

INVENTARISATIE VAN OMVANG EN KENMERKEN VAN SCHUIMVORMING IN DE SLIBGISTING



RAPPORT

2007
W07

**INVENTARISATIE VAN OMVANG EN KENMERKEN VAN SCHUIMVORMING IN
DE SLIBGISTING**

RAPPORT

2007
W07



COLOFON

Uitgave

STOWA, Utrecht

Projectuitvoering

Arnold Mulder (Amecon)

Begeleidingscommissie

Frank Brandse (Waterschap Reest en Wieden)

André Hammenga (Waterschap Hunze en Aa's)

Jack Jonk (Waterschap Brabantse Delta)

Mathijs Oosterhuis (Waterschap Regge en Dinkel)

Cora Uijterlinde (STOWA)

Henry van Veldhuizen (Waterschap Groot Salland)

Foto's:

Waterschap Groot Salland en Amecon

Prepress/ druk

Van de Garde | Jémé, Eindhoven

STOWA

Rapportnummer 2007-W07

DE STOWA IN HET KORT

De Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, kortweg STOWA, is het onderzoeksplatform van Nederlandse waterbeheerders. Deelnemers zijn alle beheerders van grondwater en oppervlaktewater in landelijk en stedelijk gebied, beheerders van installaties voor de zuivering van huishoudelijk afvalwater en beheerders van waterkeringen. Dat zijn alle waterschappen, hoogheemraadschappen en zuiveringsschappen, de provincies en het Rijk (i.c. het Rijksinstituut voor Zoetwaterbeheer en de Dienst Weg- en Waterbouw).

De waterbeheerders gebruiken de STOWA voor het realiseren van toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk juridisch en sociaal-wetenschappelijk onderzoek dat voor hen van gemeenschappelijk belang is. Onderzoeksprogramma's komen tot stand op basis van inventarisaties van de behoefte bij de deelnemers. Onderzoekssuggesties van derden, zoals kennisinstituten en adviesbureaus, zijn van harte welkom. Deze suggesties toetst de STOWA aan de behoeften van de deelnemers.

De STOWA verricht zelf geen onderzoek, maar laat dit uitvoeren door gespecialiseerde instanties. De onderzoeken worden begeleid door begeleidingscommissies. Deze zijn samengesteld uit medewerkers van de deelnemers, zonodig aangevuld met andere deskundigen.

Het geld voor onderzoek, ontwikkeling, informatie en diensten brengen de deelnemers samen bijeen. Momenteel bedraagt het jaarlijkse budget zo'n zes miljoen euro.

U kunt de STOWA bereiken op telefoonnummer: 030 -2321199.

Ons adres luidt: STOWA, Postbus 8090, 3503 RB Utrecht.

Email: stowa@stowa.nl.

Website: www.stowa.nl

INVENTARISATIE VAN OMVANG EN KENMERKEN VAN SCHUIM- VORMING IN DE SLIBGISTING

INHOUD

STOWA IN HET KORT

1	INLEIDING	1
1.1	Algemeen	1
1.2	Doelstelling van de inventarisatie schuimvorming in de slibvergisting	2
2	OPZET EN GEVOLGDE WERKWIJZE	3
3	RESULTATEN INVENTARISATIE VAN AARD EN OMVANG VAN SCHUIMVORMING IN SLIBGISTINGEN VAN RWZI'S IN NEDERLAND	4
3.1	Inventarisatie van de omvang van schuimvorming bij alle slibgistingen van rwzi's in Nederland	4

3.2	Resultaten van een uitgebreide inventarisatie van kenmerkende factoren van een geselecteerd aantal rwzi's met een slibgisting.	5
	3.2.1 <i>Algemeen</i>	5
	3.2.2 <i>Beoordeling van afzonderlijke factoren in relatie tot schuimvorming</i>	7
	3.2.3 <i>Beoordeling van de invloed van combinaties van factoren op schuimvorming</i>	15
4	EVALUATIE VAN OMVANG EN KENMERKENDE FACTOREN BIJ SCHUIMVORMING	20
4.1	Analyse van de mogelijke oorzaken van schuimvorming in de slibgisting	20
4.2	Plan van aanpak voor verificatie van de hypothesen voor schuimvorming	22
5	CONCLUSIES, HYPOTHESES EN AANBEVELINGEN	24
5.1	Conclusies en hypothesen	24
5.2	Aanbevelingen	25
6	REFERENTIES	26
	BIJLAGE I: RESULTATEN UITGEBREIDE INVENTARISATIE SCHUIMVORMING SLIBGISTING	27

1

INLEIDING

1.1 ALGEMEEN

In het discussieforum “afvalwatersystemen” op de STOWA-website is naar voren gekomen dat op een aantal rwzi's schuimvorming bij de slibvergisting een hinderlijk probleem vormt. Een acute en ongecontroleerde schuimvorming heeft grote nadelige gevolgen voor de veiligheid en de operationele en financiële bedrijfsvoering van de slibverwerking (Figuur 1.1). Er is echter onvoldoende inzicht in aard en omvang van de problematiek van schuimvorming. Daarom heeft de STOWA kenbaar gemaakt meer inzicht te willen hebben in de aard en omvang van de problematiek van schuimvorming bij de slibvergisting van de waterschappen die hiervan melding hebben gemaakt op het discussieforum van de STOWA website.

