

Menggedrag van de biologie in de MBR Heenvliet

INLEIDING

Onderzoek naar de (on)mogelijkheden van de MBR (membraanbioreactor) zuiveringstechniek voor zuivering van huishoudelijk afvalwater is in volle gang. Op dit moment is bij het waterschap Hollandse Delta een onderzoek van een hybride MBR systeem op de rwzi Heenvliet in uitvoering.

Een van de deelaspecten van het onderzoek, dat sinds 21 maart 2005 loopt naar de praktische eigenschappen van het hybride MBR systeem, is het verkrijgen van een beter inzicht in het menggedrag van de verschillende compartimenten. De proeven zijn uitgevoerd door Mark van den Braak (student biotechnologie aan de hogeschool Delft) in samenwerking met de beheerder van de rwzi Heenvliet, de procestechnoloog en de projectleider.

In de afgelopen periode zijn in ieder compartiment van de MBR Heenvliet drie verschillende soorten metingen uitgevoerd, te weten:

- Metingen van de drogestof-concentratie op verschillende diepten;
- Nutriëntmetingen op verschillende diepten;
- Spreiding in de verblijftijd.

MATERIAAL EN METHODE

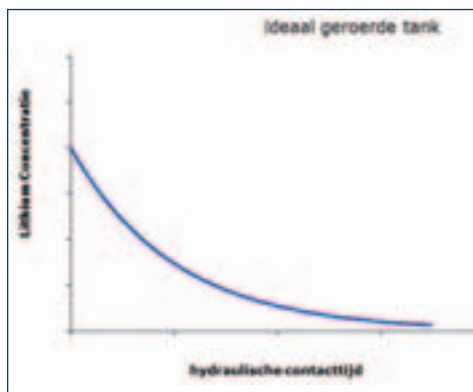
Drogestof bepalingen en nutriëntmetingen

Om een beeld te krijgen van de drogestofconcentraties en de nutriëntconcentraties op verschillende diepten zijn bemonsteringen uitgevoerd met tussenruimten van één meter. De monsters zijn vervolgens geanalyseerd op hun drogestofconcentratie. De nutriëntconcentratie van de monsters is bepaald door analyses van de ortho-fosfaat-, nitraat- en ammoniumconcentraties met standaard kuvettesten.

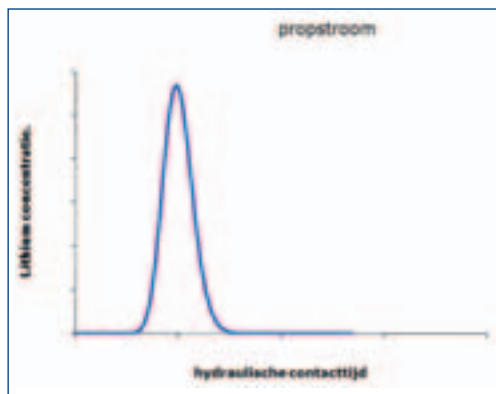
Door het uitvoeren van analyses van nutriëntconcentraties als indicatie voor de slibactiviteit en de drogestofconcentraties op verschillende diepte kan een uitspraak gedaan worden over het menggedrag van het actiefslib. De bemonsteringen zijn uitgevoerd met behulp van een monsterbuis, die op willekeurige diepte ontkurkt kan worden.

Spreiding in de verblijftijd

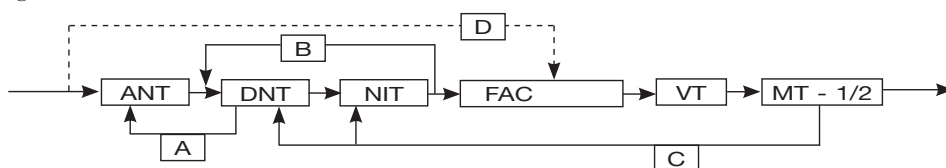
Om een uitspraak te kunnen doen over de spreiding van de tijd dat het afvalwater in het bassin verblijft, zijn tracerproeven uitgevoerd met lithiumchloride. De reden dat specifiek is gekozen voor lithiumchloride, is dat lithium tot zeer



Grafiek 1: Tracer verval bij een ideaal geroerde tank.



