



Chris Roubos, Siemens Nederland

Leo van Efferen, Waterschap Zuiderzeeland

Jocé Groenhof, Waterschap Zuiderzeeland

# Reductie slibgroei met 70 procent door Cannibal

In Nederland alleen al produceren de communale afvalwaterzuiveringen per jaar 380.000 ton slib (biomassa)<sup>1)</sup>. De gebruikelijke verwerkingstechnieken zijn verbranden, drogen en composteren. Verwerking van het spuislib is een grote kostenpost voor de waterschappen. Als gevolg hiervan is de reductie van de hoeveelheid spuislib een belangrijk onderwerp. Dit artikel beschrijft de pilottesten op de awzi Zeewolde (Waterschap Zuiderzeeland) met de biologische slibreductietechniek Cannibal. De pilottest resulteerde in een totale slibgroei van 0,30 kg/kg BZV en een reductie van de slibgroei van 70 procent ten opzichte van de huidige full-scale waterzuivering. De consequentie hiervan is dat volledige biologische defosfatering niet mogelijk is. Een deel van de anders met het spuislib verwijderde fosfor zal men chemisch moeten verwijderen.

**H**et Waterschap Zuiderzeeland beheert vijf zuiveringen in Flevoland. Een belangrijk deel van de jaarlijkse zuiveringskosten gaan op aan slibverwerking (ontwatering en eindverwerking). Om een uit de Verenigde Staten afkomstige technologie met de naam Cannibal te kunnen beoordelen op effectiviteit onder Nederlandse condities, is door het waterschap en Siemens Nederland ruim een jaar lang een pilotonderzoek uitgevoerd op de awzi Zeewolde. Deze zuiveringsinstallatie is een zogeheten Hoogvlietconfiguratie

met een ontwerpcapaciteit van 35.000 i.e op basis van TZV. Doordat het regenwater is afgekoppeld, ligt de fosforconcentratie van het influent aan de hoge kant (14 mg/l). Het fosfaat wordt voor 96 procent op een biologische manier verwijderd.

## Cannibal

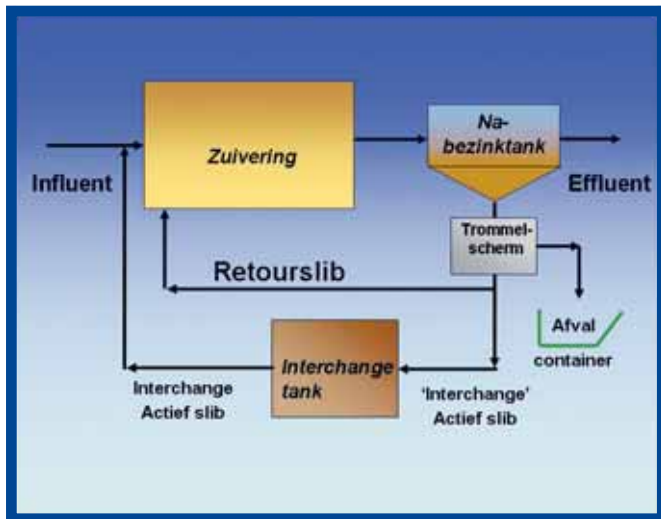
Het Cannibal-proces brengt in de Verenigde Staten reducties van de slibgroei teweeg van meer dan 80 procent ten opzichte van de gebruikelijke slibgroei. Die ligt voor Cannibal-zuiveringen tussen de 0,05 en 0,30

kg/kg BZV. Het proces is in de Verenigde Staten door Siemens Water Technologies ontwikkeld. Sinds de eerste full-scale toepassing in 1998 zijn er 50 full-scale installaties gerealiseerd of in aanbouw. Cannibal is een technologie waarbij biomassa biologisch wordt omgezet cq. gereduceerd tot biochemisch zuurstofverbruik (BZV). Deze wordt teruggevoerd naar de waterlijn, waar het actiefslib het BZV afbreekt. Het wordt via het normale zuiveringsproces omgezet. Daarmee brengt het een slibreductie teweeg. De exacte werking van Cannibal is tot op heden nog niet helemaal duidelijk. Het vermoeden bestaat dat door middel van facultatieve bacteriën de voornamelijk aerobe bacteriën gehydrolyseerd worden tot (beschikbaar) BZV. Doordat men deze gereduceerde bacteriën terugvoert naar het hoofdproces en deze verder gereduceerd worden door de daar aanwezige biomassa, heeft dit proces de naam 'Cannibal' (Kannibaal) gekregen.