FIGUUR 1.1. ZICHTBAAR GEVOLG VAN SCHUIMVORMING IN DE SLIBGISTING VAN RWZI RAALTE IN 2005 (FOTO WATERSCHAP GROOT SALLAND)



De ervaring heeft geleerd dat schuimvorming bij de vergisting van slib door veel factoren kan worden veroorzaakt (Van Niekerk et al. 1987 en Barber, 2005). Om bij het zoeken naar de mogelijke oorzaken effectief te zijn moet daarom gericht worden gezocht naar relevante factoren, waarbij inzicht en ervaring van belang zijn. Er is ervaring opgedaan bij onderzoek naar slibgisting en schuimvorming bij Waterschap Groot Salland en bij Waterschap Reest en Wieden (Mulder, 2003; Mulder, 2005 en Mulder, 2006). Op grond van deze kennis bestaat de indruk dat bij de schuimvorming in de vergisters onder andere aandacht moet worden besteed aan: 1) de invloed van de technologie en configuratie van de vergisters; 2) de rol van de

aanwezigheid van draadvormende bacteriën; 3) de rol van het vergisten van Bio-P slib; en 4) de invloed van de slibsamenstelling en fluctuaties in de toevoer naar de vergisters. Daarnaast zijn er sterke aanwijzingen dat de schuimvorming ook kan worden veroorzaakt door een combinatie van verschillende factoren.

Er is een verkennende studie uitgevoerd, gericht op meer inzicht in de mogelijke oorzaken van de schuimvorming bij de slibvergisting. De resultaten van de studie en de werkzaamheden zijn beschreven in het voorliggende rapport.

1.2 DOELSTELLING VAN DE INVENTARISATIE SCHUIMVORMING IN DE SLIBVERGISTING

Het resultaat van de verkennende studie moet inzicht geven in de kenmerkende factoren die in verband kunnen worden gebracht met de schuimvorming in slibgistingstanks van een aantal rwzi's. Meer specifiek is deze studie gericht op de identificatie van mogelijke schuimindicatoren. Voor de studie is gebruik gemaakt van een gerichte inventarisatie bij de waterschappen die hebben gereageerd op het discussieforum. Vervolgens is op basis van de verkregen informatie onderzocht welke gemeenschappelijke factoren mogelijk verantwoordelijk zijn voor het veroorzaken van de schuimvorming. Verder is nagegaan of en in hoeverre de omvang van de problematiek van de schuimvorming de laatste jaren groter is geworden. Daarnaast is aangegeven welke kennis en informatie ontbreekt, die nodig is voor het verkrijgen van het gewenste inzicht.

2

OPZET EN GEVOLGDE WERKWIJZE

Voor het onderzoek naar de kenmerkende factoren bij de schuimvorming bij de vergisting van primairslib en spuislib zijn door Amecon twee inventarisatierondes uitgevoerd. De werkzaamheden zijn uitgevoerd in de periode september 2006 tot maart 2007.

- In de eerste plaats is een vragenlijst opgesteld voor een uitvoerige inventarisatie van de relevante factoren bij 30 slibgistingen (met en zonder schuimvorming) van de waterschappen die hebben gereageerd op het discussieforum afvalwatersystemen. In deze vragenlijst zijn de afzonderlijke relevante factoren ingedeeld in de onderstaande rubrieken:
 - 1 Algemene gegevens;
 - 2 Gegevens influent;
 - 3 Gegevens actiefslibstelsysteem;
 - 4 Beschrijving van de aard en omvang van de schuimvorming;
 - 5 Gegevens van de slibgisting;
 - 6 Gegevens van primair slib, spuislib, extern slib en afgevoerd slib.
- In tweede plaats zijn in een later stadium (februari 2007) de technologiën van alle waterbeheerders benaderd met de vraag in hoeverre schuimvorming in de 92 slibgistingen op rwzi's in Nederland als probleem wordt onderkend.

Definitie van schuim en drijfslagen in de uitgevoerde studie

Schuim (foam) kan worden gedefinieerd als een dispersie (colloïdale verdeling) van gasbellen in een betrekkelijk geringe hoeveelheid vloeistof (Moen, 2003). Door de hoge oppervlaktespanning van zuivere vloeistoffen zijn schuimen in principe niet stabiel. In aanwezigheid van schuimstabilisatoren kunnen echter stabiele schuimen ontstaan. In de slibgisting kunnen oppervlakreactieve stoffen, hydrofobe bacteriën en eiwitten fungeren als schuimstabilisator. Schuimvorming zal in de slibgisting een probleem gaan opleveren als de schuimlaag een dikte bereikt van 0,3 – 1,5 m waardoor gasleidingen verstopt raken.

