



# Waterkringloopsluiting in het Noorder DierenPark te Emmen een feit!

ING. S. DOST, WATERLEIDINGMAATSCHAPPIJ DRENTHÉ

IR. H. PRUMMEL, WATERLABORATORIUM NOORD

IR. P. VAN DER MAAS, WATERLABORATORIUM NOORD

IR. E. MAJOOR, WATERSCHAP VELT & VECHT

Sinds dit voorjaar loopt een uniek project in Emmen. Op het grondwaterbeschermingsgebied de Es van de Waterleidingmaatschappij Drenthe realiseert het Noorder Dierenpark een nieuw attractiepark. In dit nieuwe park wordt aan het centrale thema 'water en leven' vorm gegeven, allereerst in de vorm van een multimediacentrum, waarin op een educatieve wijze aandacht wordt besteed aan het thema water en leven. Daarnaast zal een integraal zuiveringssysteem de afvalwaterzuivering en bedrijfswaterzuivering van zowel het nieuwe als het huidige park gaan verzorgen. In de duurzame exploitatie van de Waterfabriek hebben WMD en Waterschap Velt & Vecht elkaar gevonden. Sinds april is de waterkringloop in het dierenpark een feit.

Toen de samenwerking tussen WMD en het Noorder Dierenpark in 1997 werd beklonken, is een inventarisatie uitgevoerd van de bestaande watersystemen in het Noorder Dierenpark.

Deze leverde de volgende informatie op:

- De jaarlijkse drinkwaterlevering van WMD bedraagt circa 180.000 m<sup>3</sup> (minder dan vijf procent voor humane consumptie);
- Het Noorder Dierenpark beschikt over meer dan 40 separate dierenbassins, waarvan meer dan 20 met een eigen circulatiesysteem;
- Circa tien attracties hebben een waterkwaliteitsprobleem (onder andere nijlpaarden en pinguïns);
- Het afvalwater (circa 1.500 v.e.) wordt geloosd op het riool en wordt gezuiverd in de rwzi van Waterschap Velt & Vecht;
- Voor de verschillende waterklassen, zoals de nijlpaarden en pinguïns en het rifaquarium (soepschildpadden), bestaan streefwaarden;
- Tenslotte moet rekening gehouden worden met locatiespecifieke bedrijfswaternormen, waarbij de richtlijnen voor huishoudwater zijn meegenomen.

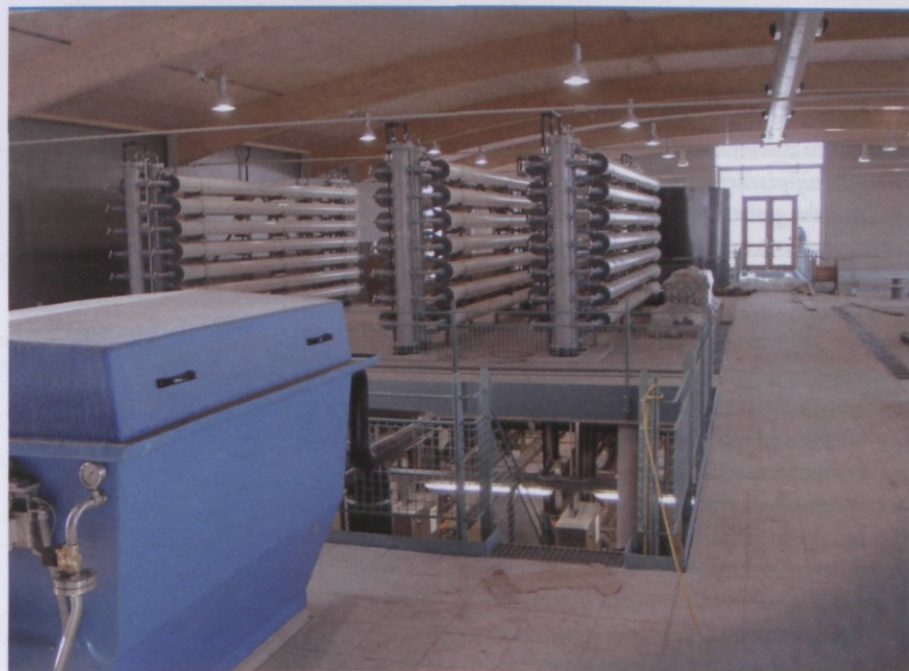
Besloten is om in een centrale waterfabriek ook de waterkwaliteit van pinguïns en nijl-

