



Paul Telkamp, Tauw

Ronnie Berg, Tauw

Inge van der Velde, Waterschap Reest & Wieden

Johan Vlot, Waterschap Reest & Wieden

# Maximaliseren van slibproductie zinvol voor jaarlijkse kosten?

**Waterschap Reest & Wieden bouwt momenteel een gistingsinstallatie op de rioolwaterzuiveringsinstallatie in Echten. Deze gistingsinstallatie moet het secundair slib van de rwzi's binnen het beheergebied gaan vergisten. Het betreft een tweetrapsvergisting. De eerste trap is een thermofiele gisting (circa 55°C) en wordt gevolgd door een mesofiele gisting (circa 35°C). Door het slib te vergisten, wordt de totale slibhoeveelheid gereduceerd en wordt energie (biogas) geproduceerd. Tauw voerde in opdracht van het waterschap een onderzoek uit naar de potentie van het maximaliseren van de secundair slibproducties op alle rwzi's om zodoende meer slib en met een hogere fractie organische drogestof naar de nieuwe slibgistingsinstallatie af te voeren. Dit artikel geeft de resultaten van dit onderzoek weer.**

Tauw heeft in 2010 verkend met welke strategie de laagst mogelijke jaarlijkse kosten kunnen worden behaald. In deze studie is het effect van zuurstofgehalte op de slibproductie, de slibbelasting en uiteraard de zuiveringsprestatie betrokken. De conclusie van dit onderzoek was dat verlaging van de slibbelasting (ofwel verhoging van slibgehalte) bij een zuurstofgehalte van 1,6 mg/l (norm HSA) zowel een positieve invloed heeft op de jaarlijkse kosten (minder afvoer secundair slib) als op de zuiveringsprestatie ( $N_{\text{totaal}}$ ). Naar aanleiding van dit onderzoek optimaliseerde Waterschap Reest en Wieden de stuurwaarden voor het zuurstofgehalte en verhoogde de stuurwaarden voor drogestof. Dit resulteerde in een aantoonbare besparing op de jaarlijkse kosten (ruim vijf procent). Toen was echter nog geen sprake van een centrale gistingsinstallatie voor secundair slib. Het feit dat deze nu wordt gerealiseerd, plaatst alles in een ander perspectief. Hierdoor lijkt juist het verhogen van de slibproductie - en dus het verlagen van het slibgehalte - interessant.

## Randvoorwaarden maximaliseren

Het verhogen van de slibproductie heeft uiteraard gevolgen voor het zuiveringsproces maar ook voor de slibgistingsinstallatie zelf. Het verhogen van de slibproductie wordt bereikt door het verkorten van de sibleeftijd (verlagen drogestofgehalte). Door de verlaging van het drogestofgehalte is

minder biologische capaciteit beschikbaar. Dit leidt tot een verslechtering van de  $N_{\text{totaal}}$ -effluentkwaliteit.

Dit gaat tegen de principes van de waterschappen in, omdat het zuiveren van afvalwater de primaire taak is van het waterschap. Maar de waterschappen hebben zich ook gecommitteerd aan de Meerjarenafspraken (MJA3) en het Klimaatakkoord. De rwzi's van Waterschap Reest & Wieden voldoen ruimschoots aan de lozingsen en aan de eigen doelstelling van minimaal 80 procent gebiedsrendement. Er is dus 'ruimte' om het  $N_{\text{totaal}}$ -effluentgehalte toe te laten nemen.

Voor de bepaling van de maximale secundaire slibproductie is besloten om niet alle rwzi's van het waterschap modelmatig door te rekenen. Voor de studie zijn alleen de rwzi's in Echten en Meppel gemodelleerd. Dit zijn de twee grootste zuiveringsinstallaties van Reest & Wieden. Zij dekken daarmee het gros van de totale slibproductie.