Grafiek 2: Tracer verval bij een propstroom.



Afbeelding 1: Schematisch overzicht van de MBR Heenvliet. De afkortingen zijn toegelicht in tabel 1.

lage concentraties detecteerbaar is in afvalwater. Daarnaast is lithium nauwelijks aanwezig in huishoudelijk afvalwater zodat de achtergrondconcentratie laag is.

De testen geven informatie over de stromingen die binnen een compartiment plaatsvinden. In de eerste plaats kan bepaald worden hoe een tank gemengd is. De twee uiterste mogelijkheden zijn dat de tank zich ideaals mengt (grafiek 1), of zich als een propstroom gedraagt (grafiek 2). In de tweede plaats kan bepaald worden of in de tank een directe kortsluitstroom plaatsvindt. Om de mate van menging in een tank weer te geven in een hanteerbaar model wordt de menging gedefinieerd als een x aantal ideale mengers in serie (N). In dit model wordt een ideaal geroerde tank gedefinieerd als één menger in serie en een ideale propstroomer als een oneindig aantal mengers in serie.

Bij het uitvoeren van de tracerproeven in het MBR-systeem is kortstondig een van te voren bepaalde hoeveelheid lithiumchloride aan de invoerzijde van het compartiment gedoseerd. Aan de uitvoerzijde van het compartiment is vervolgens gedurende een uur bemonsterd met variërende intervallen. De lithiumconcentratie in de monsters is geanalyseerd door het Delta Waterlab.

De in dit artikel beschreven proeven verschaffen veel informatie in het menggedrag van afvalwaterzuiveringsystemen. Bij slechte menging zou gekozen kunnen worden om een sterker roersysteem te installeren. Een tweede mogelijkheid is het plaatsen van schotten, waardoor kleinere compartimenten ontstaan. Deze modificatie kan de menging ten goede komen. Een tweede meerwaarde is dat onderzocht kan worden of de energie input niet onnodig hoog, of juist laag is. Dit kan bepaald worden door te testen bij een variërende mengintensiteit.

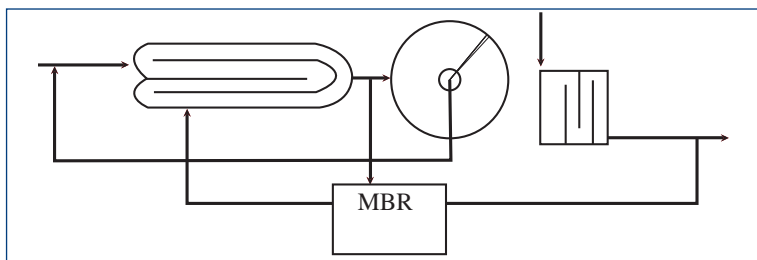
OPBOUW VAN DE MBR HEENVLIET

De MBR Heenvliet is achtereenvolgens opgebouwd uit de volgende compartimenten, volgens een UCT-configuratie (afbeelding 1, tabel 1).

Tabel 1: Benaming van de verschillende compartimenten, met bijbehorende afkortingen

Anaërobe tank 1	ANT 1
Anaërobe tank 2	ANT 2
Denitrificatietank	DNT
Nitrificatietank	NIT
Facultatieve tank	FAC
Voorbeluchtingstank	VT
Membraantank 1	MT 1
Membraantank 2	MT 2

Gedurende de experimenten werd de MBR in serie bedreven ten opzichte van het conventionele systeem van de rwzi Heenvliet. Bij deze schakeling wordt direct influent gewonnen vlak achter de overstort van het carouselcircuit naar de nabezinktank. In seriebedrijf vindt een directe uitwisseling plaats tussen het actief slib van het MBR systeem en het actief slib van het carouselcircuit (afbeelding 2).



