

Waterzuivering door bacterie, plant en dier

Waterzuivering met een "Living Machine"

Peter G.M. van der Heijden (Internationaal Agrarisch Centrum, Wageningen - UR)
en Ir. A. Diepeveen (NV Waterleidingmaatschappij Drenthe)

Op ruim 20 plaatsen in de wereld wordt afvalwater gezuiverd volgens een in de VS ontwikkeld model dat door de ontwerper "the Living Machine" is genoemd. Voor wie met waterzuivering en geïntegreerde visteelt bekend is komen een aantal stappen niet onbekend voor.

De "Living Machine" is in de jaren 80 van de vorige eeuw ontwikkeld door Dr. John

Todd, bioloog bij de onderzoeksstichting "Ocean Arks International". In een "Living



Tanks met een grote verzameling planten in de Living Machine van Findhorn, Schotland. (met dank aan Findhorn)

Machine" stroomt het te zuiveren afvalwater door een serie met elkaar verbonden tanks. In iedere tank zijn de omstandigheden gunstig voor een bepaald type zuivering. Het is ook mogelijk een deel van het deels gezuiverde water weer terug te leiden naar een eerdere zuiveringsstap om het nogmaals die reinigungsstap te laten doorlopen. In koele klimaatzones zoals waar wij ons in bevinden wordt het geheel ondergebracht in een kas zodat licht volop toegang heeft en de gemiddelde temperatuur wat hoger is waardoor biologische afbraakprocessen sneller kunnen verlopen.

Septic tank

De eerste stap in het zuiveringsproces is een gesloten tank waar een groot deel van de vaste deeltjes bezinken en waar biologische afbraak plaatsvindt in zuurstofloze omstandigheden. Deze stap komt overeen met een septic tank of slibkelder. Veel van de in het afvalwater opgeloste metalen blijven in de

vorm van onoplosbare zwavelverbindingen al in deze tank achter. De volgende stap bestaat uit een gesloten, beluchte tank waar de omzetting van ammoniak naar nitriet en nitraat op gang komt. In de tank bevindt zich soms filtermateriaal als een substraat voor de bacteriën. Bij een aantal Living Machines wordt de lucht vanuit deze tank door een luchtfilter geleid waar berkenschors, humus en ander organisch materiaal de kwalijke geur wegnemen.

Tweede fase: plantenwortels

Na de gesloten tanks doorloopt het water de tweede reinigungsfase in de vorm van een serie open tanks waarin planten een hoofdrol spelen. De wortels van een grote verscheidenheid aan plantensoorten hangen in het water en nemen voedingszouten zoals nitraat en fosfor uit het afvalwater op. Tevens vormen de wortels een substraat voor bacteriën (waaronder nitrificerende bacteriën) die eveneens aan de zuivering



Planten in de Waterfabriek van Noorder Dierenpark



Membraanfiltratie.

bijdragen. De planten zijn op drijvende rekken aangebracht of het zijn soorten die van zichzelf drijven zoals waterhyacint, eendekroos en watersla. In de Living Machine in Vermont (VS) zijn al meer dan 250 plantensoorten getest op hun geschiktheid om met hun wortels in het afvalwater te groeien, op het hebben van een voldoende groot wortelstelsel, en op het leveren van een product dat verkoopbaar is. Indien de kans bestaat dat het behandelde afvalwater nog chemische vervuiling bevat dan komen uitsluitend siergewassen hiervoor in aanmerking en vallen te consumeren planten af. Door in één installatie een grote variëteit aan plantensoorten te gebruiken wordt het systeem robuuster en efficiënter; als één soort het een tijdje wat minder doet nemen andere vanzelf de vrijkomende ruimte in. In de beluchte tanks worden ook waterslakken gehouden. Ze spelen een rol bij de verwijdering van organisch afvalmateriaal.

Wanneer zich giftige stoffen in het afvalwater bevinden dan klimmen de slakken uit het water in de planten, en waarschuwen op deze manier de beheerder dat er iets niet in orde is. Ook zoetwatermosselen en verschillende vissoorten kunnen in de tanks worden gehouden om te helpen bij het verwerken van het plantenafval, slib en het overschot aan slakken.