Om tot deze omzetting te komen, wordt gebruik gemaakt van de 'wisselreactor' en een trommelscherm. Op gezette tijden wordt een deel van het retourslib van de waterzuivering naar de reactor geleid. Het Cannibal-proces is dus een batchproces. De werking is gebaseerd op het creëren van een conditie tussen anaerobe en aerobe toestand via sporadische beluchting en sturing op basis van Redox. De beluchting vindt slechts enkele uren per dag of soms zelfs per week plaats. Hiernaast vindt onder andere op gezette tijden menging plaats. Tijdens het overgrote deel van de dag is (dus)

De afvalwaterzuiveringsinstallatie Zeewolde (foto: Bert Broekman).





Schematische weergave van het Cannibal-proces.

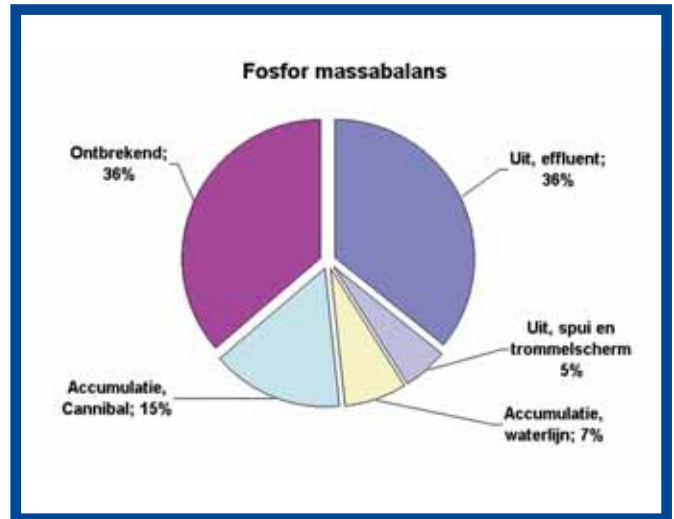
geen sprake van menging of beluchting. Het behandelde slib, (interchange actief slib), wordt batchgewijs teruggevoerd naar het begin van de waterlijn. Door deze terugvoer neemt het energieverbruik voor de waterlijn, de beluchting, met ongeveer tien tot 15 procent toe.

Het andere onderdeel is het trommelscherm, dat continue het retourslib filtert. De functie van het trommelscherm is het voorkomen van accumulatie van (relatief) inerte en grovere materialen die zich in het afvalwater en het slib bevinden, zoals pitjes, fijn zand, haren en dergelijke. Het materiaal dat uit het retourslib gefilterd wordt, bevat zeer weinig actiefslib en is eenvoudig ontwaterbaar tot 30 à 40 procent drogestof. In de Verenigde Staten is het aandeel inert materiaal relatief hoog door de grote hoeveelheid groente afval e.d. dat direct door het riool wordt afgevoert.

### Pilot

De pilotinstallatie bestaat uit een container waarin de awzi Zeewolde is nagebootst met daaraan gekoppeld het Cannibal-proces. Het totale reactorvolume van de pilotinstallatie bedraagt ongeveer vier kubieke meter. Doordat het niet mogelijk is het trommelscherm in pilotschaal uit te voeren, is ervoor gekozen om de totale inhoud van de pilot één maal per week te filteren over het trommelscherm. De filtering van het slib-watmengsel in de waterlijn vindt gescheiden plaats van de filtering van de inhoud van de wisselreactor. De gescheiden filtering heeft als doel dat het actiefslib niet gemengd wordt met het 'interchange'-slib. Als influent voor deze pilotzuivering gebruikt men een deelstroom van het normale influent van de awzi Zeewolde. Het influent is voor het harkrooster onttrokken, omdat hier de reguliere metingen van de awzi Zeewolde plaatsvinden.

Het primaire doel van deze pilot is te bepalen of Cannibal onder Nederlandse cq. Europese omstandigheden, wetgeving, afvalwater- en slibsamenstelling functioneert. Onder functioneren verstaat men dat een significante slibgroei-reductie dient plaats te vinden (meer dan 50 procent) ten opzichte van de



Afb. 3: De massabalans.