Afbeelding 2:
Schematisch
overzicht van
de serie scha-
keling van het
MBR systeem
en het carrou-
sel circuit.

RESULTATEN

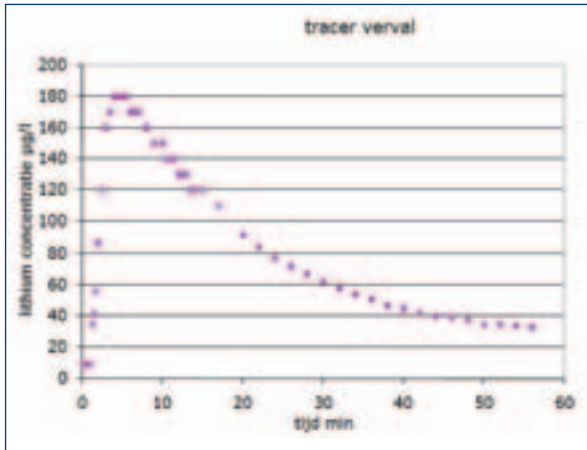
De meest opvallende resultaten zullen behandeld worden.

Nitrificatietank

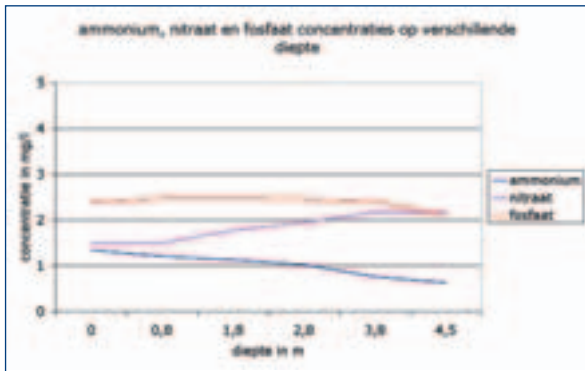
Alle drie de experimenten uitgevoerd in de nitrificatietank wezen uit dat deze een goed menggedrag vertoont (grafiek 3). Deze goede menging wordt veroorzaakt door de bellenbeluchting met behulp van schotelbeluchters.

Anaërobe tank 2

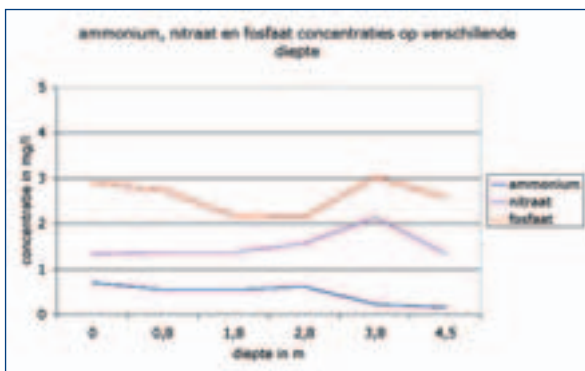
De drogestofbepalingen en de lithium tracerproeven toonden aan dat de menging in de anaërobe tank 2 goed was. De nutriëntmetingen (grafiek 4) lieten echter een ander beeld zien. Het beeld dat zich daarbij voordoet duidt op een toename in de nitrificatie onder in de tank. Vermoedelijk wordt de benodigde zuurstof voor de nitrificatie gewonnen op het punt waar de anaërobe tank 1 overstort in de anaërobe tank 2, bij een verval van +/- 0.4m. Een mogelijke verklaring voor de toenemende nitraatconcentratie onderin de tank kan zijn dat de roermotor verantwoordelijk is voor een wervelstroom waarbij zuurstofrijk water in een neerwaartse



Grafiek 3: Tracer verval gemeten in de nitrificatietank.



Grafiek 4: Nutriëntmetingen uitgevoerd in de anaërobe tank 2.