Drijfslagen (scum) ontstaan door het opdrijven en ophopen van vetten, plantaardig materiaal en slibvlokken met ingesloten gasbellen. Een belangrijk verschil tussen schuim en drijfslagen is dat schuim per definitie wordt gevormd door ingesloten gasbellen, maar dat drijfslagen ook kunnen ontstaan zonder aanwezigheid van gasbellen (WPCF, 1987). Een voorbeeld hiervan zijn de drijfslagen in de voorbezinking. De drijfslagen op beluchtingruimten en nabezinktanks ontstaan daarentegen door flotatie van actiefslib. De gevormde drijfslagen kunnen een dikte bereiken van tientallen cm's met een drogestofgehalte van 30-50 g/l (Eikelboom, 1999). Voor de beoordeling van de drijfslagvorming zijn verschillende classificatiesystemen ontwikkeld, waaronder de scum-index die een maat is voor de hoeveelheid biomassa die zich in de drijfslag bevindt (Wanner, 1994). In de voorliggende studie zijn voor de 30 rwzi's de gegevens geinventariseerd van de aanwezigheid van drijfslagen in de voorbezinking, de beluchtingruimte, nabezinktank en slibgisting.

3

RESULTATEN INVENTARISATIE VAN AARD EN OMVANG VAN SCHUIMVORMING IN SLIBGISTINGEN VAN RWZI'S IN NEDERLAND

In dit hoofdstuk worden de resultaten beschreven van twee inventarisatierondes naar aard en omvang van de schuimvorming in gistingstanks op rwzi's. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen structurele schuimvorming en incidentele schuimvorming. Structurele schuimvorming kan continu zijn of seizoensgebonden en heeft een zekere regelmaat. Incidentele schuimvorming is in de tijd onvoorspelbaar en heeft vaak een (achteraf) aanwijsbare oorzaak, zoals bijvoorbeeld lozingen en technische storingen in de slibgisting.

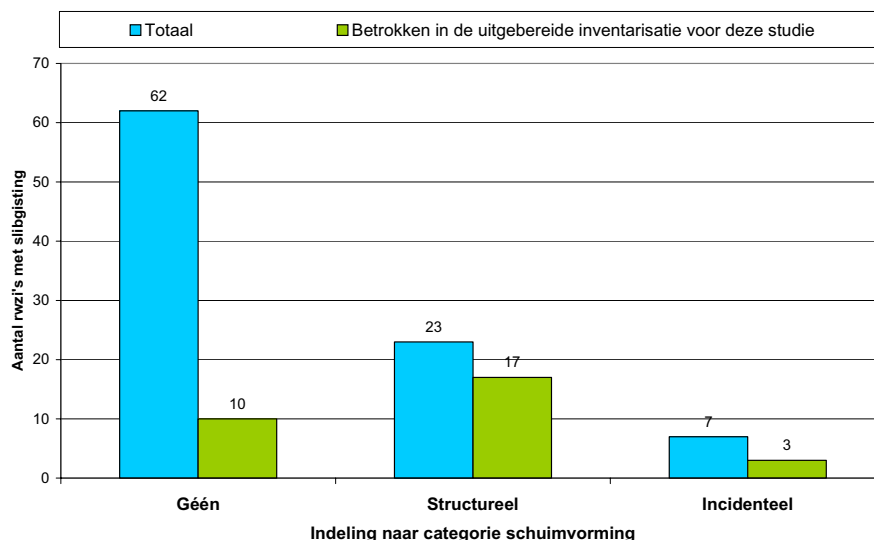
3.1 INVENTARISATIE VAN DE OMVANG VAN SCHUIMVORMING BIJ ALLE SLIBGISTINGEN VAN RWZI'S IN NEDERLAND

Om inzicht te krijgen in de omvang van de schuimvorming bij alle slibgistingen van rwzi's in Nederland is een inventarisatie met een beknopte vraagstelling uitgevoerd onder de technologieën van het Landelijk Technologenplatform (LTP). Hierbij werd de vraag gesteld in welke mate schuimvorming in de slibgisting als probleem werd onderkend. Hierbij waren er drie keuzemogelijkheden:

- Slibgistingen waar schuimvorming géén probleem vormt;
- Slibgistingen waar schuimvorming een structureel probleem is;
- Slibgistingen waar schuimvorming een incidenteel probleem is.

De resultaten van deze inventarisatie zijn samengevat in Figuur 3.1.

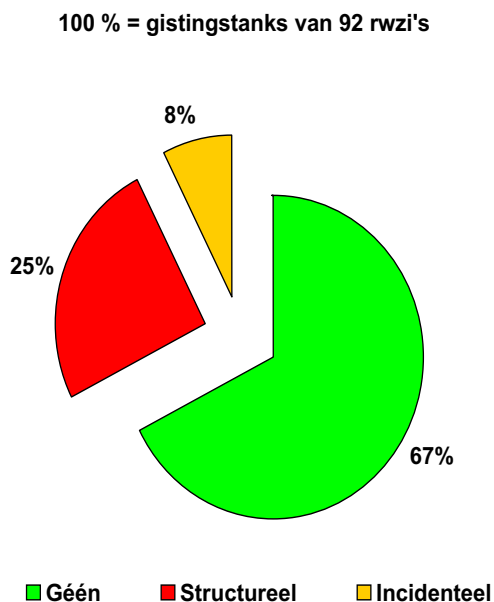
FIGUUR 3.1. INDELING VAN SLIBGISTINGEN OP RWZI'S OP BASIS VAN SCHUIMVORMING VOOR HET LANDELIJK TOTAAL AANTAL SLIBGISTINGEN EN VOOR DE SLIBGISTINGEN DIE ZIJN BETROKKEN IN DE UITGEBREIDE INVENTARISATIE VAN DEZE STUDIE



