

Van afvalwater naar ultrapuur water

De productie van ultrapuur water in Emmen is tot stand gekomen op basis van maatwerk. De bron (rwzi-effluent), de hoge eisen met betrekking tot de waterkwaliteit, de lozing van het concentraat en de leveringszekerheid hebben geleid tot een uniek waterproject met de inzet van innovatieve technologie.

Zes jaar werkten WMD en waterschap Velt en Vecht aan dit project. Voorafgaand aan het ontwerp is de eerste jaren intensief met de Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM) samengewerkt om tot een programma van eisen te komen: keuze bron, kwaliteit van het te leveren water, de hoeveelheid te leveren water en de mate van reservestelling van de zuiveringsinstallaties en van de bron. Voor de oliewinning moet continu stoom in de bodem worden geïnjecteerd. Dit betekent dat continue beschikbaarheid van het ultrapure water van economisch groot belang is.

Illustratie: Rudolf Das

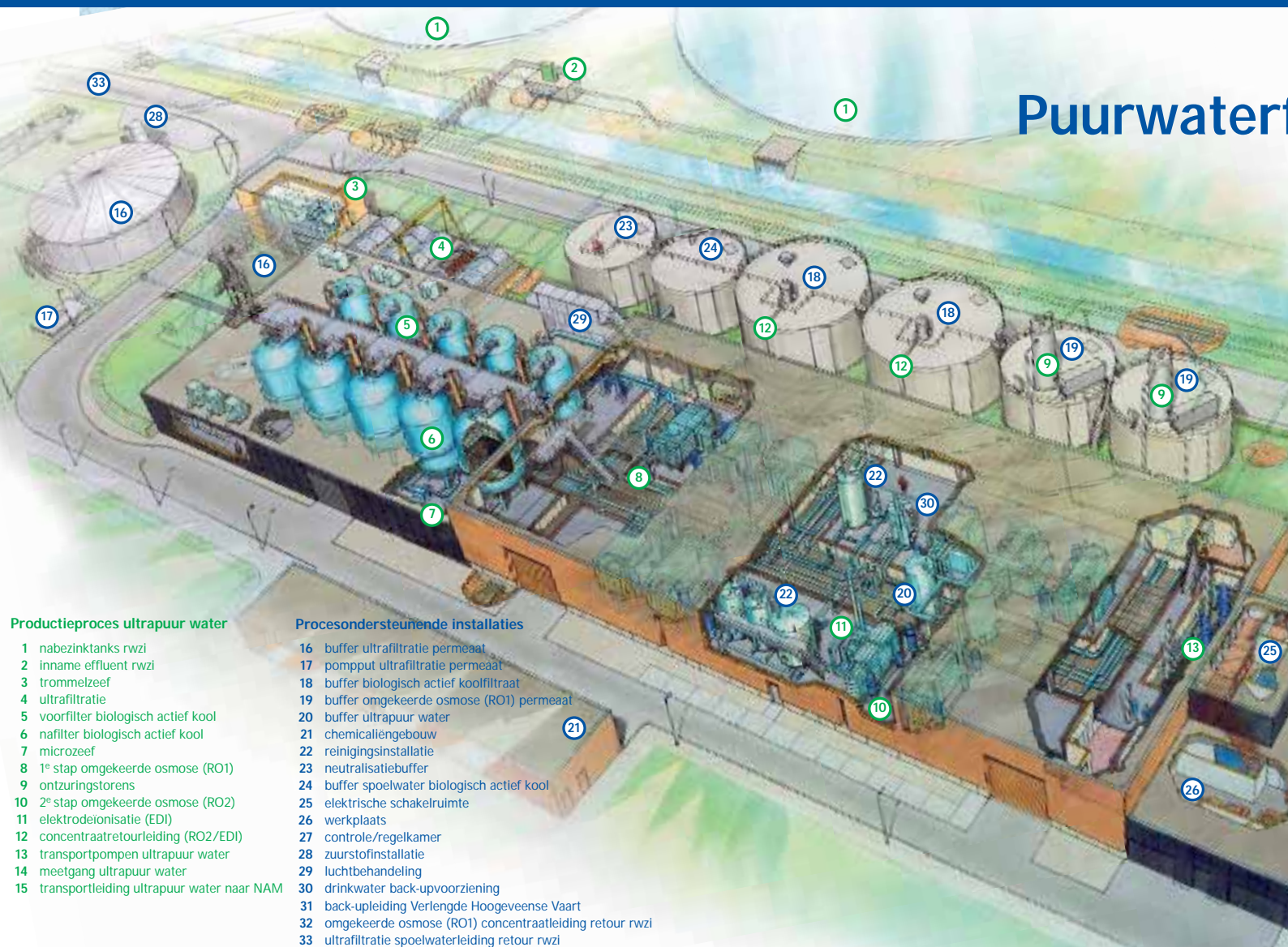
Gelijktijdig met het opstellen van het programma van eisen en de ontwerpbegin-selen is van 2005 tot en met 2007 intensief onderhandeld over een contract. De belangrijkste afspraken in het contract zijn:

- NieuWater investeert in de puurwaterfabriek en verzorgt gedurende de duur van het contract de exploitatie;
- Gedurende een periode van 25 jaar, met optie op verlenging, wordt ultrapuur water geleverd aan de NAM. Als belangrijkste kwaliteitseis geldt een geleidbaarheid (EGV) van <0,2 µS/cm;

- De hoeveelheid te leveren ultrapuur water bedraagt 8.200 kubieke meter per dag, met een optie tot verhoging van de capaciteit naar 10.000 kubieke meter per dag;
- De energie wordt geleverd door de NAM, vanuit een warmtekrachtcentrale;
- De NAM betaalt NieuWater, gezien de afname van een vrij constante hoeveelheid water, een vast bedrag per maand.

De bron: rwzi-effluent

Bij de keuze van de bron werd al snel duidelijk dat, op grond van het beleid van de Provincie Drenthe en het waterschap, het



Puurwater

Productieproces ultrapuur water

- 1 nabezinktanks rwzi
- 2 inname effluent rwzi
- 3 trommelzeef
- 4 ultrafiltratie
- 5 voorfilter biologisch actief kool
- 6 nafilter biologisch actief kool
- 7 microzeef
- 8 1^e stap omgekeerde osmose (RO1)
- 9 ontzuringstorens
- 10 2^e stap omgekeerde osmose (RO2)
- 11 elektrodeionisatie (EDI)
- 12 concentraatretourleiding (RO2/EDI)
- 13 transportpompen ultrapuur water
- 14 meetgang ultrapuur water
- 15 transportleiding ultrapuur water naar NAM

Procesondersteunende installaties

- 16 buffer ultrafiltratie permeaat
- 17 pompput ultrafiltratie permeaat
- 18 buffer biologisch actief koolfilteraat
- 19 buffer omgekeerde osmose (RO1) permeaat
- 20 buffer ultrapuur water
- 21 chemaliëgebouw
- 22 reinigingsinstallatie
- 23 neutralisatiebuffer
- 24 buffer spoelwater biologisch actief kool
- 25 elektrische schakelruimte
- 26 werkplaats
- 27 controle/regelkamer
- 28 zuurstofinstallatie
- 29 luchtbehandeling
- 30 drinkwater back-upvoorziening
- 31 back-upleiding Verlengde Hooigeveense Vaart
- 32 omgekeerde osmose (RO1) concentraatleiding retour rwzi
- 33 ultrafiltratie spoelwaterleiding retour rwzi

niet mogelijk was grond- en/of oppervlaktewater te gebruiken als grondstof voor het ultrapure water. Het tegengaan van verdroging van de bodem in Drenthe staat hoog op de agenda. Grondwater mag slechts gebruikt worden als grondstof voor de drinkwatervoorziening. De aanvoer van IJsselmeerwater in droge perioden in het oppervlaktewatersysteem in Drenthe moet zoveel mogelijk beperkt blijven. In de omgeving van Emmen bleek slechts één bron beschikbaar: het effluent van de rioolwaterzuiveringsinstallatie Emmen op slechts zeven kilometer afstand van de locatie van de NAM in Schoonebeek.