Voor het maximaliseren van de slibproductie wordt een zo laag als mogelijk slibgehalte gekozen. Hierbij zijn de volgende uitgangspunten belangrijk:

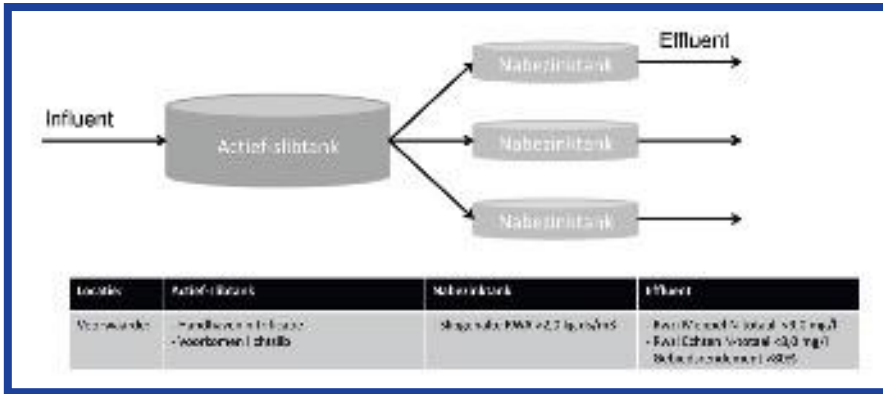
- Het slibgehalte bij regenweeraanvoer dient voldoende hoog te zijn om de werking van de nabezinktanks te garanderen;
- De nitrificeerders dienen zich in het systeem te handhaven. Hiervoor is een

voldoende lange aerobe sibleeftijd nodig. Bij lage temperaturen groeien de nitrificerende bacteriën langzamer en moet de aerobe sibleeftijd dus langer zijn. Het maximaal aerob volume is voor het onderzoek kleiner gekozen dan maximaal haalbaar. Er is rekening gehouden dat 90 procent van het aerob volume belucht kan worden (veiligheidsmarge);

- Ter voorkoming van lichtslib zijn geen concessies gedaan aan het zuurstofgehalte;
- De jaargemiddelde effluentkwaliteit en het gebiedsrendement moeten behaald worden\*. Om calamiteiten op te kunnen vangen, is besloten dat de rwzi's aan een  $N_{\text{totaal}}$ -gehalte van 9 mg/l dienen te voldoen, ofwel de effluenteis minus tien procent. Wanneer echter de rwzi's in Echten en Meppel beiden een effluentgehalte van jaargemiddeld  $N_{\text{totaal}}$  9 mg/l zouden gaan lozen, betekent dit dat het gebiedsrendement niet gehaald wordt. Het rendement wordt het meest beïnvloed door rwzi Echten (grootste capaciteit). Om deze reden is besloten dat rwzi Echten moet voldoen aan jaargemiddeld 8 mg/l  $N_{\text{totaal}}$ .

## Theorie

Het meest toegepaste model voor de berekening van de vergistbaarheid van slib is het statische model van Chen & Hashimoto<sup>1)</sup>. In dit model is de afbraak van slib afhankelijk van de verblijftijd en geldig voor tempera-



Afb. 1: Schematische weergave van de voorwaarden voor het verlagen van het slibgehalte in de actiefslibtank.

turen tussen 20 en 60°C. De vergistbaarheid van secundair slib is afhankelijk van de slijbleeftijd in de actiefslibtank. Bolzonella *et al.*<sup>2)</sup> legde een relatie tussen de vergistbaarheid van secundair slib en de slijbleeftijd in de actiefslibtank. Bij een slijbleeftijd van 20 dagen is volgens Chen & Hashimoto een afbraak van 40 procent haalbaar. De gevonden relatie door Bolzonella is 'geijkt' met de constatering door Chen & Hashimoto en vervolgens is de maximale afbreekbaarheid van het slib bepaald bij verschillende slijbleeftijden. Afbeelding 2 presenteert de relatie tussen de maximale afbreekbaarheid van slib en de slijbleeftijd.