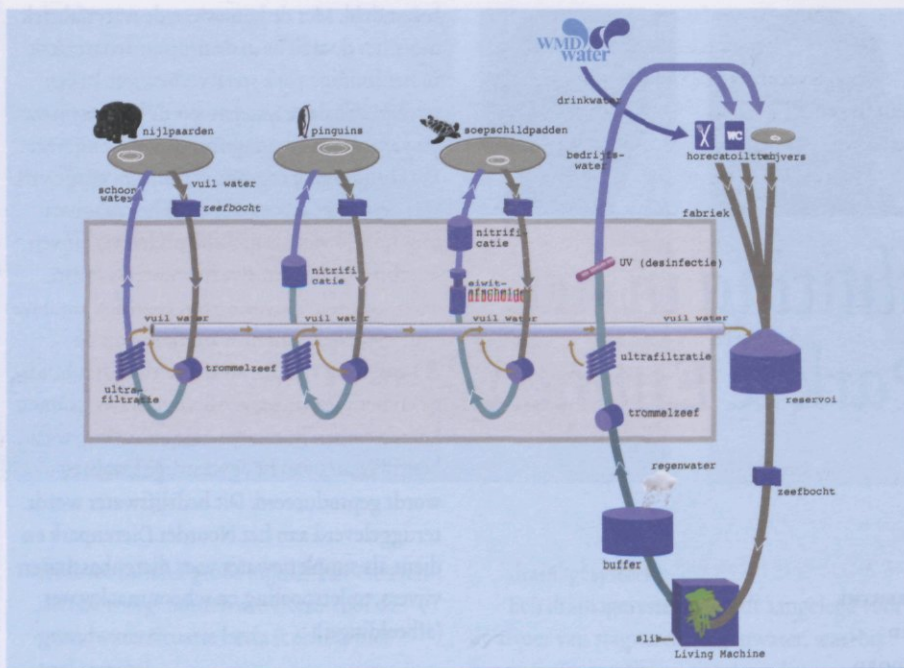
paarden te verbeteren met nieuwe zuiverings technieken. De Waterfabriek bestaat uit een centrale biologische afvalwaterzuivering met een nageschakelde bedrijfswaterproductie en een drietal circulatiesystemen, waarin het basinwater van drie attracties separaat wordt

behandeld. Met de komst van de waterfabriek moet het doorzicht in de nijlpaardenattractie in het huidige park sterk verbeteren. In een tweede circulatiesysteem wordt het bassinwater van de nieuwe pinguïnzee, waar ongeveer 250 Humboldt-pinguïns verblijven, gezuiverd. Het derde circulatiesysteem is het rifaquarium, waarin vier soepschildpadden verblijven. Hierbij gaat het om een zoutwatersysteem, waardoor deze zuivering een specifiek karakter heeft. Het hart van de waterfabriek is de behandeling van het afvalwater van het huidige en het nieuwe park. Alle afvalwaterstromen komen samen in een speciale zuivering, waar bedrijfswater van hoogwaardige kwaliteit wordt geproduceerd. Dit bedrijfswater wordt teruggeleverd aan het Noorder Dierenpark en dient als suppletiewater voor dierenbassins en vijvers, toiletspoeling en schoonmaakwater (afbeelding 1).

Het nieuwe park wordt volgens duurzame principes opgezet. Voor de watervoorziening geldt als uitgangspunt dat de waterkringloop in principe 100 procent gesloten moet zijn. Dit sluit aan bij het beleid van WMD om de inzet van grondwater te beperken tot de productie van drinkwater. Strikt genomen betekent 100 procent recycling van waterstromen dat geen drinkwater aan het park meer hoeft te worden toegevoegd en geen afvalwater meer wordt afgevoerd. In de praktijk zal 100 procent recycling onmogelijk zijn, maar er zal wel naar gestreefd worden. Suppletie vindt plaats via hemel- en leidingwater bestemd voor drinkwatertoepassingen. In het ontwerp is uitgegaan van volledige afkoppeling van hemelwater in zowel het huidige als in het nieuwe dierenpark (circa 30.000 m<sup>3</sup>/j). Na uitgebreid

De Waterfabriek.