**Uit, effluent:** Van de fosforbelasting heeft 36 procent de pilotinstallatie via het effluent verlaten;

**Uit, spui en trommelscherm:** Tijdens de fosformassabalansperiode is ongeveer 0,05 kg/kg BZV gespuid om de concentratie drogestof in de pilot constant te houden. Een andere uitgaande stroom is gefilterd materiaal vanuit het trommelscherm. Vijf procent van de fosforbelasting heeft de pilotinstallatie via deze twee stromen verlaten;

**Accumulatie:** Een deel van het ingekomen fosfor accumuleerde door slibaanwas in de pilot. Accumulatie P in de waterlijn, zeven procent van de via het influent ingekomen hoeveelheid fosfor. Accumulatie P in de wsselreactor, 15 procent van de via het influent ingekomen hoeveelheid fosfor;

**Ontbrekend:** 36 procent.

gebruikelijke slibgroei van awzi Zeewolde. De slibgroei van de full-scale installatie bedraagt 1,0 kg/kg BZV. Een andere deel van het primaire doel is het effect op de effluentkwaliteit in kaart brengen. Het bepalen van de reductie van de slibgroei en het in kaart brengen van de effluentkwaliteit zijn onderdeel van de eerste meefase geweest (van 19 april 2007 tot 13 juli 2007).

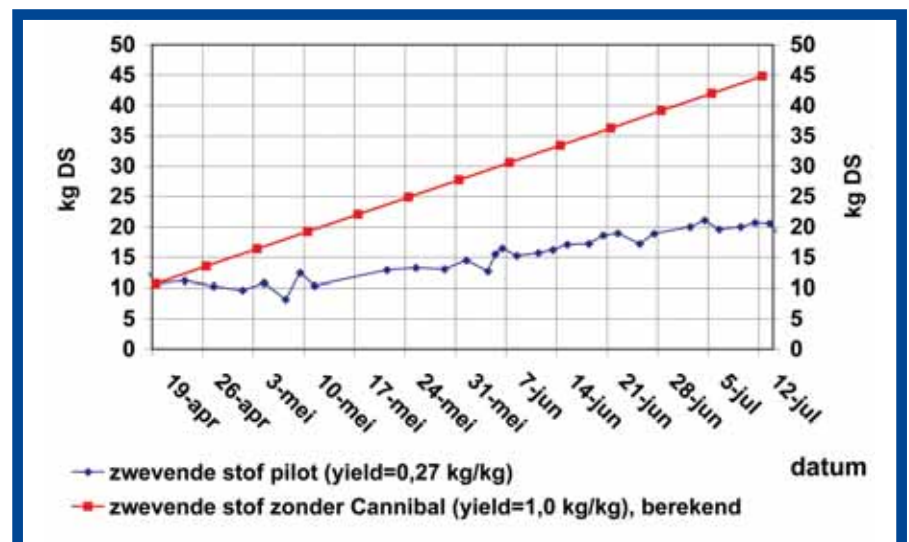
Omdat het Cannibal-proces slib(groei) reduceert, was voorzien dat fosfor, dat normaal middels bio-fosfaatactiviteit wordt vastgelegd, weer vrij zou komen. Dit zou zonder gerichte procesaanpassingen tot hogere fosforconcentraties in het effluent leiden. Naar verwachting zal bij full-scale applicaties daarom een chemische fosfaat-

verwijderingstap noodzakelijk zijn. Om de meest effectieve doseerlocatie(s) in het totale proces te bepalen voor het chemisch binden en afvangen van fosfaat, zijn de fosformassabalans en de fosfaatconcentraties op diverse punten in het proces bepaald. Dit vond gedurende de tweede meefase plaats (tussen 23 juli 2007 en 25 september 2007). De monsternamen zijn door de operators van awzi Zeewolde uitgevoerd. De metingen zijn deels door het Waterschap Zuiderzeeland zelf uitgevoerd en deels door het laboratorium van Waterschap Groot Salland in opdracht van Zuiderzeeland.

### Resultaat

Over een periode van 85 dagen is de slibgroei van de pilot-awzi met het Cannibal-

Afb. 2: De totale hoeveelheid drogestof in de tijd in de pilotinstallatie.



proces bepaald. Het resultaat is in afbeelding 2 weergegeven. De grafiek geeft de totale hoeveelheid drogestof, in de tijd, in de pilot weer.

De rode lijn in de grafiek geeft weer wat de berekende hoeveelheid slib in de tijd in de pilot zou bedragen bij de gebruikelijke slibgroei van 1,0 kg/kg BZV. Het resultaat van de pilotinstallatie is een reductie van de slibgroei in de ordegrootte van 70 procent. De biomassa, gemeten over de testperiode, bedraagt 0,27 kg/kg BZV. De slibopbrengst van het trommelscherm bedraagt 0,026 kg/kg BZV. De totale slibgroei kwam hierdoor uit op 0,30 kg/kg BZV. Het effluent is regelmatig gecontroleerd op uitspoeling. Die is niet geconstateerd in de fase waarbij de reductie van de slibgroei werd vastgesteld.