Tot op heden is het hier beschreven type waterzuivering gebruikt voor zowel huishoudelijk als industrieel afvalwater. Zo wordt het afvalwater van Marsfabrieken (in Wyong, Australië, en in Las Vegas, VS), en van enkele cosmeticafabrieken van de Body Shop gezuiverd met "Living Machines". De installatie bij de Marsfabriek in Australië reinigt ca 400 m³/dag. De eerste installatie in Europa werd in 1995 geplaatst in de leefgemeenschap Findhorn in Schotland. Daar bevindt zich een Living Machine in een 300 m² grote kas en wordt per dag ca 30 m³



Een grote verscheidenheid aan plantensoorten maakt het systeem robuster. Waterfabriek, Noorder Dierenpark.

huishoudelijk afvalwater van de bewoners gezuiverd in een Living Machine installatie berekend op zuivering van een dubbel zo grote hoeveelheid afvalwater.

De Waterfabriek

In Nederland is enkele jaren geleden in het nieuwe gedeelte van het Noorder Dierenpark in Emmen een zogenaamde "waterfabriek" geplaatst die volgens de principes van de Living Machine werkt. Deze zuiveringsinstallatie is een attractie die in het dierenpark te vinden is. De bezoekers krijgen daar veel tekst en uitleg over het nut en de werking van deze biologische waterzuiveringsinstallatie. De "waterfabriek" zuivert het afvalwater van vrijwel alle delen van het dierenpark en de directie is zeer tevreden over de werking.

In een grotendeels van glas opgetrokken gebouw draagt een weelderige plantengroei zijn steentje bij aan de zuivering van het afvalwater dat zeer divers van aard is:

water van toiletten en keukens, water uit vijvers en afvalwater van de zuiveringsprocessen voor de pinguïns, nijlpaarden en soepchildpadden. In een cirkelvormige opstelling bestaande uit twee ringen en één nabezinktank stroomt het water van buiten naar binnen door de diverse stappen van het reinigingsproces. De ringen waar de nitrificatie plaats vindt, zijn twee beplante aërobe bassins van respectievelijk 370 en 235 m³. De planten in deze bassins worden onderhouden door de medewerkers van het Noorder Dierenpark die langzaam maar zeker de juiste plantenmix hebben gevonden die passen bij het afvalwater.

Vanuit de ringen stroomt het water in de nabezinktank, waar het slib bezinkt en schoon effluent wordt geproduceerd. Onderin de fabriek, onttrokken aan het oog en vooral de neus van de bezoeker, bevinden zich een anoxische (= zuurstofloze) en een aërobe reactor (beide inhoud 140 m³). Dit zijn de eerste stappen in de afvalwaterzuivering waar de denitrificatie plaats vindt (Figuur 1). De ontwerpcapaciteit van de afvalwaterzuivering is 60 m³/uur, maar gemiddeld stroomt er 35 m³/uur. Dit heeft alles te maken met de biologische belasting die minder dan 50% van de maximale capaciteit bedraagt. De biologische belasting is een belangrijke procesparameter, met name gedurende de seizoenen. In de zomerperiode zijn er voldoende bezoekers die er voor zorgen dat er voldoende vuil water, met name van de toiletten, naar de afvalwaterzuivering stroomt. Echter in de winterperiode is de biologische belasting veel lager en is de afvalwaterzuivering al een paar maal kritisch verlopen omdat er te weinig voedingsstoffen voor de micro-organismen in het afvalwater aanwezig zijn om te overleven. Helemaal spannend wordt het als het plotseling mooi weer wordt en er veel bezoekers naar het park komen. De Living Machine en vooral de micro-organismen draaien dan op lage toeren en moeten dan snel optoeren om het aanbod te

verwerken. Met de jaren komt de ervaring en wordt het proces steeds beter beheerst. Het effluent voldoet aan de streefwaarden.

Ophoping van mineralen

In het centrale bassin is een overloop voor het schone effluent waarin een florerende school koikarpers aantonen dat het water daar al weer schoon genoeg is om deze vissen goed in leven te kunnen houden en te laten groeien. Om hergebruik in de waterfabriek voor bijvoorbeeld het spoelen van de toiletten of vullen van de vijvers mogelijk te maken wordt het effluent verder behandeld met membraanfilters die de zwevende deeltjes uit het water halen. Voor alle zekerheid vindt ook desinfectie met ultraviolet licht plaats en vervolgens kan het water opnieuw worden gebruikt en is een kringloop gerealiseerd. Een belangrijk aandachtspunt in een kringloopsysteem is het risico van accumulatie. Als bepaalde stoffen niet uit het water worden verwijderd en afgevoerd kan ophoping in het systeem optreden, bijvoorbeeld van zouten. Dergelijke stoffen worden niet door de afvalwater-

zuivering of de membraanfilters verwijderd maar worden wel via afval- en spoelwater aangevoerd. Door ook het regenwater in de afvalwaterkringloop op te nemen is er voldoende verversing en blijft het zoutgehalte in de kringloop binnen de normen.