Afb. 1: Schematisch overzicht van de integrale waterzuivering.

(pilot)onderzoek is besloten een centrale waterzuivering te bouwen voor de behandeling van alle vrijkomende afvalwaterstromen. Deze zuivering is uitgerust met hoogwaardige technieken, die resulteren in een continue levering van bedrijfswater van goede kwaliteit. Daarnaast zijn separate circulatiesystemen gebouwd voor enkele dierbassins.

### Systeemkeuze Nijlpaarden

De waterkwaliteit van de nijlpaardenbassins was onvoldoende om een acceptabel doorzicht in het buitenbassin te verkrijgen. Doorzicht wordt voornamelijk bepaald door troebelheid en kleur. Kleine deeltjes/colloïden en moeilijk afbreekbare componenten (onder andere kleurverbindingen) accumuleren in het systeem. Uit onderzoek blijkt dat ultrafiltratie van het nijlpaardenwater de gewenste waterkwaliteit kan leveren. Ultrafiltratie heeft een scheidend vermogen van 0,05 µm en vormt dus ook een absolute barrière voor bacteriën. Het vuile nijlpaardenwater passeert een mechanische grofvuilverwijdering (zeefbochten) en wordt via een buffer naar de waterfabriek getransporteerd. In de waterfabriek wordt het nijlpaardenwater na een trommelzeef (100 µm) behandeld in een UF. De turnover van het nijlpaardenbassin is ongeveer vijf uur.

Voorafgaand aan de ultrafiltratie wordt een polyaluminiumchloride gedoseerd. Het nut van een vlokmiddeldosering ten behoeve van de bedrijfsvoering heeft zich reeds in eerder onderzoek én op de industrie- en gietwaterinstallaties van WMD bewezen. Naast verbetering van de filtratieprestaties is het vlokmiddel ook noodzakelijk voor kleurver-

wijdering. Het gezuiverde water wordt na ultrafiltratie rechtstreeks getransporteerd naar het nijlpaardenbassin.

### Pinguïns

In het Noorder Dierenpark werden manenrobber en pinguïns in hetzelfde zoetwatersysteem gehouden. Met de komst van de nieuwe pinguïnzee is een separaat gesloten waterbehandeling met een turnover van circa twee uur geïntroduceerd. Ultrafiltratie is een goede combinatie techniek voor deeltjesscheiding en desinfectie, zonder schadelijke nevenproducten. Pinguïns scheiden stikstof uit in een opgeloste vorm, die nauwelijks wordt verwijderd met ultrafiltratie. In een biologisch slib-op-drager-filter (circa 30 m<sup>3</sup>) vindt, in een bypass van ongeveer eenderde van de totale stroom, omzetting van ammonium naar nitraat plaats (350 g N/dag).

### Soepschildpadden

Het waterpaviljoen omvat ook een rifaquarium met een inhoud van 500 kubieke meter, waarin vier soepschildpadden verblijven. Het

Amoëbe.



zoutwater uit het bassin wordt in een gesloten circulatiesysteem behandeld met een turnover van ongeveer 2,5 uur. Eiwitafschuimers zijn ingezet als scheidingstechniek. Deze techniek wordt toegepast, omdat in zout water de vorming van zeer kleine luchtbelletjes mogelijk is. Met een speciale venturi wordt lucht ingevoerd in de circulatiestroom van 50 kubieke meter per uur per eiwitafschuimer (totaal vier). Colloïdaal aanwezige stikstof, fosfor, (an)organische stoffen, vetten en algen hechten aan de luchtbelletjes en worden bovendien de kolom als geconcentreerd schuim afgevoerd naar de afvalwaterzuivering. Combinatie met een snuffe ozon verbetert de fysische werking, doordat (te) grote moleculaire ketens worden geoxideerd tot kleinere, te floteren, ketens. Opgeloste stikstofverbindingen (35 gram per dag) worden biologisch verwijderd in een speciaal tricklingfilter (volume circa zes kubieke meter) met zeoliet. In dit filter vindt voldoende nitrificatie plaats; ondanks het zoute milieu (omzettingssnelheid factor twee tot drie lager dan in zoetwater). Een UV-desinfectie is nageschakeld.