De rwzi Emmen, in beheer bij waterschap Velt en Vecht, heeft een gemiddelde dagaanvoer van 32.000 kubieke meter. Dit is dus ruim voldoende voor de watervraag van NAM. De keuze voor effluent van de rwzi als bron betekende een grote organisatorische en vooral ook technologische uitdaging: het zuiveren van (gezuiverd) afvalwater tot ultrapuur water. De kwaliteit van het effluent van de rwzi kan sterk variëren, mede onder invloed van kwaliteits- en kwantiteitsschommelingen in de aanvoer van het huishoudelijke en industriële afvalwater. De grote

schommelingen in de kwaliteit van het voedingswater aan de ene kant, en de contractuele afspraken met NAM met betrekking tot continue levering en kwaliteit van ultrapuur water aan de andere kant, zorgden ervoor dat het ontwerp van de puurwaterfabriek zich moet kenmerken door robuustheid. Als zich echter extreme situaties voordoen is voorzien dat (tijdelijk) oppervlaktewater uit de Verlengde Hoogeveense Vaart als bron kan dienen. Indien er zich ook met deze bron problemen zouden voordoen, dan wordt tijdelijk drinkwater aangevoerd als grondstof voor de bereiding van ultrapuur water.

Het zuiveringsproces: ontzouting zonder veel chemicaliën

Voor de productie van ultrapuur water uit effluent van de rwzi Emmen is vergaande ontzouting nodig. Het zuiveringsproces in de puurwaterfabriek is daarom grotendeels gebaseerd op membraan-technologie. Grofweg is de waterbehandeling in te delen in drie stappen: voorbehandeling, ontzouting en polishing tot ultrapuur water. Aanvankelijk was de gedachte om voor

ontzouting een combinatie van nanofiltratie met omgekeerde osmose (RO) in te zetten, na een voorbehandeling met ultrafiltratie. In het oorspronkelijke ontwerp zou de nabehandeling van gedemineraliseerd (RO-permeaat) tot ultrapuur water plaatsvinden met behulp van ionenwisseling (mengbedden). Dit betekende echter dat een aanzienlijke hoeveelheid chemicaliën nodig was voor de regeneratie van deze ionenwisselaars. Bovendien was in het oorspronkelijke ontwerp drukgedreven ultrafiltratie opgenomen, waarbij een dosering vlokmiddel (ijzer- of aluminiumzouten) nodig was voor een stabiele procesvoering. Omdat dit een extra zoutvracht betekende, was lozing op oppervlaktewater van deze regeneraatstromen niet toegestaan. De enige mogelijkheid was om deze afvalstroom (circa 30 kubieke meter per uur) in te dampen en de overgebleven brijn (circa drie kubieke meter per uur) af te voeren. Indampen had echter een aantal nadelen: een groot energieverbruik, het gebruik van chemicaliën om scaling te voorkomen en een zeer onzekere afzet van de brijn naar andere (ontvangende) partijen. Bovendien trokken potentiële ontvangende partijen zich terug. NieuWater zag zich daarom genoodzaakt, in overleg met de NAM, het ontwerp te herzien.

Uiteindelijk is, mede op grond van proefonderzoek (zie pagina 41), gekozen voor een chemicaliën-arm ontwerp. Dit betekende een ander type ultrafiltratie (zonder gebruik van vlokmiddelen) en de toepassing van biologisch actiefkoolfilters tussen de ultrafiltratie en omgekeerde osmose om de vervuiling van RO-membranen te kunnen beperken. Het slibconcentraat van de ultrafiltratie en het spoelwater van de biologische actiefkoolfiltratie worden teruggebracht naar de voorkant van de rioolwaterzuiveringsinstallatie (slibretourstroom).