**Resultaten**

De effecten van het maximaliseren van de secundair slibproductie zijn vergeleken met een referentiesituatie. Dit is feitelijk het in stand houden van de huidige bedrijfsvoering (ofwel zo min mogelijk slib afvoeren van de rwzi's) en dit slib vervolgens 'voeden' aan de slibgistinginstallatie op de rwzi Echten. Door het maximaliseren van de secundair slibproductie neemt de biogasproductie aanzienlijk toe. Voor rwzi Echten geldt een gemiddelde toename van ongeveer 45 procent en voor rwzi Meppel zelfs 150 procent. In afbeelding 3 is een vergelijking opgesteld van de jaargemiddelde specifieke biogasproductie per kilogram organisch drogestof. Voor de volledigheid en voor het verklaren van de toename van de biogasproductie is tevens de jaargemiddelde slijbleeftijd opgenomen. Daarnaast is ook het effect op de effluentkwaliteit opgenomen.

Op basis van afbeelding 3 kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- Rwzi Meppel heeft een hoge slijbleeftijd (50,4 dagen). Hierdoor is de vergistbaarheid van het slib laag. Door toepassing van een lager slibgehalte neemt de slijbleeftijd sterk af en de vergistbaarheid van het slib sterk toe. Door de verlaging van het slibgehalte neemt de jaargemiddelde effluentkwaliteit toe van circa 6,5 mg N/l naar 9,0 mg N/l. Hiermee voldoet rwzi Meppel aan de gestelde effluenteis;
- De beluchtingscircuits van rwzi Echten hebben ook een relatief lange slijbleeftijd (33,7 dagen). Ook hier neemt door verlaging van het slibgehalte de vergistbaarheid flink toe (in iets mindere mate dan bij rwzi Meppel). De jaargemiddelde effluentkwaliteit neemt toe van circa 3,3 mg N/l naar 6,2 mg N/l;
- De BCFS-reactor van rwzi Echten heeft een redelijk normale slijbleeftijd (21,5 dagen), maar kan nog verder verlaagd worden, waardoor de vergistbaarheid toeneemt (in mindere mate dan bij rwzi Meppel en de beluchtingscircuits van rwzi Echten). De effluentkwaliteit neemt in dit geval toe van 4,9 mg N/l naar 7,1 mg N/l;
- Na opmenging van het effluent van de beluchtingscircuits en de BCFS-reactor voldoet rwzi Echten aan de gestelde effluenteis. Daarmee voldoet Waterschap Reest & Wieden ook aan het gebiedsrendement.

Het maximaliseren van de slibproductie op rwzi Meppel en Echten heeft invloed

op de verblijftijd, warmtebehoefte van de slibgistinginstallatie en warmte-/energieproductie van de warmtekraftkoppeling. De verblijftijd van de thermofiele gisting (kleinste volume) neemt af van 13,5 naar 13,1 dagen. Deze verlaging is meegenomen bij de berekende biogasproductie.

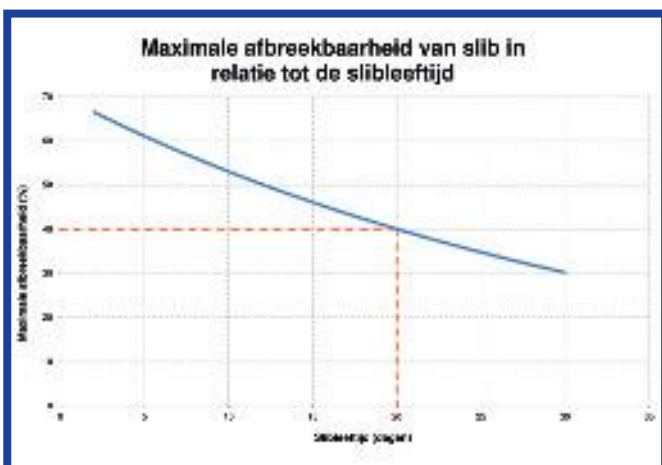
Door het maximaliseren van de slibproductie van rwzi Echten en rwzi Meppel neemt de biogasproductie met circa 500.000 Nm<sup>3</sup> per jaar toe. Door toename van de biogas-productie kan met de warmtekraftkoppeling ook meer elektrische energie en warmte worden opgewekt. De elektrische en thermische levering van de warmtekraftkoppeling neemt toe met respectievelijk 1.314.000 kWh<sub>e</sub>/j en 1.475.000 kWh<sub>th</sub> per jaar. De warmtebehoefte van de slibgistingstank neemt door de stijging van de slibproductie met 170.000 kWh<sub>th</sub> per jaar toe. De extra warmtebehoefte wordt in dit geval ruimschoots gecompenseerd. Bij het ontwerp van de nieuwe slibgistinginstallatie is rekening gehouden met de dosering van glycerine om zodoende de biogasproductie te verhogen en de slibgistinginstallatie in zowel de winter als zomer van voldoende warmte te voorzien. Door de toename in warmteproductie als gevolg van de het maximaliseren van de slibproductie hoeft minder glycerine toegevoerd te worden (besparing van 594 ton glycerine per jaar oftewel 58 procent).

