



Arjan Borger, Grontmij Water & Energie

Mirabella Mulder, Grontmij Water & Energie

Dick Marsman, Waterschap Hollandse Delta

Jaap van Houwelingen, Waterschap Hollandse Delta

Wat drijft *Microthrix parvicella* in Dordrecht?

De verbouwde rioolwaterzuiveringsinstallatie Dordrecht heeft in de afgelopen twee winters te maken gekregen met drijfslagvorming, die werd veroorzaakt door de groei van *Microthrix parvicella*. Vaak wordt voor de bestrijding van deze draadvormende bacterie gebruik gemaakt van poly-aluminiumverbindingen, maar Waterschap Hollandse Delta wil het chemicaliënverbruik terugdringen en zoekt naar procesgeïntegreerde maatregelen. De rioolwaterzuivering in Dordrecht is daarom doorgelicht om te bepalen wat de oorzaak is van de groei van *Microthrix parvicella*. Conclusie is dat het drijfslagprobleem in wezen een influentprobleem is.



Drijfslagvorming op de rwzi Dordrecht.

De rioolwaterzuiveringsinstallatie in Dordrecht is in de jaren 2004 tot en met 2006 verbouwd om vergaande stikstof- en fosfaatverwijdering mogelijk te maken. Hiertoe is de belasting verlaagd en zijn anaerobe en anoxische zones geïntroduceerd. Eind 2006 zijn de laatste nieuwe procesonderdelen (anaerobe tank, een derde zuiveringsstraat en twee nabezinktanks) in gebruik genomen. De zuiveringsrendementen (N, P, zwevende stof) van de aangepaste rwzi zijn goed. In de winters van 2006-2007 en 2007-2008

had de installatie echter te kampen met forse drijfslagvorming. In de winter 2006-2007 waren de actiefslibruimtes en de nabezinktanks vrijwel volledig met een drijfslag bedekt. Dit noopte Waterschap Hollandse Delta ertoe om in het voorjaar van 2007 poly-aluminium te gaan doseren, waarna de drijfslag verdween. Eind 2007 begon de drijfslagvorming echter opnieuw.

Microscopisch slibonderzoek wees uit dat de drijfslag veroorzaakt werd door de groei van *Microthrix parvicella*. Doseren

van poly-aluminiumverbindingen is een effectieve methode om deze draadvormer te bestrijden. Waterschap Hollandse Delta heeft echter aangegeven haar chemicaliënverbruik, en dus ook de dosering van aluminium, te willen minimaliseren. Waterschap Hollandse Delta is daarom op zoek naar procesmaatregelen ter bestrijding van de drijfslagvorming.

Een uitzonderlijke draadvormer

In Nederland wordt veruit het grootste deel van de lichtslib- en drijfslagproblemen in moderne, laagbelaste rwzi's veroorzaakt door *Microthrix parvicella*. Dat kan worden verklaard aan de hand van de specifieke eigenschappen en voedingsbehoeften van deze bacterie¹⁾:

- *Microthrix parvicella* kan groeien onder oxische en anoxische omstandigheden;
- Onder anaerobe omstandigheden kunnen grote hoeveelheden reservestoffen worden opgeslagen;
- Hogere vetzuren (LCFA's), zoals oliezuur, worden gebruikt als koolstofbron. Het CZV van communaal influent bestaat doorgaans voor enkele tientallen procenten uit hogere vetzuren. Eerder onderzoek heeft aangetoond dat deze LCFA's maar beperkt in een selector worden verwijderd²⁾. Bovendien heeft *Microthrix parvicella* een hydrofoob celoppervlak, waar de LCFA's aan kunnen 'plakken';
- Gereduceerde stikstof- en zwavelverbindingen worden benut als stikstof- en zwavelbron. Ook deze zijn voorradig in communaal influent;
- *Microthrix parvicella* groeit nog goed bij een lage zuurstofconcentratie (< 1 mg/l),

bij lage substraatconcentraties en bij relatief lage temperaturen (< 15°C).