Het totaal aantal rwzi's met een slibgisting medio 2006 bedroeg 92. Uit deze inventarisatie blijkt dat schuimvorming in 25 % van de slibgistingen een structureel probleem vormt (Figuur 3.2). Daarnaast is schuimvorming in 8 % van de slibgistingen een incidenteel probleem. In een ruime meerderheid van de slibgistingen wordt schuimvorming echter niet als probleem ervaren. Er is één installatie (rwzi Garmerwolde) waar schuimvorming nooit een probleem was, maar wel sinds begin 2007 een probleem geworden is, waarschijnlijk door toename van de verwerkte hoeveelheid extern slib. Het feit dat het probleem van schuimvorming in slibgistingen niet universeel is en soms ontstaat na aanwijsbare veranderingen doet vermoeden dat er bepaalde oorzakelijke factoren moeten zijn. In paragraaf 3.2 is dit nader onderzocht.

In 2003 was het landelijk aantal rwzi's met een slibgisting nog 95 (gegevens CBS). Het aantal rwzi's met een slibgisting neemt dus geleidelijk af en ook in 2007 is voorzien dat enkele gistingstanks uit bedrijf worden genomen.

FIGUUR 3.2. DE PROCENTUELE VERDELING VAN RWZI'S MET SLIBGISTINGEN OP BASIS VAN DE MATE VAN SCHUIMVORMING VOOR HET LANDELIJK TOTAAL AANTAL RWZI'S MET SLIBGISTINGEN



3.2 RESULTATEN VAN EEN UITGEBREIDE INVENTARISATIE VAN KENMERKENDE FACTOREN VAN EEN GESELECTEERD AANTAL RWZI'S MET EEN SLIBGISTING

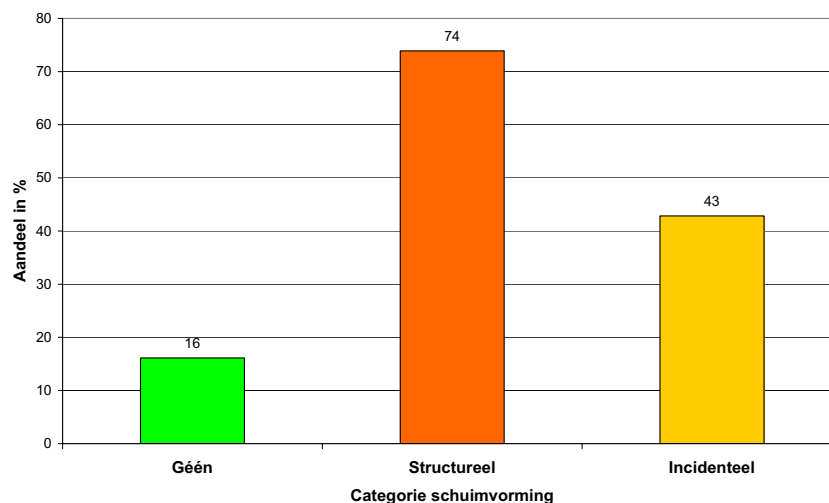
3.2.1 ALGEMEEN

In dit hoofdstuk worden de gegevens besproken van een uitgebreide inventarisatie van circa 20 rwzi's met een slibgisting die gericht zijn geselecteerd vanwege het probleem van schuimvorming. Daarnaast zijn als referentie de gegevens verzameld van enkele slibgistingen zonder schuimvorming. De waterbeheerders van de betreffende rwzi's zijn hiervoor benaderd door middel van een Questionnaire. In totaal zijn 30 Questionnaires ingevuld retour ontvangen en verwerkt. De belangrijkste parameters zijn vermeld in Bijlage 1 (Tabel B.1.1 tot en met Tabel B.1.6).

De gegevens van de 30 rwzi's met een slibgisting zijn onderverdeeld in drie categorieën op basis van de ernst van het probleem van schuimvorming in de slibgisting. Er zijn 10 installaties waar schuimvorming in de slibgisting géén probleem vormt. De categorie van slibgistingen waar schuimvorming een structureel probleem vormt omvat 17 installaties. De derde catego-