Ionenwisseling werd vervangen door elektro-deïonisatie (EDI): een relatief nieuw proces dat de voordelen van elektrodialyse, membraanfiltratie en ionenwisseling combineert. Hoewel deze gewijzigde systeemkeuze een verdubbeling van investering betekende, zijn door een behoorlijke besparing op chemicaliën de exploitatielasten slechts marginaal gestegen. Het gekozen zuiveringsproces (zie schema) heeft de collegiale toetsing doorstaan van (inter)nationale deskundigen op het gebied van membraan-technologie en industriewaterproductie. Met deze nieuwe aangepaste zuivering is het mogelijk de concentraatstromen van de RO-installatie en de elektro-deïonisatie, afhankelijk van de kwaliteit, deels terug te brengen naar het actief slibproces van de rioolwaterzuivering. In de zuivering worden aanvullende zuiveringsmaatregelen getroffen, zodat voldaan wordt aan de eisen die gesteld worden aan lozing op het oppervlaktewater.

Robuust ontwerp

Bij het procesontwerp is ingestoken op robuustheid, met name om te allen tijde en ondanks de sterke variatie in de kwaliteit van

het rwzi-effluent te kunnen voldoen aan de eisen ten aanzien van leveringszekerheid in kwaliteit en kwantiteit van het ultrapure water. Deze robuustheid is in het gehele ontwerp doorgevoerd. Zo is bij ultrafiltratie een relatief lage ontwerpflux van 20 l/mh aangehouden.

Biologische actieve koolfiltratie wordt toegepast om ernstige biofouling op de RO-membranen tegen te gaan. Omdat rwzi-effluent nog relatief veel voedingsstoffen bevat, is het optreden van ernstige biofouling een reëel risico, wanneer dit water wordt behandeld met omgekeerde osmose. Proefonderzoek (zie pagina 41) heeft aangetoond dat met voorbehandeling door biologische actiefkoolfiltratie, het RO-voedingswater een veel lagere foulingpotentie heeft. Hierdoor is een stabiele procesvoering van omgekeerde osmose beter gewaarborgd en zullen de membranen ook minder vaak hoeven te worden gereinigd. Omdat de biologische omzettingprocessen in de biologische actieve koolfilters veel zuurstof vragen en omdat zuurstofloosheid niet is toegestaan, wordt zuivere zuurstof gedoseerd. Bij het ontwerp van de biologische actiefkoolfiltratie is gekozen voor een tweetrapsprincipe: een hoogbelaste eerste trap (contacttijd 15 minuten), gevolgd door een laagbelaste tweede trap (contacttijd 30 minuten) ten behoeve van de polishing.

Bij het ontwerp zijn maatregelen getroffen om uitspoeling van actieve biomassa van de biologische actiefkoolfiltratie naar de RO-membranen tegen te gaan. Zo wordt het eerste filtraat (tot een uur) na een filterspoeling van de tweede biologische actiefkoolfilterinstallatie retour geleid naar de voeding van de ultrafiltratie en zijn zelfspoelende screens van 10 micron en kaarsenfilters van 1 micron opgenomen tussen de biologische actiefkoolfiltratie en de omgekeerde osmose.