De eerste drie eigenschappen vormen de belangrijkste reden waarom toepassing van een selector maar een beperkt effect heeft op de groei van *Microthrix parvicella* (in tegenstelling tot de meeste andere draadvormende bacteriën).

De sterke drijfslaagvorming die onder invloed van *Microthrix parvicella* kan optreden, is het gevolg van het feit dat de bacterie een hydrofoob celoppervlak heeft. Onder invloed van oppervlakte-actieve stoffen kan de draadvormer een 'slibmanteltje' om luchtbellen vormen. De luchtbel wordt hierdoor extreem gestabiliseerd en knapt niet open aan het wateroppervlak; het slib-luchtbelcomplex blijft hierdoor drijven. Indien dit proces lang genoeg doorgaat, wordt een drijfslaag gevormd.

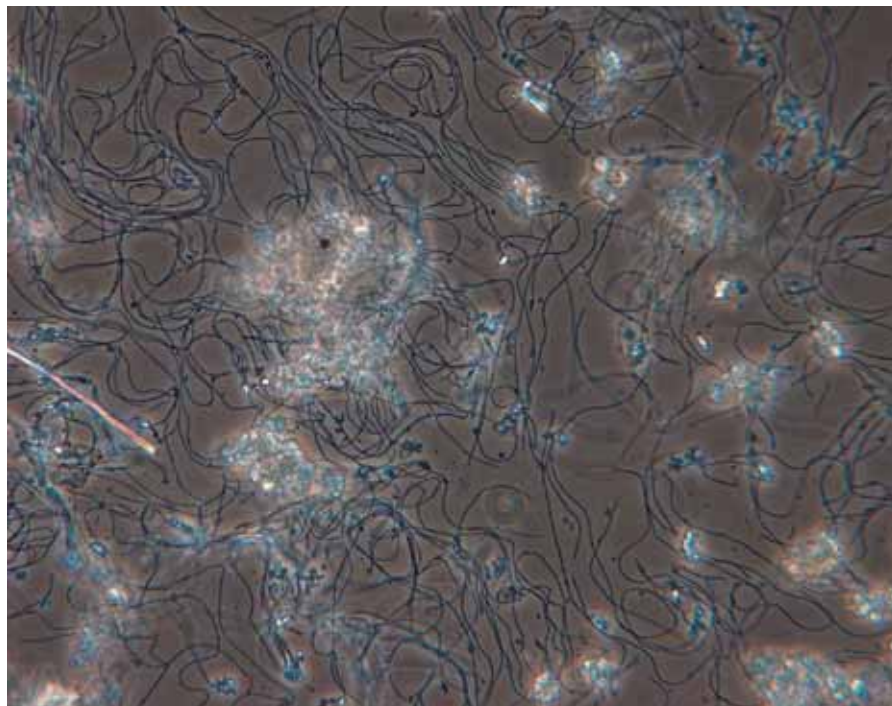
Microthrix parvicella kan, zoals eerder genoemd, worden bestreden door de dosering van poly-aluminiumverbindingen. De laatste jaren wordt steeds meer nadruk gelegd op de beschikbaarheid van ammonium en zuurstof in de beluchte zone als middel om de bacterie te bestrijden. *Microthrix parvicella* heeft ammonium nodig om te kunnen groeien; een lage ammoniumconcentratie remt derhalve de ontwikkeling van *Microthrix parvicella*. Een hoge zuurstofconcentratie (circa 2 mg/l) versterkt deze remming. Dit heeft geleid tot het inzicht dat de groei van *Microthrix parvicella* beperkt kan worden indien gestuurd wordt op een zeer lage ammonium-effluentconcentratie (< 0,5 mg/l) en een hoge zuurstofconcentratie in de laatste beluchte zone (2 mg/l), zoals in mUCT-processen. In deze processen wordt door middel van een wisselreactor tussen de denitrificatie- en de nitrificatieruimte ook 's winters een lage ammoniumconcentratie gehandhaafd.