**Kosten- en batensanalyse**

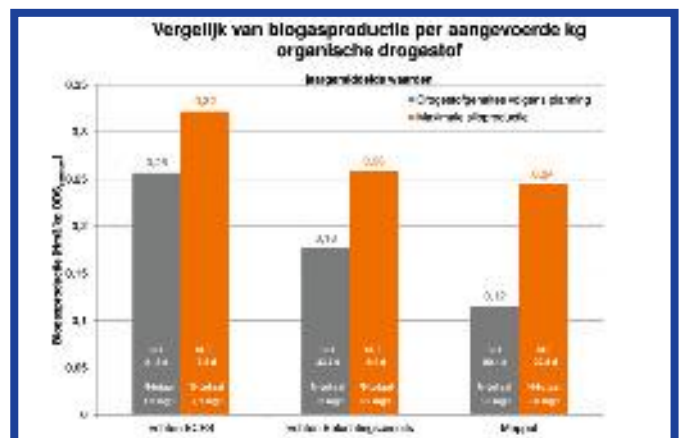
Door het maximaliseren van de slibproductie vindt vaker slibtransport per vrachtwagen plaats vanaf de rwzi Meppel naar de slibgistinginstallatie op rwzi Echten. Voor rwzi Echten is slibtransport per vrachtwagen niet aan de orde (wordt per pomp afgevoerd). Meer transport betekent hogere slibtransportkosten. Het gebruik van glycerine kan aanzienlijk worden teruggedrongen. Tevens wordt inkoop van elektrische energie hierdoor vermeden. Tabel 1 presenteert een overzicht van de kosten (als negatief getal weergegeven) en baten (als positief getal weergegeven).

Een belangrijk aspect vormen natuurlijk de slibeindverwerkingskosten. De verwachting is dat deze zullen toenemen. Of dit daad-

Afb. 2: Maximale afbreekbaarheid van slib in relatie tot de slijbleeftijd.



Afb. 3: Vergelijking van de jaargemiddelde biogasproductie per aangevoerde kilogram organische drogestof.



werkelijk het geval is en zo ja in welke mate, is vooralsnog onbekend. Als we uitgaan van een slibverwerkingstarief van 93 euro per ton slibkoek mag de slibafzet met maximaal circa 2.600 ton slibkoek per jaar toenemen, voordat financieel het *break-even*-punt wordt bereikt. Bij maximaliseren van de slibproductie op de rwzi's in Meppel en Echten is deze slibhoeveelheid nog lang niet in beeld. Inclusief slibafvoer zullen de baten nog circa 200.000 euro per jaar bedragen. Maximaliseren van de slibproductie lijkt dus kostenbesparend.

### CO<sub>2</sub>-consequenties

In het kader van het klimaatakkoord is ook de CO<sub>2</sub>-uitstoot bekeken. In tabel 2 zijn de gevolgen van het maximaliseren van de slibproductie voor de CO<sub>2</sub>-uitstoot weergegeven. Deze tabel laat zien dat de CO<sub>2</sub>-uitstoot van slibtransport verwaarloosbaar klein is. De totale afname van de CO<sub>2</sub>-uitstoot wordt voornamelijk bepaald door de besparing op de ingekochte glycerine.