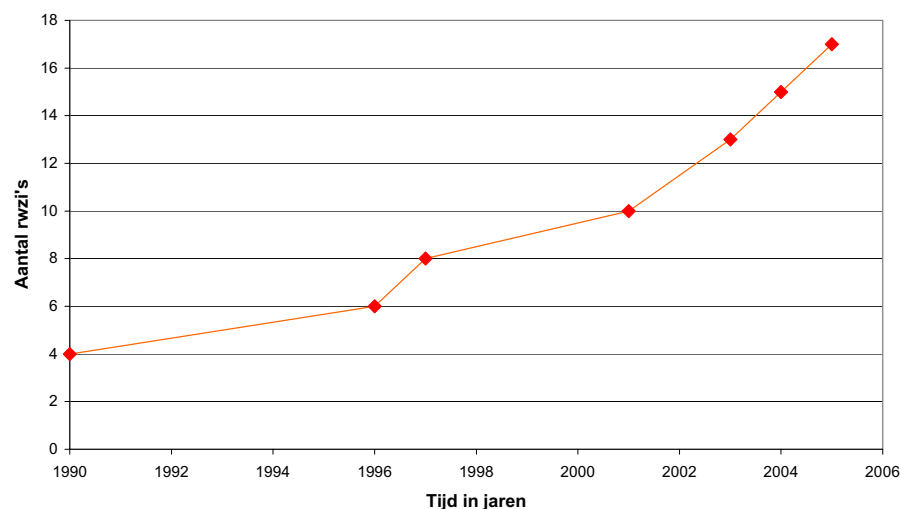
rie betreft 3 installaties waar schuimvorming incidenteel een probleem vormt. Deze gegevens zijn in Figuur 3.1. vergeleken met de resultaten van de inventarisatie van het landelijk totaal aantal gistingen. Daaruit blijkt dat van het totaal aantal slibgistingen met een structurele schuimvorming ongeveer 74 % in de uitgebreide inventarisatie is betrokken (Figuur 3.3). Voor slibgistingen met incidentele schuimvorming is dit aandeel 43 % en voor de installaties zonder schuimvorming is dit aandeel 16 %. Dat betekent dat voor de categorie slibgistingen met structurele schuimvorming een redelijk betrouwbaar aantal voorbeelden beschikbaar is voor het achterhalen van mogelijke kenmerkende factoren voor de schuimvorming.

FIGUUR 3.3. HET PROCENTUELE AANDEEL VAN DE RWZI'S MET EEN SLIBGISTING DIE ZIJN BETROKKEN IN DE UITGEBREIDE INVENTARISATIE TEN OPZICHTE VAN HET TOTAAL AANTAL RWZI'S MET SLIBGISTING PER CATEGORIE VOOR DE MATE VAN SCHUIMVORMING



In de uitgebreide inventarisatie is ook onderzocht hoelang schuimvorming reeds een probleem is en uit de verkregen resultaten kon voor 17 rwzi's de ontwikkeling van het aantal probleemgevallen in de tijd worden vastgesteld (Bijlage 1, Tabel B.1.6 en Figuur 3.4). Hieruit blijkt dat vanaf 2001 het aantal gistingstanks met een structureel schuimprobleem geleidelijk toeneemt met 1-2 per jaar.

FIGUUR 3.4. ONTWIKKELING VAN HET AANTAL RWZI'S MET SLIBGISTING MET STRUCTURELE SCHUIMVORMING IN DE PERIODE 1990 – 2006 (OP BASIS VAN 17 RWZI'S MET SLIBGISTING MET STRUCTURELE SCHUIMVORMING)



3.2.2 **BEOORDELING VAN AFZONDERLIJKE FACTOREN IN RELATIE TOT SCHUIMVORMING**

Het aantal gevallen van schuimvorming in gistingstanks is de laatste jaren toegenomen (Figuur 3.4). Daarom is het van belang om bij het zoeken naar inzicht in de oorzaak van schuimvorming factoren te betrekken waarmee relevante veranderingen rondom de anaërobe vergisting zoveel mogelijk worden beoordeeld. Hiervoor zijn in eerste instantie een vijftiental kenmerkende factoren geselecteerd. Deze vijftien factoren zijn onderverdeeld in drie groepen van factoren die de werking van de slibgisting bepalen.

- 1 *Factoren die samenhangen met de kwaliteit van het verwerkte slib*
 - Aanwezigheid van Bio-P slib, waarvan het aandeel in het laatste decennium is toegenomen;
 - De SVI waarde van het verwerkte slib vanwege een mogelijke rol van draadvormende bacteriën bij schuimvorming;
 - Aanwezigheid van drijfslagen in de actiefslib-installatie waarvan het spuislib wordt verwerkt;
 - Hardheid van het leidingwater in de regio van de rwzi vanwege een mogelijke invloed op verlaging van de hardheid van het slibwater. Hierbij kan worden opgemerkt dat het geleverde leidingwater in toenemende mate centraal wordt onthard;
 - Afwijkende kwaliteit van het influent, bijvoorbeeld door industriële lozingen.

- 2 *Karakteristieke operationele factoren van de vergistinginstallatie*
 - De hydraulische verblijftijd in slibgisting. De slibgisting is een systeem zonder slibreten- tie waardoor de hydraulische verblijftijd het rendement van de slibafbraak zal beïnvloeden, samen met temperatuur en slibsamenstelling;
 - Het slibgehalte in de slibgisting;
 - Het aandeel van spuislib en extern slib in de totaal verwerkte hoeveelheid slib;
 - De specifieke gasbelasting van het scheidingsvlak slib-biogas;
 - Temperatuur van de slibgisting;
 - De mate van menging;
 - Aanwezigheid van zandlagen in de gistingstank.