De nieuwe rwzi Dordrecht

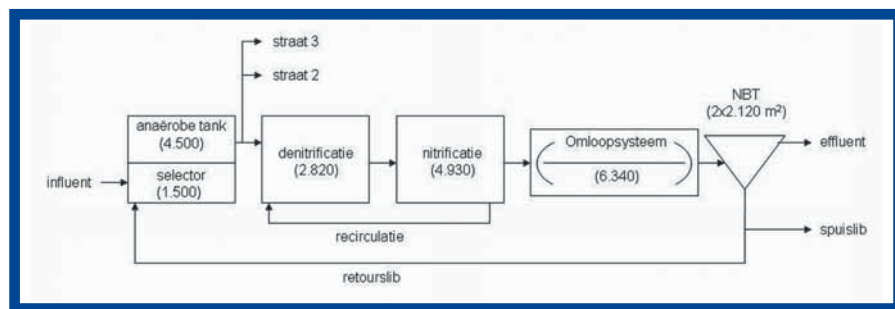
De rioolwaterzuiveringsinstallatie Dordrecht is verbouwd en uitgebreid volgens het Hoogvliet-concept (zie schema). Gekozen is voor het Hoogvliet-concept met het oog op de strenge stikstofstreefwaarde die Hollandse Delta hanteert voor rwzi Dordrecht (N_{totaal} -jaargemiddelde < 7 mg/l). Opeenvolgend bestaat rwzi Dordrecht uit een selector, een anaerobe tank, een voordenitrificatietank, een voornitrificatietank en een omloopsysteem. Het retourslib wordt naar de selector geleid; de anaerobe tank, voordenitrificatietank en 'voornitrificatietank' zijn als propstroomreactor uitgevoerd. In het nageschakelde omloopsysteem vinden zowel nitrificatie als denitrificatie plaats, resulterend in de noodzakelijke vergaande stikstofverwijdering. Naast huishoudelijk afvalwater behandelt de rwzi diverse industriële stromen, onder andere van de naastgelegen slibverbranding DRSH Zuiverings-slib. De ontwerpwaarden voor de slibbelasting en het slibgehalte zijn respectievelijk 0,067 kg BZV/kgds*d en 4 g/l.

Aanwezigheid *Microthrix parvicella* in slib en drijfslaag

Het slib van rwzi Dordrecht is tussen december 2007 en mei 2008 microscopisch



Onder een microscoop is *Microthrix parvicella* vrij eenvoudig te herkennen (vergroting circa 160 maal), hier in het slib van rwzi Dordrecht.



Afb. 1: De verbouwde rwzi Dordrecht (volumes in kubieke meters tussen haakjes).

onderzocht (zie de tabel). Hieruit blijkt dat in de loop van de winter en het voorjaar de dominantie van *Microthrix parvicella* afneemt. Dit is een bekend verschijnsel in communale slibben. Andere draadvormende bacteriën nemen juist in aantal toe. Deze draadvormers dragen echter niet bij aan de drijfslaagvorming. De drijfslaag bevatte gedurende de gehele onderzoeksperiode veel draden (FI = 5), vrijwel alleen maar *Microthrix parvicella*. Het feit dat de drijfslaag meer draden bevatte dan het gesuspendeerde slib, geeft aan dat *Microthrix parvicella* selectief floeiert.

Wat drijft *M.parvicella* in Dordrecht?

Parallel aan het microscopische onderzoek zijn de biologische processen van de rwzi doorgelicht. Ten aanzien van de drijfslaagvorming zijn de volgende bevindingen uit het onderzoek aan de biologische processen van rwzi Dordrecht naar voren gekomen:

- De BZV/N-verhouding van het influent is lager dan tijdens het ontwerp is aangenomen: 2,9 in plaats van 3,7. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat de lozing van diverse industriële, relatief stikstofrijke stromen al op of rond ontwerpniveau zit, terwijl de huishoudelijke aanvoer nog naar de geprognostiseerde waarde moet toegroeien;
- De redoxpotential in de anaerobe selector was gedurende een aantal metingen groter dan -150 mV, hetgeen hoog is voor een strikt anaerobe selector. Deze relatief hoge redoxpotential wordt veroorzaakt doordat in het eerste compartiment opgewarmd effluent van de rwzi wordt toegevoerd. Het effluent van rwzi Dordrecht wordt namelijk gebruikt door de naastgelegen slibverbrander DRSH als koelmedium. Deze stroom zorgt