Grafiek 5: Nutriënt metingen uitgevoerd in de denitrificatietank.

stroming wordt meegenomen naar de bodem van de tank. Dit veroorzaakt nitrificatie. Verdere bewijzen zijn voor deze theorie zijn echter niet gevonden. Op dit moment zijn geen effecten merkbaar van de toenemende nitraatconcentratie onderin de anaërobe tank 2. Vermoedelijk is wel een relatief nadelig effect op de groei van de fosfaat accumulerende organismen.

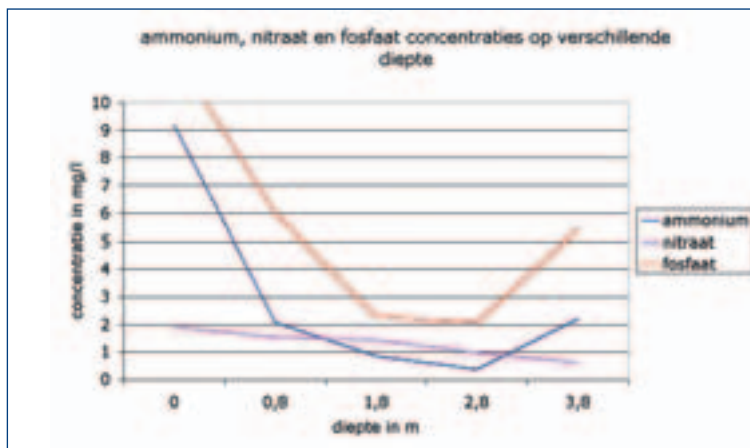
Denitrificatietank

De uitgevoerde experimenten in de denitrificatietank wezen alle drie uit dat de menging in de denitrificatietank bij hybride bedrijf niet optimaal is. Vermoedelijk wordt de matige menging veroorzaakt door het relatief grote recirculatiegebied afkomstig van de membraantanks en de nitrificatie tank, waardoor eenvoudig een kortsluitstroom kan ontstaan (grafiek 5).

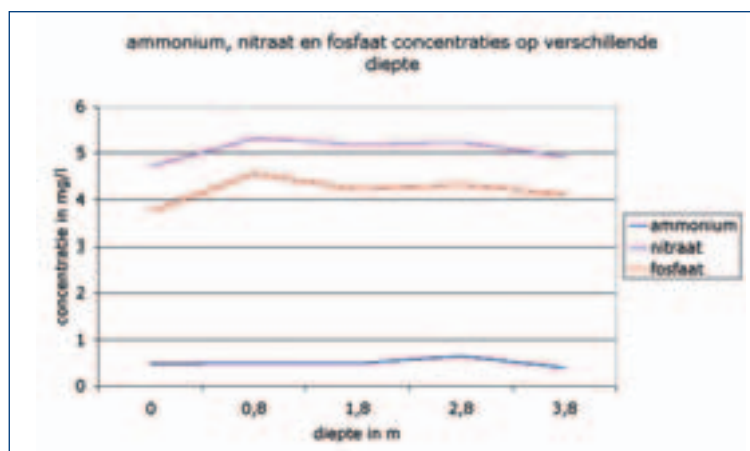
Facultatieve tank

De facultatieve tank is de grootste tank van het MBR-systeem. Deze tank kan zowel belucht als onbelucht bedreven worden. Beluchting wordt gestuurd op basis van de nitraatconcentratie die online gemeten wordt in de nitrificatietank. De nutriëntmetingen en de drogestofbepalingen tonen dat de facultatieve tank bij onbeluchte condities een slecht menggedrag vertoont (grafiek 6). Wat direct opvalt,

Grafiek 6:
Nutriënt metingen uitgevoerd in de facultatieve tank bij onbeluchte condities.



Grafiek 7:
Nutriënt metingen uitgevoerd in de facultatieve tank bij beluchte condities.



is de verhoogde drogestofconcentratie welke bovenin de facultatieve tank ontstaat. Dit duidt op de vorming van een drijflaag. Deze drijflaag kon ook visueel worden waargenomen. De nutriëntmetingen wezen tevens uit dat vlak onder het wateroppervlak als gevolg van de verhoogde drogestof concentraties, anaërobe condities heersen. Er werd in deze laag een hogere fosfaatconcentratie waargenomen.