- 3 *Factoren die samenhangen met het ontwerp en constructie van de gistingstank*
 - Constructie van de sliboverloop en de mogelijkheid voor afvoer van drijfslagen uit de slibgisting;
 - Methode van menging;
 - Oppervlak van het grensvlak slib-biogas, deze factor wordt indirect beoordeeld bij de specifieke gasbelasting van het scheidingsvlak slib-biogas.

De mogelijke invloed op schuimvorming in de slibgisting van de factoren uit deze drie groepen wordt hieronder nader toegelicht. Een reden om onderscheid te maken in de genoemde drie groepen van factoren is dat de mate en mogelijkheden van de beheersbaarheid van de factoren per groep verschilt. Sommige operationele factoren zoals de mate van menging en temperatuur kunnen betrekkelijk eenvoudig worden gewijzigd. Een aanpassing van het ontwerp en constructie van de gistingstank is daarentegen veel ingrijpender.

Uit de resultaten van de inventarisatie (Bijlage 1) is voor acht factoren binnen de eerder aangegeven categorieën van schuimvorming de frequentie berekend (Tabel 3.1). Voor de factoren met een getalswaarde zijn ook de ranges aangegeven. Om mogelijk gemeenschappelijke factoren in de rwzi's met schuimvorming te kunnen herkennen zijn de gegevens van de groep van rwzi's zonder schuimvorming als referentie gebruikt. Daarbij wordt verondersteld dat de

tien referentieinstallaties zonder schuimvorming representatief zijn voor de grote groep van rwzi's zonder problemen (Figuur 3.1). De resultaten van Tabel 3.1 zijn ook weergegeven in Figuur 3.5 tot en met Figuur 3.10.

1 Factoren die samenhangen met de kwaliteit van het verwerkte slib

- *Verwerking van spuislib van rwzi's met biologische fosfaatverwijdering (Bio-P).* De resultaten laten zien dat de factor Bio-P in de categorie slibgisting met structurele schuimvorming aanwezig is met een frequentie van 47 % (Tabel 3.1 en Figuur 3.5). In de categorie slibgisting zonder schuimvorming wordt echter in 70 % van de tien referentie rwzi's Bio-P slib verwerkt. De factor Bio-P is dus niet direct van invloed, mogelijk indirect bijvoorbeeld via een beïnvloeding van de hardheid van het slibwater. Dit is een opmerkelijk resultaat omdat één van de veronderstellingen was dat verwerking van Bio-P slib in de slibgisting in hoge mate schuimgevoelig zou zijn.
- *De SVI waarde van het verwerkte slib.* De waarden van de SVI van het verwerkte slib in de slibgistingen uit de categorie waar schuimvorming een structureel probleem vormt, zijn redelijk gelijkmatig verdeeld over de vier SVI klassen (Tabel 3.1 en Figuur 3.6). Daarnaast is de frequentie in de verschillende SVI klassen van het verwerkte slib voor de drie categorieën (géén schuimvorming, structureel schuimvorming en incidenteel schuimvorming) redelijk vergelijkbaar. Daarmee wordt duidelijk dat de factor SVI niet direct een significant verband vertoont met schuimvorming.
- *Aanwezigheid van drijfslagen in de actiefslib-installatie waarvan het spuislib wordt verwerkt.* In de groep van rwzi's met structurele schuimvorming vormen de 9 installaties met een continue aanwezigheid van drijfslagen de grootste categorie met een procentueel aandeel van 53 % (Tabel 3.1 en Figuur 3.5). Daarna volgen de categorie van vijf installaties met een discontinue aanwezigheid van drijfslagen en de categorie van drie installaties zonder drijfslagen. De verdeling binnen de groep van rwzi's zonder schuimvorming in de slibgisting vertoont echter een tegenovergesteld beeld. De grootste categorie wordt hier gevormd door vijf installaties *zonder* drijfslagen, gevolgd door de categorie van drie installaties met een discontinue aanwezigheid van drijfslagen en er zijn slechts twee installaties met continu drijfslagen in het actiefslib systeem (Figuur 3.5 en Tabel 3.1). Hieruit blijkt duidelijk dat de factor drijfslagen significant bijdraagt aan een grotere frequentie van schuimvorming in de slibgisting.

