



Ellen van Voorthuizen, Royal Haskoning

André Visser, Royal Haskoning

Frank Brandse, Waterschap Reest en Wieden

Cora Uijterlinde, STOWA

# Praktijkonderzoek naar oorzaken schuimvorming in slibgistingstanks

**Recent werden in een artikel in H<sub>2</sub>O<sup>1)</sup> op basis van de kennis van schuimvorming in de levensmiddelentechnologie aanbevelingen gedaan voor de opzet van praktijkonderzoek naar schuimvorming in slibgistingstanks. In dit artikel worden de resultaten besproken van onderzoek, dat is uitgevoerd in opdracht van STOWA, naar de oorzaken van schuimvorming op zes praktijkinstallaties. Doel was om tot een protocol te komen voor het voorkomen of bestrijden van schuimvorming. Het onderzoek heeft aangetoond dat elke slibgistingstank de potentie heeft tot schuimvorming; een eenduidige oorzaak hiervoor werd niet gevonden. Verder is aangetoond dat een hoge schuimpotentie van het slib in de gisting niet altijd leidt tot schuimproblemen in de praktijk. Problemen met schuim kunnen grotendeels worden beheerst door een goede afvoer van slib en schuim of door voldoende ruimte in de tank te houden voor schuim.**

Voor schuimvorming zijn nodig: de aanwezigheid van gasbellen, oppervlakte-actieve stoffen en een zekere mate van menging. Deze factoren zijn in een slibgistingstank aanwezig, waardoor elke slibgistingstank de potentie heeft tot schuimvorming. Oppervlakte-actieve stoffen die in een slibgistingstank aanwezig zijn, kunnen zijn aangevoerd via het influent (bijvoorbeeld vetten) of worden gevormd in de slibgistingstank (hogere vetzuren en eiwitten). De vorming van laatst genoemde stoffen kan het gevolg zijn van bijvoorbeeld een te korte verblijftijd of een verstoring in de warmtehuishouding, zoals in Deventer werd waargenomen<sup>2)</sup>. In Raalte werd de relatief lage hardheid van het water als één van de oorzaken genoemd voor de schuimproblemen.

Een zekere mate van schuimpotentie hoeft nog niet te leiden tot schuimproblemen. Deze treden op wanneer het gevormde schuim zeer stabiel is en door onvoldoende afvoer of te weinig ruimte in de tank. De stabiliteit van het schuim wordt bepaald door de afbraaksnelheid, die kan worden vertraagd door draadvormers in het schuim. Draadvormers waren aanwezig in Zweden<sup>3)</sup>, maar werden ook als één van de oorzaken gezien voor de problemen in Raalte<sup>2)</sup>. Verder werd in een inventarisatie naar de omvang

van schuimproblemen in Nederland een correlatie gevonden met de mate van schuimproblemen en de aanwezigheid van drijfslagen in aëratietanks<sup>4)</sup>. Een drijfslag duidt op de aanwezigheid van draadvormers.

Het ervaren van schuimproblemen is dus afhankelijk van de mate van schuimvorming, schuimstabiliteit en de getroffen maatregelen om schuim te beheersen. Om een protocol op te kunnen stellen voor het voorkomen en bestrijden van schuim-

vorming in slibgistingstanks, zijn hypothesen opgesteld die inzicht moeten geven in de oorzaken van schuimvorming-, en stabiliteit en de effectiviteit van schuimbeheersmaatregelen. De hypothesen zijn samengevat in tabel 1, waarin tevens het resultaat van de toetsing van de hypothese is weergegeven.

## Onderzoekopzet

De hypothesen zijn getoetst bij zes slibgistingstanks, waarvan drie geen last hebben van schuimvorming (Waalwijk, Veendam

Het testapparaat.