Ook bij de ontzouting met omgekeerde osmose is gekozen voor een configuratie in twee trappen. Een tweetraps RO draagt bij aan de robuustheid en leveringszekerheid van de installatie, met name omdat de nageschakelde EDI optimaal kan presteren door de hoge kwaliteit van het voedingswater. Een tweetraps RO heeft als voordeel dat een eventueel verlies van zoutretentie op de eerste RO-trap (ten gevolge van reinigingen) kan worden opgevangen door de tweede trap RO. Hierdoor wordt de levensduur van de membranen van de eerste RO-trap verlengd. Ook geldt een verhoogde levensduur van de tweede RO-trap en EDI, waardoor de exploitatielasten lager uitvallen. De eerste RO-passage kan produceren met een variabele opbrengst tussen de 70 en 80 procent. Dit beperkt het risico op scaling en daarmee het verbruik van chemicaliën, zoals antiscalants, sterk. Het concentraat van de eerste RO-trap wordt deels teruggevoerd naar de rwzi en deels geloosd op het oppervlaktewater. De tweede RO-passage kan vanwege de lage zoutconcentraties bij een hoge opbrengst (90 procent) worden bedreven zonder risico

fabriek Emmen



op scaling (en dus zonder dosering van antiscalants).

De direct aan de tweede RO gekoppelde EDI functioneert ook met een opbrengst van 90 procent en produceert per straat 90 kubieke meter ultrapuur water per uur met een EGV beneden 0.1 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Het concentraat van de tweede RO-trap wordt, samen met het EDI-concentraat, teruggevoerd naar de voeding van de eerste RO-trap.

Leveringszekerheid

Om een maximale leveringszekerheid te krijgen en bovendien de levering van ultrapuur water eenvoudig uit te kunnen breiden, is gekozen voor een meerstratenconcept. Bij een productie van 8.200 kubieke meter water per dag (zoals nu is gerealiseerd) is de installatie uitgevoerd in vijf straten, waarvan een straat als 'reserve' functioneert. Indien de capaciteit moet worden uitgebreid naar 10.000 kubieke meter per dag, wordt een zuiveringsstraat bijgebouwd. Vanuit leveringszekerheid kan een zuiveringsstraat voor onderhoudswerkzaamheden buiten bedrijf genomen worden zonder dat de levering in gevaar

komt. Ook is in het kader van leveringszekerheid de watertransportleiding (polypropyleen) naar het NAM-emplacement dubbel uitgevoerd. In geval van leidingbreuk of contaminatie van het ultrapure water kan één leiding worden afgesloten (en worden doorgespoeld, gereinigd of worden geïnspecteerd op breuk), terwijl de parallelle leiding in bedrijf blijft.

Exploitatie

WMD heeft inmiddels ruime ervaring met de technische exploitatie van membraaninstallaties (ultrafiltratie, nanofiltratie en omgekeerde osmose) en de levering van industriewater. Dit is al begonnen in 1998 met de productie van gietwater aan de glastuinbouw in Zuidoost-Drenthe. Daarna volgde de levering van gedemineraliseerd water aan Norit in Klazienaveen.

Sinds 2001 exploiteert WMD de Waterfabriek van het Dierenpark Emmen. De opgedane kennis en ervaring is niet alleen van grote waarde bij het ontwerp geweest, maar ook bij de exploitatie van de puurwaterfabriek in Emmen.

Vanzelfsprekend heeft waterschap Velt en Vecht veel ervaring met de zuivering van afvalwater. Onder de vlag van NieuWater zal bij de exploitatie van de puurwaterfabriek worden samengewerkt door WMD en Velt en Vecht en wordt kennis en ervaring gebundeld. De bedrijfsvoering van de puurwaterfabriek, en de hiervoor genoemde andere industriewaterinstallaties van WMD, wordt verzorgd door een team machinisten van WMD en operators van Velt en Vecht. Deze groep kan zelfstandig in storingsdienst voorzien. Door deze samenwerking wordt bovendien een goede communicatie gestimuleerd tussen het personeel van de rwzi Emmen (Velt en Vecht) en de operators van de puurwaterfabriek (NieuWater). Ook dit draagt uiteindelijk bij aan de leveringszekerheid, bijvoorbeeld wanneer de kwaliteit van het rwzi-effluent plotseling verandert en direct maatregelen getroffen moeten en kunnen worden.

Rob Bos (directeur NieuWater)
Roelof Schuiling (secretaris-directeur waterschap Velt en Vecht)