Het slechte menggedrag wordt vermoedelijk veroorzaakt door de roermotor, welke niet genoeg vermogen lijkt te hebben om optimaal te mengen. De menging van de facultatieve tank bleek bij beluchte condities vele malen beter te zijn (grafiek 7).

SLOTBESCHOUWING

In dit onderzoek, is getracht het menggedrag in de MBR Heenvliet in kaart te brengen. Bij uitvoering van de verschillende experimenten waren er diverse beïnvloedende variabelen. De twee belangrijke variabelen waren het influentdebiet van de MBR en de nutriëntsamenstelling van het influent. Het influentdebiet heeft direct invloed gehad op de mate van menging van ieder individueel com-

partiment. Bij een lager influentdebiet kan aangenomen worden dat de roermotor meer invloed heeft gehad op de menging. Hierdoor kan een compartiment zich bij een laag influentdebiet wellicht meer als een ideaal geroerde tank gedragen, terwijl bij een hoog influentdebiet meer spraken is van een propstomer. De nutriëntconcentratie van het influent heeft direct invloed gehad op de nutriëntmetingen uitgevoerd op verschillende diepten, hierbij moet ook rekening gehouden worden met het tijdstip van de monsternamen.

Bij de doorvoer van de anaërobe tank 2 naar de denitrificatietank en bij de doorvoer van de nitrificatietank naar de facultatieve tank, is spraken van een doorvoer op de bodem van de tank. Om de spreiding gedurende de verblijftijd in deze compartimenten uit te voeren, zijn bemonsteringen op diepte uitgevoerd. Hierbij is er van uitgegaan dat stroming de pompslang meenam naar de uitvoerende zijde van het compartiment.

CONCLUSIE

Uit de testen uitgevoerd op het MBR systeem bleek dat vijf van de acht getoetste compartimenten een goed menggedrag vertoonde.

- Uit de proeven is gebleken dat zuurstofinslag plaatsvindt in de anaërobe tank 2 op het punt waar de anaërobe tank 1 overstort in de anaërobe tank 2.
- De denitrificatietank bleek een matig menggedrag te vertonen. Vermoedelijk wordt dit veroorzaakt door de sterke recirculatiestromen vanuit de nitrificatietank en de membraantanks.
- De nitrificatietank mengt goed op. De goede menging wordt tot stand gebracht door de turbulentie welke veroorzaakt wordt door de belenbeluchting.
- De facultatieve tank vertoont bij onbeluchte condities een slecht menggedrag. Dit is te concluderen omdat visueel een drijfslaag waarneembaar is. Daarnaast toonde de drogestofbepalingen aan dat bezinking van het slib plaatsvindt onderin de tank. De nutriëntmetingen wezen uit dat de verhoogde drogestofconcentratie bovenin de tank resulteerde in een verhoogde anaërobe werking. Bij beluchte condities verbeterde het menggedrag aanzienlijk.

De menging van de overige getoetste compartimenten bleek goed te zijn.

AANBEVELINGEN

De toenemende nitraatconcentratie, welke dieper in het tweede anaërobe compartiment waarneembaar is, wordt vermoedelijk veroorzaakt door de overstort vanuit de anaërobe tank 1. Om een nadere uitspraak te doen over het effect hiervan op de fosfaatafgifte, wordt aanbevolen om een nader onderzoek te starten naar de fosfaatafgifte capaciteit van het systeem. Uit de resultaten is opge maakt dat de facultatieve tank bij onbeluchte condities niet goed opmengt. Een mogelijke oplossing voor dit probleem is het introduceren van verdeelwerken in de facultatieve tank. Het effect hiervan kan wederom goed getest worden met een hernieuwde serie metingen naar de spreiding in de verblijftijd.

Mark van den Braak, Jan Willem Mulder, Wilfred Langhorst, waterschap Hollandse Delta.