### Conclusies

Het maximaliseren van de slibproductie resulteert in een jaarlijkse besparing van circa 200.000 euro (bij alleen de rwzi's in Echten en Meppel). Tevens wordt voldaan aan de lozingsen en aan het gestelde gebiedsrendement.

**Tabel 2. Totale afname van CO<sub>2</sub>-uitstoot bij maximaliseren van de slibproductie op de rwzi's in Meppel en Echten.**

omschrijving	eenheid	waarde
toename slibtransport	kg CO <sub>2</sub> /jaar	- 2.000*
besparing glycerine	kg CO <sub>2</sub> /jaar	4.400.000**
vermeden inkoop van energie	kg CO <sub>2</sub> /jaar	600.000***
totale baten	kg CO <sub>2</sub> /jaar	5.000.000

NOTEN  
 \* 880 g CO<sub>2</sub> per kilometer.  
 \*\* 0,1 GJ per kg glycerine<sup>3)</sup> en 74,6 kg CO<sub>2</sub> per GJ<sup>4)</sup>.  
 \*\*\* 440 g CO<sub>2</sub>/kWh (= gemiddelde van de energieleveranciers van Waterschap Reest & Wieden).

**De nieuwe slibgistingsinstallatie op de rwzi in Echten.**



omschrijving	eenheid	waarde
toename slibtransportkosten	euro/jaar	- 7.000
besparing glycerine	euro/jaar	95.000*
vermeden inkoop van energie	euro/jaar	158.000
totale baten	euro/jaar	246.000

\* 160 euro per ton glycerine (opgaaf leverancier gistinginstallatie Echten).  
 \*\* 0,12 euro per kWh.

**Tabel 1. Totale baten bij maximaliseren van slibproductie op de rwzi's in Meppel en Echten.**

Door het maximaliseren van de slibproductie zal de biogasproductie toenemen en kan aanzienlijk worden bespaard op de hoeveelheid glycerine. Deze besparing weegt ruimschoots op tegen de extra kosten van slibtransport. Ook op het gebied van CO<sub>2</sub>-emissies is het maximaliseren van de slibproductie in het voordeel. De toename van CO<sub>2</sub>-emissie als gevolg van het extra transport per vrachtwagen is minimaal in relatie tot de besparing op glycerine uitgedrukt in CO<sub>2</sub>.

### Vervolg

Waterschap Reest & Wieden wil het bovenstaande voorleggen aan het bestuur om zo een goede afweging te kunnen maken tussen kwaliteit en kosten. Wanneer het bestuur akkoord gaat om de slibproductie op

de rwzi's te gaan maximaliseren, dan kan in 2014 hiermee begonnen worden. De bouw van de slibgistingsinstallatie is namelijk vrijwel afgerond, maar de leverancier van de installatie moet eerst een garantieperiode van een jaar doorlopen. Dan begint het waterschap met één rwzi om te controleren of de praktijk in lijn ligt met de gemodelleerde waarden of eventueel bijgesteld moet worden. Navolgend zet Waterschap Reest en Wieden het maximaliseren van de slibproductie op de overige rwzi's door.

### LITERATUUR

- 1) Chen Y. en A. Hashimoto (1980). Substrate utilization model for biological treatment systems. *Biotechnology & Bioengineering* 22, pag. 2081-2095.
- 2) Bolzonella D., P. Pavan, P. Battistoni en F. Cecchi (2005). Mesophilic anaerobic digestion of waste activated sludge: influence of solid retention time in the wastewater treatment process. *Process Biochemistry* 40, pag. 1453-1460.
- 3) STOWA (2012). GER-waarden en milieu-impactscores productie van hulpstoffen in de waterketen, tabel 46 op pag. 76. Rapport 2012-06.
- 4) EEP format (2011). Handreiking en energiedragerlijst voor MJA3-bedrijven.

### NOTEN

\* Het effect van het maximaliseren van de slibproductie op het gehalte P<sub>totaal</sub> in het effluent is niet meegenomen. Door het maximaliseren vindt meer fosfaatafvoer plaats via de sliblijn en neemt de biologische fosfaatverwijdering toe, waardoor het gehalte P<sub>totaal</sub> in het effluent alleen maar zal afnemen.