hypothese	validatie
schuimvorming	
Elke slibgistingstank heeft de potentie tot schuimvorming.	waar
Een lagere oppervlaktespanning van de vloeistof in de slibgistingstank leidt tot een hogere schuimpotentie.	waar
De oppervlakte-actieve stoffen die in een slibgistingstank leiden tot een verlaging van de oppervlaktespanning zijn vetten, eiwitten en hogere vetzuren.	niet aangetoond
Een lagere hardheid van de vloeistof in de slibgistingstank leidt tot een hogere schuimpotentie.	geen toetsing mogelijk*
Een hogere viscositeit van het slib leidt tot een hogere schuimpotentie.	mogelijk waar
Een slibgistingstank die niet goed presteert (reductie van organische stof, biogasproductie) heeft een hogere schuimpotentie door de aanwezigheid van oppervlakte-actieve stoffen, als gevolg van de verslechtering van de afbraak van onder andere hogere vetzuren.	niet aangetoond
schuimstabiliteit	
Een slibgistingstank met een hoge schuimpotentie produceert een stabielere schuimlaag.	niet aangetoond
Oppervlakte-actieve stoffen dragen bij aan de stabiliteit van het schuim.	niet aangetoond
Draadvormers dragen bij aan de stabiliteit van het schuim.	goede toetsing niet mogelijk**
schuimbeheersing	
De afvoer van schuim draagt bij aan een goede beheersing van de schuimproblemen.	waar
De dosering van anti-schuim draagt bij aan een goede beheersing van de schuimproblemen.	goede toetsing niet mogelijk***
* Geen goede metingen van de hardheid beschikbaar.	
** Onvoldoende gegevens beschikbaar om hypothese te toetsen, monsternamen van gevormd schuim bleek niet mogelijk.	
*** Bij onderzochte gistingen vond geen dosering plaats, waardoor ervaringen ontbraken om hypothese te toetsen.	

Tabel 1: Hypotheses schuimvorming-, stabiliteit en beheersing en validatie hypothesen.

en Meppel) en drie die wel last hebben van schuimvorming (Scheemda, Hengelo en Enschede). Deze zes slibgistingstanks zijn tweemaal bemonsterd, waarvan de eerste keer in mei en juli van 2009, een periode waar weinig tot geen schuimproblemen zijn te verwachten. De tweede monsternamen vond plaats in februari en maart 2010, de periode waarin schuimproblemen waarschijnlijker zijn. In deze periode zijn de slibgistingstanks in Enschede viermaal bemonsterd om met name de rol van draadvormers te onderzoeken. Er zijn slibmonsters genomen in de slibgistingstanks, die vervolgens zijn geanalyseerd in de diverse laboratoria. De prestaties van de tanks zijn getoetst aan de hand van de biogasproductie ( $m^3_{\text{biogas}} \cdot m^{-3}_{\text{reactor}} \cdot d^{-1}$ ;  $m^3_{\text{biogas}}/\Delta$  organische droge stof), en de mate van (organisch) drogestofreductie (%). Meer details over de exacte uitvoering van de analyses staan in het STOWA-rapport over dit onderzoek<sup>5)</sup>.

Voor het bepalen van de schuimpotentie en -stabiliteit zijn een eenvoudig testapparaat en protocol ontwikkeld die gebaseerd zijn op Zwitsers onderzoek<sup>6)</sup>. Dit testapparaat (zie foto op pagina 39) bestond uit een maatcilinder die werd aangesloten op een luchtpomp. De schuimpotentie is in eerste instantie bepaald bij een gassnelheid van 10,6 m/h; later is deze bijgesteld naar 2,0 m/h, overeenkomend met gassnelheden die in een slibgistingstank kunnen voorkomen bij gasmenging. Door 250 ml slib gedurende drie minuten te beluchten, werd de schuimpotentie bepaald door de hoogte van de schuimlaag af te lezen direct nadat de gasinblazing was stopgezet. De schuimstabiliteit werd bepaald door de schuimhoogte te bepalen 30 seconden nadat de gasinblazing was stopgezet. De schuim-

potentie is uitgedrukt als de ratio tussen het volume schuim en het volume slib. De schuimstabiliteit is uitgedrukt als ratio tussen het volume schuim na 30 seconden en het volume schuim direct na uitzetten.

### Schuimvorming

De resultaten van de schuimpotentie voor de twee meetrondes zijn samengevat in tabel 2.

Uit tabel 2 blijkt dat elke slibgistingstank de potentie heeft tot schuimvorming waarmee de eerste hypothese is bewezen (zie tabel 1). Verder valt op dat een grote variatie bestaat in de mate van schuimpotentie tussen gistingen, en dat de schuimpotentie tijdens de tweede meetronde in 2010 hoger ligt dan in 2009. Dit sluit aan bij de algemene waarneming dat schuimproblemen met name optreden in de overgang van winter naar voorjaar. In 2010 traden echter op geen van de slibgistingstanks problemen op met schuim, al werd in Scheemda wel een toename van de schuimlaag gemeten. Doordat in Scheemda echter voldoende ruimte in de tank aanwezig is voor schuimvorming, leidde dit niet tot problemen.