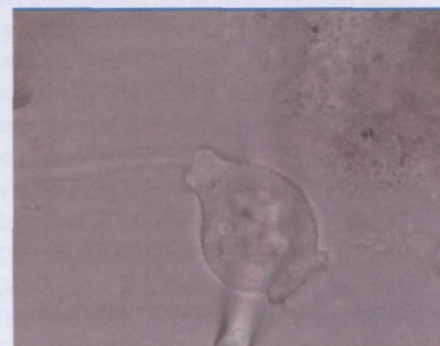
### Afvalwater → bedrijfswater

De afvalwaterzuivering (336 m<sup>3</sup> per dag) is ontworpen op de vuilbelasting van 25.000 bezoekers per week, aangevuld met de afvalstoffen die door de nijlpaarden en pinguïns worden geproduceerd (het spoelwater van de ultrafiltratie (circa 10 m<sup>3</sup> per uur)). Door de koppeling van waterstromen wordt het integrale karakter van het watersysteem benadrukt. Het spoelwater van de ultrafiltratie is een geconcentreerde stroom met organische stof en nutriënten. Dit afvalwater kan uitstekend biologisch worden afgebroken. De installatie is ontworpen:

- op een vuilvracht van 40-88 kg BZV/dag
- maximaal 17 kg N/dag
- maximaal 74 kg SS/dag
- maximaal 13 kg P/dag

De centrale biologische zuivering, de Living Machine, kan het beste worden beschouwd als een combinatie van een actief-slijbsysteem en een 'constructed wetland'. Het

Vorticella.



ontwerp is gebaseerd op een octrooi van John Todd<sup>1,2</sup>. In het octrooi wordt een goede zuivering geclaimd als gevolg van een evenwichtig ecosysteem. De principes van het ontwerp zijn onder andere gericht op grote biologische diversiteit (micro, meso, macro) en hun onderlinge relaties. Verschillende populaties bacteriën en algen in combinatie met een verscheidenheid aan plantensoorten, slakken, wormen, **korren en vissen vormen samen een compleet ecologisch systeem.** Het grote specifieke oppervlak van de plantenwortels fungeert als dragermateriaal voor micro-organismen en hoge

re organismen als tubificiden.

Verder wordt beweerd dat dit systeem een laag energieverbruik en een lage slibproductie kent in vergelijking met conventionele systemen. De geclaimde duurzaamheid is echter niet aangetoond, maar zal nader worden onderzocht. In feite kan worden gesteld dat het verschil tussen de Living Machine en een conventioneel actiefslibstelsysteem ligt in de aanwezigheid van planten, die dankzij klimaatbeheersing (kas) uitstekend gedijen op afvalwater. De keuze voor het systeem is evenwel gebaseerd op visuele aspecten ter verho-

ging van de attractiewaarde voor de bezoeker van het Noorder Dierenpark.

- Het afvalwater doorloopt achtereenvolgens de volgende procesonderdelen:
- afvalwaterbuffer (500 m<sup>3</sup>),
  - zeebocht (0,75 mm),
  - gesloten anoxische reactor à 140 m<sup>3</sup> (eventueel met methanoldosering),
  - **gesloten aërobe reactor à 140 m<sup>3</sup>,**
  - propstroming door twee beplante aërobe reactoren (resp. 370 en 235 m<sup>3</sup>),
  - nabezinking in nabezinktank (hydraulische belasting: 0,68 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.uur),
  - slibrecirculatie naar de anoxische reactor, eventueel surplus wordt afgevoerd,
  - effluentbuffer (buffer 500 m<sup>3</sup>),
  - bijmenging hemelwater (buffer 500 m<sup>3</sup>),
  - trommelzeef (100 µm),
  - coagulatie met aluminiumhoudend vlok-middel,
  - ultrafiltratie (55 l/mh),
  - UV-desinfectie,
  - bedrijfswaterlevering.