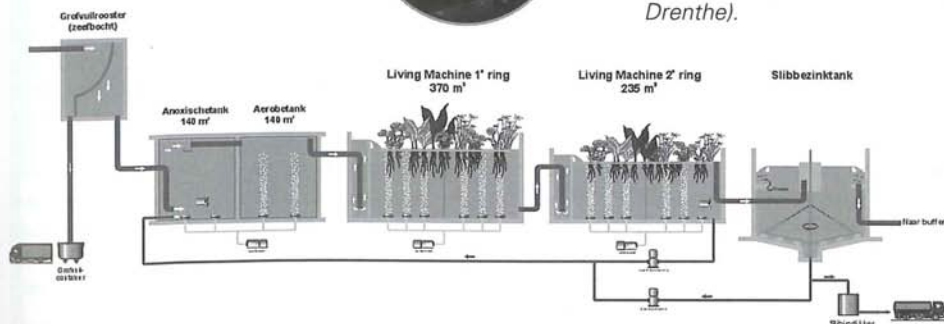
Waterbesparing

Na de uitgebreide behandeling van het water wordt het als bedrijfswater ingezet voor het reinigen van de dierenverblijven en de gebouwen, besproeiing van de planten, doorspoelen van toiletten en voor 40 bassins in de diverse dierenverblijven. Door het gebruik van regenwater en hergebruik van het afvalwater is het drinkwatergebruik van het park gedaald van 180.000 m³ tot 30.000 m³ per jaar. Het drinkwater wordt vooral nog gebruikt in de horecagelegenheden en als back-up voorziening, als er niet voldoende water door de Waterfabriek wordt geproduceerd. Want fluctuaties in de watervoorziening komen voor, denk bijvoorbeeld maar aan de vele bezoekers in de zomermaanden die gedurende een warme dag veel drinken en vaak het toilet bezoeken. Er valt dan nau-

LIVING MACHINE



Figuur 1: Dit schema van de Waterfabriek in Emmen laat de verschillende zuiveringsstappen in een Living Machine zien. (Met dank aan NV Waterleidingsmaatschappij Drenthe).





*Het water gezuiverd door de Waterfabriek gaat o.a. terug naar het nijpaardenbassin.
Foto: NV Waterleidingmaatschappij Drenthe.*

welijks regen en een eventueel tekort aan water moet er natuurlijk niet toe leiden dat de dieren zonder water zitten. In de winterperiode is dit vaak omgekeerd en kan het voorkomen dat er een overschot aan bedrijfswater is. Vaak wordt dan minder regenwater ingenomen.

Toegevoegde waarde van planten

De Living Machine in Emmen draait al weer een aantal jaren, er is een hoop geleerd en het proces wordt goed beheerst. De Living Machine heeft bewezen voor een goede zuivering te zorgen en tot een evenwichtig ecosysteem te leiden, en het Noorder Dierenpark is tevreden. Bij het ontwerp van de Waterfabriek is de Living Machine gekozen vanwege de nieuwe technologie en omdat het als 'constructed wetland' een mooie attractie vormt in het dierenpark. De technologiën hebben ondertussen ook gekeken naar de duurzaamheid van de Living Machine en de toegevoegde waarde van de planten. De duurzaamheid vast stellen bleek

vrij lastig. Er is gekeken naar specifiek energieverbruik, slibproductie/plantengroei en chemicaliënverbruik, en er is een vergelijking gemaakt met twee conventionele actief slib systemen. Daarbij bleek dat met name in de zomerperiode de planten meer dan 50% van de genitrificeerde stikstof en gemiddeld 50% fosfaat verwijderen. In de herfst ligt dit wat lager, respectievelijk 40% en 25%. Door het relatief hoge specifieke energie- en chemicaliënverbruik kan de duurzaamheid nog niet worden bevestigd. Wel is de slibproductie in de Living Machine lager dan in vergelijkbare conventionele rioolwaterzuiverings-installaties, waarmee wordt aangetoond dat de planten dus zeker een meerwaarde hebben voor de zuivering.

Bronvermelding

- Van Strien, W. (2000) Dieren mogen spetteren in kringloopwater. De Volkskrant, 5 augustus 2000.
- Zuiveren in Living Machine wonderschone oplossing. Neerslag Magazine, 2003, nr.1.