De slibgistingstanks in Veendam, Waalwijk

en Meppel, die waren geselecteerd omdat ze geen last hebben van schuimvorming, laten - met uitzondering van Waalwijk - de laagste schuimpotentie zien. Een mogelijke verklaring voor de situatie in Veendam kan liggen in het feit dat daar fosfaat wordt verwijderd met polyaluminiumchloride dat toxisch is voor de meest voorkomende draadvormer in Nederlandse rwzi's: *Microthrix parvicella*. Deze wijze van fosfaatverwijdering voorkomt wellicht dat deze draadvormer bijdraagt aan schuimproblemen in de slibgistingstank. De lage schuimpotentie in Meppel kan worden verklaard uit het feit dat hier alleen primair slib wordt vergist. Maar op het moment dat in Meppel secundair slib wordt vergist, leidt dit tot schuimproblemen, zodat geconcludeerd kan worden dat de oorzaak van schuimvorming samenhangt met secundair slib. Verder bestaat in Meppel door de constructie van de tank zeer weinig ruimte tussen het slibniveau in de tank en de gasafvoerleidingen, waardoor bij geringe schuimvorming direct problemen ontstaan.

De waargenomen schuimpotentie kon worden gerelateerd aan de oppervlaktespanning gemeten aan de vloeistoffase van het slibmonster, zoals is te zien in afbeelding 1.

Tabel 2: Resultaten schuimpotentie gemeten bij zes slibgistingstanks bij verschillende gassnelheden.

slibgistingstank	mei-juli 2009 10,6 m/h	februari-mei 2010 10,6 m/h	februari-mei 2010 2,0 m/h
Veendam	11%	33%	27%
Waalwijk	170%	280%	43%
Meppel	23%	148%	12%
Hengelo	37%	61%	51%
Scheemda	23%	106%	32%
Enschede	37%	52%	33%

De relatie met de oppervlaktespanning is niet verrassend, omdat een verlaging van de oppervlaktespanning noodzakelijk is voor schuimvorming. Hiermee wordt de tweede hypothese bewezen (zie tabel 1). Verder kon alleen een mogelijke relatie worden gevonden tussen de mate van viscositeit en de schuimpotentie; bij een hogere viscositeit werd een hogere schuimpotentie geconstateerd.

De onderzochte oppervlakte-actieve stoffen (vetten, eiwitten en hogere vetzuren) konden afzonderlijk niet de waargenomen verlaging van de oppervlaktespanning en bijbehorende schuimpotentie verklaren; de derde hypothese werd dus niet aangetoond. Wel is het denkbaar dat ze samen verantwoordelijk zijn voor de verlaagde oppervlaktespanning. Door het ontbreken van goede analysesresultaten voor de hardheid kon de bijdrage hiervan aan de oppervlaktespanning en schuimpotentie niet worden vastgesteld. Verder kon geen relatie worden gevonden tussen de mate waarin de slibgistingstanks presteerden en de mate van schuimpotentie (de zesde hypothese). Dit sluit aan bij het ontbreken van een relatie tussen de schuimpotentie en de aanwezigheid van oppervlakte-actieve stoffen. Vastgesteld kan worden dat de onderzochte slibgistingstanks voldoende presteren om de vorming van hoge concentraties hogere vetzuren en eiwitten te voorkomen. Dit wordt ondersteund door het feit dat het slib in de meeste slibgistingstanks een voldoende lange verblijftijd (meer dan 20 dagen) en hoge temperatuur heeft, die voorkomen dat oppervlakte-actieve stoffen zich kunnen ophopen<sup>5)</sup>.

Uit bovenstaande blijkt dat geen eenduidige oorzaak kan worden gevonden voor de mate van schuimpotentie en dat onderzoek hiernaar in de praktijk complex is. Deze conclusie wordt ondersteund door het onderzoek in Engeland aan 16 slibgistingstanks<sup>7)</sup> en het onderzoek in de levensmiddelen-technologie<sup>1)</sup>.