Het bedrijfswater wordt geproduceerd door behandeling van het bezonken afvalwater, eventueel aangevuld met hemelwater, middels ultrafiltratie. Vlokmiddeldosering (PAC) voor een optimale deeltjesscheiding, fosfaatverwijdering én ontkleuring is noodzakelijk. De nageschakelde UV-desinfectie zorgt voor een extra bacteriologische barrière. De belangrijkste ontwerpgrondslagen van de integrale waterfabriek staan in tabel 1 vermeld.

**Opstart**

Sinds eind vorig jaar worden gefaseerd de verschillende waterbehandelingen opgestart. Medio dit jaar zal de gehele Waterfabriek functioneren als een integrale waterbehandeling. De Living Machine is inmiddels opgestart evenals de nijlpaarden- en bedrijfswaterinstallaties. Bij de opstart van de Living Machine is entmateriaal uit een rioolwaterzuiveringsinstallatie toegepast. De installatie functioneert voorlopig bij een droge stofgehalte van circa drie gram per liter. De belichting wordt automatisch gestuurd op drie on-line monitors: zuurstof, nitraat en redox. De eerste analysesresultaten staan vermeld in tabel 2.

De Living Machine verwijdert de organische vuilvracht en de stikstofverbindingen tot ruim onder de norm. Het nitraatgehalte is relatief hoog, maar kan verder worden verlaagd door dosering van een extra koolstofbron (methanol). De BZV/N-ratio van het influent is ongeveer 2 (mg/mg) en daarmee te gering voor een vergaande denitrificatie. Het fosfaatgehalte wordt deels verwijderd in de Living Machine en deels in de ultrafiltratie door

Tabel 1: Ontwerpgrondslagen waterfabriek.

	debiet (m <sup>3</sup> /h)	jaarproductie (m <sup>3</sup> /j)	membraanflux (lmh)	membraanoppervlak m <sup>2</sup>
nijlpaarden	140	1.300.000	75	1.960
pinguïns	300	1.500.000	85	1.960
soepschildpadden	200	900.000	-	-
afvalwater	14-34	>100.000	-	-
bedrijfswater	60	500.000	55	1.120

Tabel 2: Kwaliteit bedrijfswater (gebaseerd op enkele metingen).

parameter	eenheid	effluent Living Machine	permeaat ultrafiltratie (= bedrijfswater)	norm bedrijfswater
zwevende stof	mg/l	9	<1	<1
troebelheid	FTU	2-4	<0,1	<1
kleur	mg Pt/l	-	19	<20
doorzicht	m	-	-	>5
zuurgraad	pH	6,5-7	6,5-7,5	>6,5
ammonium	mg N/l	0,03	0,03	<1
nitriet	mg N/l	<0,1	<0,1	<0,3
nitraat	mg N/l	13	13	<15
N-kjeldahl	mg/l	1,3	0,9	<5
tot. fosfaat	mg P/l	3	1	<5
BZV	mg O <sub>2</sub> /l	2,1	0,53	<10
e-coli	kve/100 ml	-	<1	<1
CZV	mg O <sub>2</sub> /l	19	-	-
DOC	mg C/l	-	6	-
chloride	mg/l	-	63	-
temperatuur	°C	-	10-14	-
UV-absorptie	abs/m	-	11-15	-

De eerste prestaties van ultrafiltratie zijn conform de ontwerpcriteria:

	eenheid	nijlpaarden*	bedrijfswater**
bruto flux	l/m <sup>2</sup> .h	75	55
recovery	%	94	94
transmembraandruk	bar	0,1-0,3	0,1-0,4
vlokmiddeldosering	ppm Al	~2	~2
nominaal debiet	m <sup>3</sup> /h	150	60

\* opstart 1 mei 2002 \*\* opstart 26 april 2002

adsorptie met het aluminiumhoudend vlok-middel. De ontkleuring van het UF-permeaat is direct gerelateerd aan de vlokmiddeldose-ring. Ultrafiltratie en UV-desinfectie voorzien in een dubbele bacteriologische barrière (meer dan vijf log-eenheden), zodat het bedrijfswater ook bacteriologisch van hoogwaardige kwaliteit is.