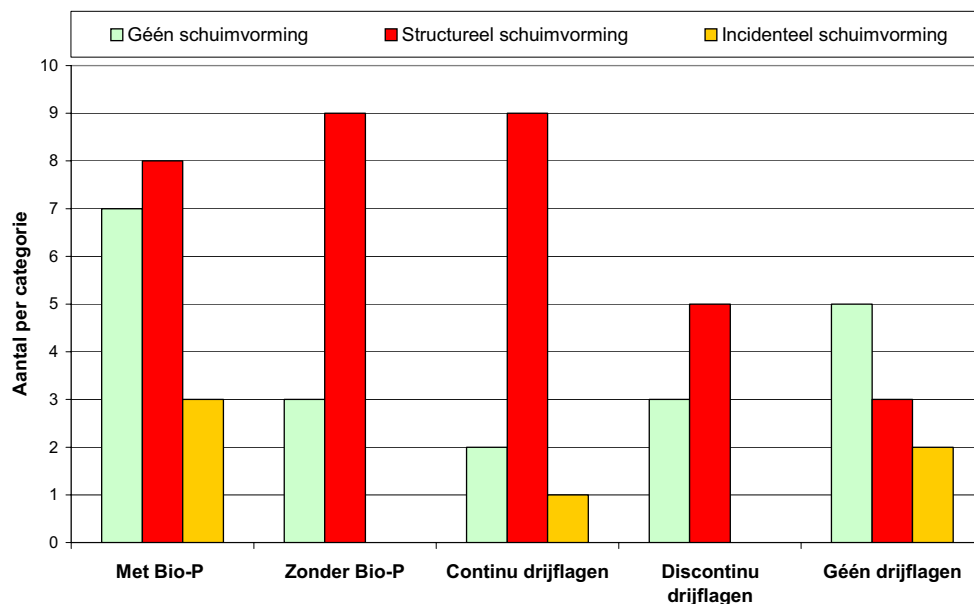
Er zijn enkele rwzi's waar aluminiumzouten in de beluchtingstank worden toegepast mede voor de bestrijding van drijfslagen. Dat betreft onder andere rwzi Terwolde waar geen drijfslagen zijn maar waar wel in voor- en najaar schuimvorming plaatsvindt. De gunstige condities voor vorming van drijfslagen zijn hier mogelijk ook verantwoordelijk voor schuimvorming in de slibgisting.

TABEL 3.1. FREQUENTIE VAN ACHT KENMERKENDE PROCESFACTOREN IN DRIE CATEGORIEËN GEBASEERD OP DE MATE VAN SCHUIMVORMING VOOR DERTIG RWZI'S MET EEN SLIBGISTING

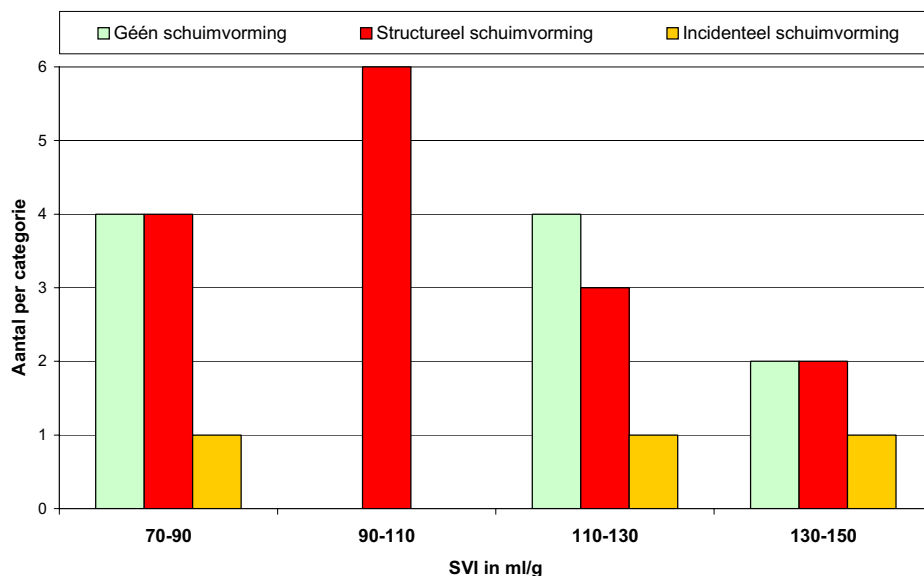
Factor	Frequentie van de betreffende factor in drie categorieën ingedeeld naar de mate van schuimvorming ¹⁾						
	Schuimvorming géén probleem (10 rwzi's)		Schuimvorming structureel probleem (17 rwzi's)		Schuimvorming incidenteel probleem (3 rwzi's)		
	Aantal	Aandeel %	Aantal	Aandeel %	Aantal	Aandeel %	
Bio-P		7	70	8	47	3	100
SVI (ml/g)	70-90	4	40	4	27	1	33
	90-110	-	-	6	40	-	-
	110-130	4	40	3	20	1	33
	130-150	2	20	2	13	1	33
Drijfslagen actief-slib	continu	2	20	9	53	1	33
	discontinu	3	30	5	29	-	-
	géén	5	50	3	18	2	67
Hardheid (°D) ²⁾	< 4	-	-	-	-	1	50
	4-8	4	44	5	33	-	-
	8-12	5	56	9	60	1	50
	> 12	-	-	1	7	-	-
Hydraulische verblijftijd vergisting (d)	< 20	-	-	6	35	1	33
	20-25	4	40	3	18	2	67
	25-30	1	10	3	18	-	-
	>30	5	50	5	29	-	-
Slibgehalte in de vergisters (%)	≤ 2,5	1	11	1	7	1	25
	2,5-3	1	11	6	40	2	50
	3-3,5	4	45	4	27	-	-
	≥ 3,5	3	33	4	27	1	25
Aandeel spuislib (%)	< 25	2	20	2	13	-	-
	25-50	3	30	4	27	2	67
	50-75	3	30	8	53	1	33
	> 75	2	20	1	7	-	-
Gas-belasting (m ³ /m ² .h)	< 0,2	4	45	4	24	-	-
	0,2-0,4	3	33	7	40	3	100
	0,4-0,6	2	22	2	12	-	-
	> 0,6	-	-	4	24	-	-

1. Door het ontbreken van gegevens of door afwijkende omstandigheden kan voor sommige factoren het totaal aantal lager zijn dan het totaal aantal van rwzi's binnen één van de drie categorieën.
2. De hardheid in °D heeft betrekking op het leidingwater in de regio van rwzi; < 4 zeer zacht; 4-8 zacht water; 8-12 gemiddeld en > 12 vrij hard tot hard water.