Uit de metingen bleek dat er geen negatief effect was op de effluentkwaliteit, met uitzondering van de verwachte stijging van de fosforconcentratie. Ook de lage BZV-waarde (minder dan tien mg/l) en N-totaalwaarden bewijzen dat het afvalwaterzuiveringsdeel van de pilot voldoende functioneerde. Tevens hebben de operators van de awzi Zeewolde (en de Cannibal-pilot) opgemerkt dat effecten op de full-scale zuiveringsinstallatie, zoals drijfslagvorming bij weersomslag, hetzelfde effect hadden op de Cannibal-pilot en dat die de awzi in dat opzicht volgde.

Uit de metingen blijkt dat de fosforconcentratie in het slib licht toeneemt, de orthofosfaatconcentraties in het effluent sterk wisselen en de orthofosfaatconcentraties in de anaerobe tank en de 'interchange'-tank hoog zijn (respectievelijk 60 en 100 mg/l).

De massabalans is weergegeven in afbeelding 3.

De missende 36 procent fosfor meet men ook in de Verenigde Staten op een zeer groot deel van de full-scale Cannibal-installaties. Zeer uitgebreide testen over lange periodes, uitgevoerd op full-scale installaties in de Verenigde Staten, hebben de oorzaak van het missend fosfor niet kunnen achterhalen. Er is onder andere geanalyseerd op Phosphine-gas en op mogelijke afzettingen of ophopingen in het systeem. Ook zijn geavanceerde destructietechnieken toegepast. Het percentage missend fosfor in de pilot komt overeen met het in de Verenigde Staten gebruikelijke percentage. Het vormt daar bij de momenteel geïnstalleerde full-scale installaties geen probleem, omdat op deze locaties geen effluentnormen voor fosfor gelden.

### **Kostenbesparing**

Het uiteindelijke doel is een significante kostenbesparing teweeg brengen. Of dit proces financieel succesvol toepasbaar is, is afhankelijk van een aantal factoren:

- de grootte en huidige slibgroei van de zuivering;
- de aanwezigheid van een voorbezinktank en/of vergister, die de extra haalbare besparing kunnen reduceren;
- de hoeveelheid fosfor die men bij de installatie van Cannibal (extra) chemisch dient te verwijderen;
- de aanwezigheid van bestaande en ongebruikte tanks die omgebouwd kunnen worden tot wisselreactor;
- de slibverwerkings-, energie-, polymeer- en chemicaliënkosten. Meer fundamenteel van aard is of de betreffende waterkwaliteitsbeheerder een volledig sluitende fosfaatbalans vereist of zijn oordeel baseert op de effluentanalyses.

### **Conclusies en aanbevelingen**

Het pilotonderzoek toont over een periode van 85 dagen een totale slibgroei aan van

de pilotinstallatie van 0,30 kg/kg BZV, een reductie van 70 procent ten opzichte van de full-scale AWZI. Bij deze lage slibgroei is de effluentkwaliteit niet beïnvloed met uitzondering van de verwachte stijging van de fosforconcentratie. De fosformassabalans is nog niet te sluiten. Het aandeel missend fosfor komt overeen met eerder uitgevoerde full-scale testen in de Verenigde Staten. De reden voor het missende fosfor is (tot op heden nog) onbekend. Uit de meetresultaten blijkt dat het decantaat van de wisselreactor en het decantaat van de anaerobe tank hoge orthofosfaatgehalten bevatten. Dit is respectievelijk gemiddeld 100 mg/l en 60 mg/l. De concentraties zijn dusdanig dat de Me/P-verhouding waarschijnlijk gunstig is voor chemische fosfaatverwijdering. Momenteel voert men vervolgstudies uit met het chemisch verwijderen van fosfaat uit onder andere het decantaat van de wisselreactor. Dit onderzoek heeft als doel het effect vaststellen van een metaaldosering op de fosfaatconcentratie in het effluent.

De slibreductieresultaten zijn dusdanig positief dat dit aanleiding kan geven tot een vervolg op (semi-)full-scale, zodat men de besparingen kan maximaliseren. De grotere schaal zou tevens meer mogelijkheden bieden voor andere en nauwkeuriger testen. Een voorbeeld hiervan is het nauwkeurig in kaart brengen van de energiebalans. Om niet direct een grote investering te plegen, zou een middelgrote zuivering, waar ongebruikte tanks aanwezig zijn, een goede locatie vormen voor een vervolgprouf.

#### LITERATUUR

- 1) STOWA (2005). Slibketenstudie. Onderzoek naar de energie- en kostenaspecten in de water- en slibketen. Rapport 2005-26.