Het slib bestaat uit goed bezinkbare, compacte vlokken (SVI~100 ml/g) en bevat grote diversiteit aan hogere organismen. Het is nu nog te vroeg om een uitspraak te doen over de slibproductie.

**Evaluatie**

De Living Machine functioneert sinds enkele maanden veelbelovend. De ultrafiltratie van de nijlpaardenzuivering en de productie van bedrijfswater zijn eveneens zonder problemen opgestart. De nijlpaarden zijn nu onder water zichtbaar voor de bezoekers. De waterkwaliteit van het bedrijfswater voldoet aan de gestelde normen en het doorzicht van het nijlpaardenbassin is sterk verbeterd. Eind mei waren het rifaquarium en de pinguïnzee gereed en werden ook deze waterbehandelingen opgestart. De verwachting is dat de gehele integrale zuivering dit najaar functioneert vol-

gens ontwerp. Vanzelfsprekend worden de eventuele lange termijn effecten nauwlettend gevolgd. Zuivering met een Living Machine in combinatie met een nageschakelde UF wordt in Nederland niet toegepast. Dit impliceert dat nog verschillende onzekerheden bestaan.

Toekomstige uitdagingen zijn:

- optimalisatie van de installaties (kwalita-tief, kwantitatief, kosten),
- effecten van de verschillende waterstro-men op de Living Machine,

- vergelijking Living Machine met conven-tionele actief slibsystemen (slibproductie, beluchtingsenergie, N/P/C-verwijdering).

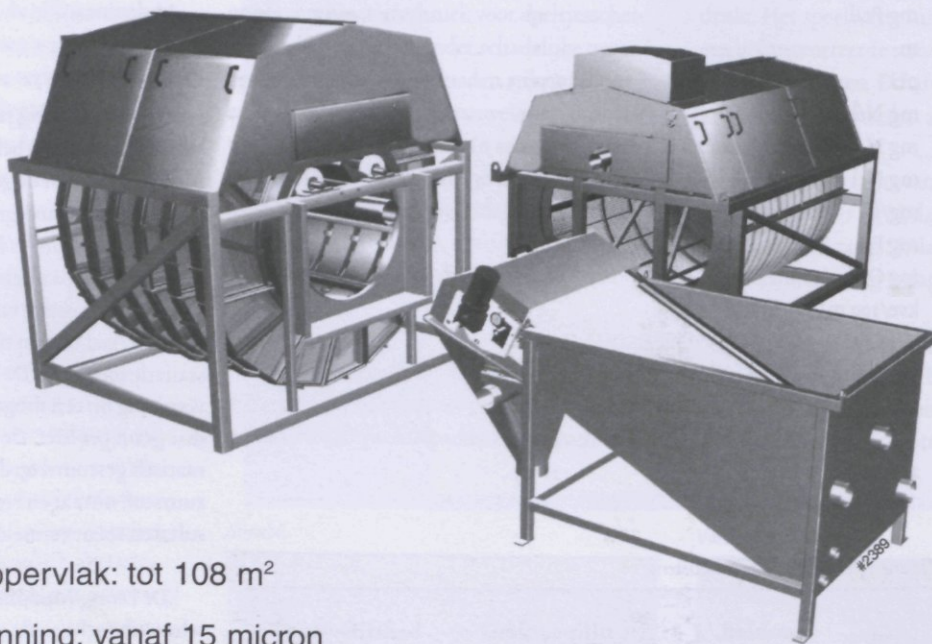
LITERATUUR

- 1) Todd J. en B. Josephson (1996). The design of living tech-nologies for waste treatment. The Journal of Ecotechnolo-gy, Ecological Engineering nr. 6, pag. 108-136.
- 2) US patent 5087353



advertentie

**Filters voor inlaatwater, recirculatie en effluent**



- Zeefoppervlak: tot 108 m<sup>2</sup>
- Bespanning: vanaf 15 micron
- Drukverlies: 10 cm waterkolom
- 40 standaard maten

Multivis  
tel. 0594-516748  
fax 0594-512905  
www.multivis.nl