### Schuimstabiliteit

Uit de testen is gebleken dat vooral bij een lage gassnelheid in zekere mate een stabiel schuim werd gevormd (zie tabel 3).

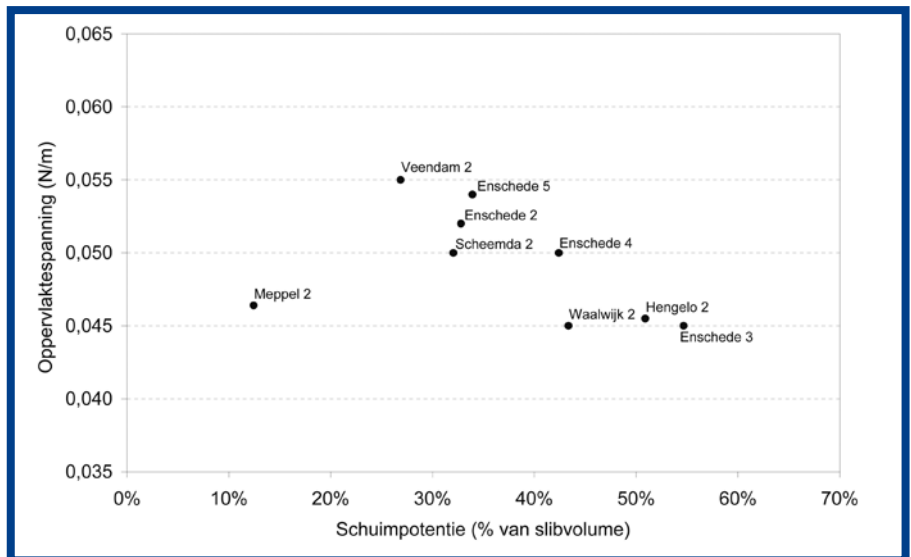
Er kon echter geen relatie worden gevonden tussen de mate van schuimvorming en de gemeten schuimstabiliteit, waarmee hypothese 7 niet werd aangetoond. Hetzelfde geldt voor hypothese 8: er kon geen relatie worden vastgesteld tussen de mate van schuimstabiliteit en de oppervlaktespanning. De rol van draadvormers bij het stabiliseren van een mogelijk gevormde schuimlaag kon niet direct worden vastgesteld. Wel suggereert een aantal indirecte waarnemingen dat draadvormers een belangrijke rol spelen bij het vormen van een stabiel schuim dat mogelijk tot schuimproblemen leidt.

Deze waarnemingen zijn:

- de vorming van een schuimlaag in de slibgistingstank van Scheemda vanaf begin maart tot en met eind mei;

slibgistingstank	mei-juli 2009 10,6 m/h	februari-mei 2010 10,6 m/h	februari-mei 2010 2,0 m/h
Veendam	0%	0%	37%
Waalwijk	10%	43%	52%
Meppel	0%	11%	45%
Hengelo	79%	43%	56%
Scheemda	38%	23%	41%
Enschede	18%	7%	17%

Tabel 3: Resultaten schuimstabiliteit gemeten bij zes slibgistingstanks bij verschillende gassnelheden.



Afb. 1: Relatie tussen schuimpotentie en oppervlaktespanning.

- de afwezigheid van draadvormers in de slibgistingstank in Veendam waar in de waterlijn polyaluminiumchloride wordt gedoseerd;
- een hogere hoeveelheid draadvormers in de slibgistingstank van Waalwijk in de tweede meetronde (maart 2010) dan in de eerste meetronde (juli 2009);
- het ontstaan van schuimproblemen in Meppel op het moment dat secundair slib wordt toegevoegd aan de primaire slibvergisting;
- het ontstaan van schuimproblemen in de slibgistingstank in Enschede op het moment dat de SVI stijgt (2008 en 2009);
- de hogere schuimpotentie in het vroege voorjaar van 2010 (februari-maart) dan in het late voorjaar van 2009 (mei-juli).

Om vast te stellen of draadvormers inderdaad een belangrijke rol spelen bij het stabiliseren van het schuim, is nader onderzoek nodig, omdat mogelijk ook de slibsamenstelling en de aanvoer naar de slibgistingstank in het voorjaar verandert.