Overzicht van de Filament-index (FI), schaal van 0 tot 5.

datum	4/12	18/12	7/1	21/1	4/2	4/3	17/3	8/4	23/4	6/5
FI	3	3	4	4	3,5	3	3	3	3	3
waarvan <i>M.parvicella</i>	3	3	4	4	3,5	2,5	2	2	2	2
FI-drijfslaag	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

ervoor dat het influent 1 tot 7°C wordt opgewarmd, hetgeen de nitrificatie ten goede komt. Met deze stroom wordt echter ook nitraat uit het effluent teruggevoerd naar de anaërobe selector, waardoor de selector anoxisch kan worden;

- Uit de door Waterschap Hollandse Delta beschikbaar gestelde gegevens blijkt dat het omloopsysteem maar zeer beperkt werd belucht: 45 minuten per cyclus van vier uur. Hierdoor neemt het totale oxische slibvolume af; indien de verhouding oxisch/anoxisch qua tijd wordt vertaald naar een volume, dan bedraagt het totale oxische volume op rwzi Dordrecht circa 43 procent.
- De ammoniumconcentratie in de afloop van de voornitrificatieruimte stijgt in de aanloop naar de winter tot boven tien milligram per liter;
- De afloop van het omloopsysteem bevindt zich onder het waterniveau.

Uit het bovenstaande wordt de volgende hypothese geformuleerd ter verklaring van de groei van *Microthrix parvicella* op de rioolwaterzuiveringsinstallatie in Dordrecht: De beluchting in het omloopsysteem wordt geregeld op basis van de redoxpotentiaal: zodra deze onder het lage setpoint komt, wordt de beluchting aangeschakeld totdat het hoge setpoint is bereikt. Gebleken is dat tijdens de onbeluchte fase de redoxpotentiaal echter maar langzaam daalt, hetgeen duidt op een trage denitrificatie. Blijkbaar wordt het grootste deel van het BZV in de voornitrificatie verwijderd en is in het omloopsysteem nog maar weinig BZV beschikbaar voor denitrificatie. De beperkte beluchting van het omloopsysteem zorgt ervoor dat de oxische slibfractie daalt tot circa 43 procent, hetgeen bevorderlijk is voor *Microthrix parvicella*²⁾. De hoge ammoniumconcentratie in de afloop van de voornitrificatie is een tweede groeibevorderende factor voor *Microthrix parvicella*. Deze is het gevolg van het feit dat de voornitrificatie niet te intensief belucht mag worden, teneinde een deel van het BZV beschikbaar te houden voor denitrificatie in het omloopsysteem.

Drijfslag- of influentprobleem?

Feitelijk ligt op rwzi Dordrecht dus een influentprobleem ten grondslag aan de groei van *Microthrix parvicella*: de huidige BZV/N-verhouding van het influent is lager dan de BZV/N-verhouding waarop het ontwerp is gebaseerd. In het omloopsysteem is veel minder BZV beschikbaar dan in het ontwerp is aangenomen. Hierdoor is het moeilijk om enerzijds vergaand ammonium

te verwijderen en anderzijds een goede afwisseling van nitrificatie en denitrificatie in het omloopsysteem te bewerkstelligen. Een secundaire factor is de aanvoer van nitraathoudend retourslib en opgewarmd effluent naar het anaerobe traject, hetgeen zorgt voor een vermindering van de efficiëntie van het BZV-gebruik. Tenslotte zorgt de aanwezigheid van enveloppen ervoor dat eenmaal geflooteerd materiaal de installatie vrijwel niet meer kan verlaten, hetgeen de opbouw van een drijfslag bevordert.

Rwzi Dordrecht kan in de huidige situatie niet tegelijkertijd voldoen aan de twee randvoorwaarden die de ontwikkeling van *Microthrix parvicella* remmen: een lage ammonium- en een hoge zuurstofconcentratie in het omloopsysteem.

