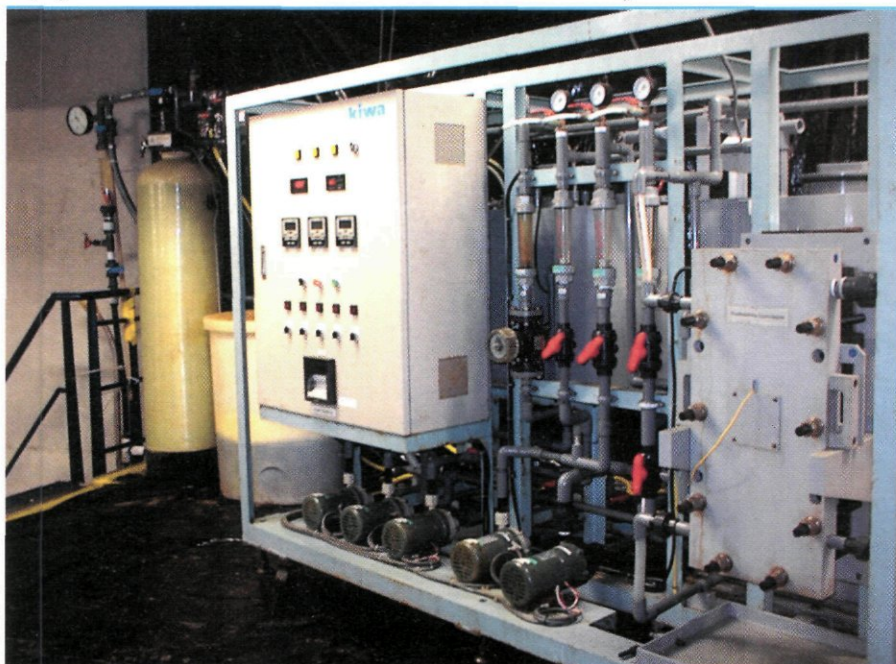
Afb. 2: Opstelling regeneratie-experimenten met elektrolyse.

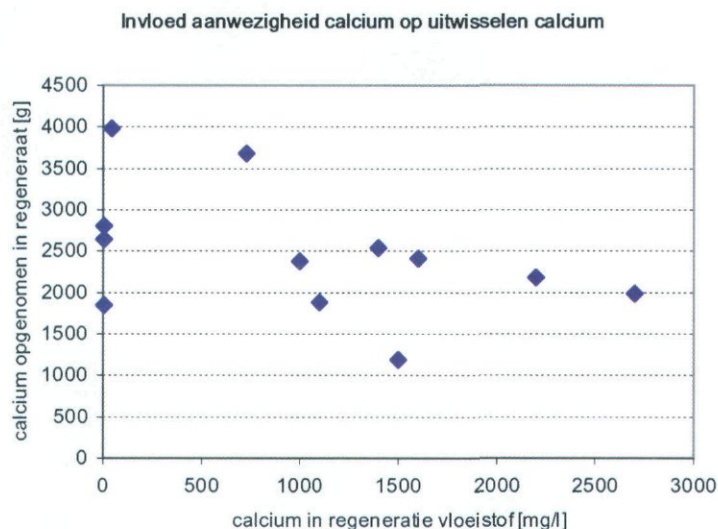


Sitatie Witharen prof. Witharen

Afb. 3: Natriumbalans ionenwisselaar zonder en met teruggewinning van zout met elektrolyse.

De proefinstallatie in Witharen met links een ionenwisselaar en rechts de elektrolyse-installatie.





Afb. 4: Relatie tussen calciumgehalte regeneratievloeistof en uitwisseling calcium.

tie testbank, die geladen was met een membraan. De maximale druk die door de voedingspomp geleverd kon worden was 10,8 Bar.

Resultaten nanofiltratie

Als gevolg van de hoge osmotische druk van het regeneraat was het niet mogelijk om permeaat te produceren bij een drijvende kracht van 10,8 bar en een temperatuur van 12°C. Ter verlaging van de osmotische druk, is de zoutoplossing van tien procent met drinkwater verdund tot een concentratie van zes procent.

Met het verdunde regeneraat zijn vijf experimenten uitgevoerd, drie in feed-en-bleed mode en twee in semi dead-end mode. Bij een flux van 6 l/m².h werd 65 procent van het natrium teruggewonnen en bij een flux van 2,5 l/m².h zelfs 90 procent. Hierbij werd

slechts respectievelijk twee en anderhalf procent van het calcium getransporteerd. Als gevolg van de lage voedingsdruk vond het zouttransport in de nanofiltratie hoofdzakelijk door diffusie plaats. Bij het Vitens-onderzoek is nanofiltratie nog niet voldoende onderzocht om het voor deze toepassing in de praktijk toe te passen.

Haalbaarheid

De besparing op zoutkosten bij het toepassen van elektrolyse en nanofiltratie bedraagt respectievelijk circa 38 procent en bij semi dead-end nanofiltratie zelfs 50 procent, hetgeen op een besparing in zoutkosten van respectievelijk 4 en 5 eurocent per kubieke meter (hoofdstroom) neerkomt. Deze besparing betreft slechts de besparing op zoutkosten; daarnaast wordt nog meer bespaard omdat naast zout ook water wordt hergebruikt en

doordat de lozingskosten lager zijn. Om een dergelijke besparing te bereiken is een investering vereist voor een NF of een ED voor slechts circa drie procent van de hoofdstroom. Hieruit blijkt dat een dergelijke installatie alleen al uit kostenoogpunt zeer haalbaar kan worden gerealiseerd.

Conclusies

Door behandeling van het regeneraat (de afvalwaterstroom van de ionenwisselaar) kunnen de milieutechnische voordelen van IERO verder verhoogd worden, doordat de totale stofbelasting op het milieu (keukenzout) afneemt. Deze behandeling is uit kostenoogpunt zeer haalbaar, zodat ook de kosten van IERO nog verder worden verlaagd dan beschreven in het vorige artikel. Uit korteduurproeven blijkt dat circa 38 tot 50 procent van het bij ionenwisseling gebruikte regeneratiezout teruggewonnen kan worden. 

LITERATUUR

- 1) Kappelhof J., D. Miséré, J. Nemerth, L. Feij, W. van Paassen en R. Jong (1996). Elektrolyse, de oplossing voor nitraat en hardheid? H₂O nr. 21.
- 2) Brekvoort Y., J. Kappelhof en S. van de Wetering (2002). Elektrolyse in Boxmeer: twee jaar praktijkervaring. H₂O nr. 24.
- 3) Thompson C., T. Reynolds en B. Boegli (1997). Compare performance and cost for brackish water treatment. Desalination & Water Reuse nr. 7/2.

Proefinstallatie met nanofiltratie in Vechterweerd.