### Schuimbeheersing

Een goede afvoer of voldoende ruimte voor een schuimlaag tussen slib en gasafvoerleidingen is belangrijk voor een goede beheersing van het schuimprobleem (hypothese 10 is waar). In Scheemda bedraagt de ruimte tussen het slibniveau in de tank en de gasafvoerleidingen circa één meter, waardoor de waargenomen schuimlaag niet leidt tot operationele problemen. In Hengelo is na meerdere periodes van problemen met schuimvorming

de lengte van de afvoergoot vergroot, waardoor het schuim over een grotere lengte kan worden afgevoerd. Sinds deze aanpassing zijn er geen problemen met schuim meer opgetreden.

Tot eind 2009 werd het uitgegiste slib uit de drie slibgistingstanks in Enschede afgevoerd via één leiding, en waren er elk jaar in het voorjaar grote operationele problemen met het schuim waardoor de gistingen zelf uit bedrijf moesten worden genomen. Eind 2009 is de situatie aangepast en is elke slibgistingstank voorzien van een afvoerleiding. Sinds deze aanpassing zijn geen schuimproblemen meer ervaren. Dit betekent overigens niet dat geen schuimvorming meer optreedt, maar dat het eventueel gevormde schuim beter kan worden afgevoerd. Door het ontbreken van voldoende ervaringen in dit onderzoek kon hypothese 11, het doseren van anti-schuim, onvoldoende worden getoetst. Wel is bekend dat met het doseren van anti-schuim op het slibbed en in de slibrecirculatiestroom in Raalte en Deventer de schuimvorming beheerst kon worden<sup>8)</sup>.

### Aanbevelingen

Doelstelling van dit praktijkonderzoek was het opstellen van een protocol voor het voorkomen en bestrijden van schuimvorming in slibgistingstanks. De aanbevelingen worden dan ook in de vorm van het protocol hieronder weergegeven.

Ter voorkoming van schuimvorming wordt aanbevolen om:

- De bedrijfsvoering van slibgistingstank te handhaven conform het ontwerp (verblijftijd, temperatuur en belasting) om ophoping van oppervlakte-actieve stoffen zoals eiwitten en vetzuren te voorkomen;
- De vorming van licht slib in de waterlijn zoveel mogelijk te beheersen om te voorkomen dat grote hoeveelheden draadvormers in de slibgistingstank terecht komen;
- Voldoende ruimte te creëren tussen slibniveau in de tank en de gasafvoer zodat mogelijk gevormd schuim niet direct tot operationele problemen leidt;
- Te zorgen voor een goede (brede en lange) afvoer van slib/schuim.

Ter bestrijding van schuim wordt aanbevolen om:

- Anti-schuim te doseren op het slib-oppervlak en in de slibrecirculatie;

- De aanwezigheid van draadvormers in de waterlijn te controleren in combinatie met het verloop van de SVI;
- Mogelijk een aluminiumzout te doseren indien is vastgesteld dat *Microthrix parvicella* de dominante draadvormer is in de waterlijn.

#### LITERATUUR

- 1) Grollen K., P. Wierenga en G. Zeeman (2011). Onderzoek naar schuimproblemen in slibvergisters, H<sub>2</sub>O nr. 5, pag. 53-55.
- 2) Van Veldhuizen H. (2006). Schuimvorming in slibgistingstanks. Neerslag nr. 3.
- 3) Westlund A. en E. Hagland (1998). Foaming in anaerobic digesters caused by *Microthrix parvicella*, Water Science & Technology nr. 4-5, pag. 51-55.
- 4) Mulder A. (2007). Inventarisatie van omvang en kenmerken van schuimvorming in de slibgisting. STOWA. Rapport W-07.

- 5) Van Voorthuizen E., W. Wiegant en A. Visser (2010). Praktijkonderzoek naar oorzaken schuimvorming in slibgistingstanks. STOWA. Rapport 2010-43.
- 6) Hug T. (2006). Characterization and controlling of foam and scum in activated sludge systems. PhD thesis, Swiss federal institute of technology Zurich.
- 7) Ganidi N. (2006). Anaerobic digestion foaming causes. PhD, Cranfield University, School of Applied Science, Department of Sustainable Systems, Centre for Water Science.
- 8) Mulder A. (2005). Verkenning en bestrijding van de oorzaken van de schuimvorming in de gistingstanks van de rwzi's Raalte en Deventer. Amecon Environmental Consultancy.