- Een lage ammoniumconcentratie kan worden bereikt door een vergaande nitrificatie en dus een intensieve beluchting in de voornitrificatieruimte. Hierdoor zal er echter geen tot weinig BZV meer beschikbaar zijn in het omloopsysteem, waardoor de denitrificatie zeer langzaam verloopt, de beluchting minimaal wordt aangezet en er dus geen hoge zuurstofconcentratie heerst in het omloopsysteem. Bovendien zal het nitraatgehalte in het effluent hierdoor stijgen;
- Om een hoger zuurstofgehalte in het omloopsysteem te bewerkstelligen, zal daar een substantiële denitrificatie boven het endogene niveau moeten plaatsvinden. Hiervoor moet BZV beschikbaar zijn. Dit kan alleen bewerkstelligd worden door de voornitrificatieruimte niet te intensief beluchten, waardoor de ammoniumconcentratie daar, en in het omloopsysteem, stijgt.

Gebleken is dat het Hoogvliet-concept in Dordrecht in de huidige situatie uitstekend in staat is om lage stikstof- en fosfaateffluentgehalten te bereiken. Uit het bovenstaande blijkt dat vanuit het oogpunt van de bestrijding van *Microthrix parvicella* een aantal kanttekeningen kan worden geplaatst, zeker bij een lage BZV/N-verhouding in het influent.

Potentiële oplossingen

Het doseren van polyaluminium blijft de eenvoudigste maatregel voor het bestrijden van *Microthrix parvicella*. Dit bleek op de rwzi Barendrecht, waar binnen twee weken na de start van de dosering de populatie was gereduceerd van FI = 3 naar FI < 1. Het blijft echter een vorm van symptoombestrijding. Bovendien streeft Waterschap Hollandse Delta naar een reductie van het chemicali-

enverbruik. Het heeft dan ook de voorkeur *Microthrix parvicella* te bestrijden met procesgeïntegreerde maatregelen.

De conclusie is dat hiertoe efficiënter gebruik moet worden gemaakt van het BZV in het influent. Hiervoor zijn echter ingrijpende aanpassingen nodig, zoals het aanpassen van het leidingwerk en de volumina van de bassins. Waterschap Hollandse Delta heeft aangegeven dat dit geen optie is. Er kan echter ook gedacht worden aan het verhogen van de BZV/N-verhouding in de installatie door middel van drie zaken:

- het toevoegen van een BZV rijke (afvalwater)stroom. Rwzi Dordrecht ontvangt industriële afvalwaterstromen die momenteel door de bedrijven zelf voorbehandeld worden. Onderzocht dient te worden of één of meer van de voorbehandelde afvalwaterstromen in de toekomst (deels) onbehandeld kunnen worden aangevoerd;
- het bypassen van influent naar het omloopsysteem. Deze methode wordt toegepast op rwzi Strijen (ook een Hoogvliet-concept). Door de lage BZV/N-verhouding van het influent wordt hierdoor echter ook weer relatief veel stikstof geïntroduceerd in het omloopsysteem, zodat betwijfeld kan worden of deze methode zal werken;
- het separaat behandelen van stikstofrijke industriële deelstromen.

Vervolg

Hollandse Delta heeft op basis van deze uitkomsten besloten om de komende maanden op een aantal manieren te proberen om de bedrijfsvoering te optimaliseren. Zo zullen proeven worden uitgevoerd om de nitrificatie in de voornitrificatie niet volledig te laten verlopen, waardoor BZV beschikbaar blijft voor denitrificatie in het omloopsysteem. Ook zal de zuurstofregeling in het omloopsysteem plaats gaan vinden op basis van online ammonium- en nitraatmetingen, in plaats van zuurstof- en redoxmetingen. Daarnaast is het mogelijk om door middel van een modelleringstudie meer inzicht te verkrijgen in de effecten van de mogelijke maatregelen.

LITERATUUR

- 1) Eikelboom D. (1999). Procesbewaking door microscopisch slibonderzoek. TNO-MEP R99/057.
- 2) STOWA (2001). Beheersing van licht slib bij de behandeling van stedelijk afvalwater met biologische nutriëntenverwijdering. Rapport 2001/020.