FIGUUR 3.5. VERGELIJKING VAN DE FREQUENTIE VAN HET AANTAL SLIBGISTINGEN GEVOED MET BIO-P SLIB EN SLIB MET DRIJFLAGEN IN DE BELUCHTINGSTANK IN DRIE CATEGORIEËN INGEDEELD NAAR DE MATE VAN SCHUIMVORMING (GEBASEERD OP DE INVENTARISATIE VAN DERTIG RWZI'S MET SLIBGISTING)



FIGUUR 3.6. FREQUENTIE VAN DE SVI-KLASSE VAN HET VERWERKTE SPUISLIB IN DRIE CATEGORIEËN INGEDEELD NAAR DE MATE VAN SCHUIMVORMING (GEBASEERD OP DE INVENTARISATIE VAN DERTIG RWZI'S MET SLIBGISTING)



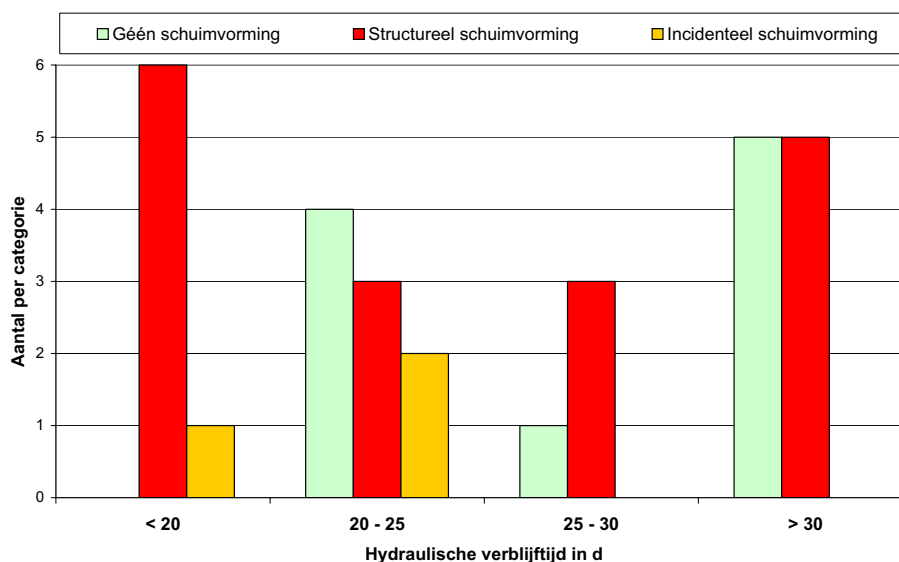
- *De hardheid van het leidingwater in de regio van de rwzi.* De factor hardheid vertoont een vergelijkbare spreiding in de drie categorieën van schuimvorming (Tabel 3.1). Dat wijst erop dat de factor hardheid van het leidingwater geen directe invloed heeft op schuimvorming in de slibgisting. De veronderstelling was dat met zachter water minder calciumzouten in de slibgisting terecht zouden komen en waardoor de schuimgevoeligheid groter zou worden. Het is echter ook mogelijk dat hard water resulteert in de vorming onopgeloste zeepresten (scum) wat uiteindelijk het ontstaan van drijfslagen stimuleert. Daardoor zou schuimvorming in de slibgisting door hard water kunnen worden bevorderd. Hiermee wordt duidelijk dat sommige factoren ook tegenstrijdige effecten kunnen geven.

- *Afwijkende kwaliteit van het influent.* Het is relevant om bij de beoordeling van de mogelijke oorzaken van schuimvorming vast te stellen of het influent een afwijkende samenstelling heeft en dus niet representatief is voor gemiddeld afvalwater. Daarbij gaat het vooral om bijzondere (industriële) lozingen. Op basis van de verkregen resultaten kunnen drie rwzi's worden genoemd waarvoor het zinvol zou kunnen zijn een mogelijke rol van de industriële lozingen na te gaan; rwzi Enschede, rwzi Harderwijk en rwzi Scheemda (Tabel B.1.1 uit Bijlage 1). In het influent van rwzi Scheemda is met een zekere regelmaat een aanzienlijke hoeveelheid grafiet aanwezig wat ook schuimvorming oplevert in het de beluchtingsysteem. Voor rwzi Raalte is in 2005 vastgesteld dat een verhoogde bijdrage van vetrijk primair slib in combinatie met enkele andere factoren in verband kon worden gebracht met schuimvorming in de slibgisting (Mulder, 2005). Voor het merendeel van de rwzi's met slibgisting met schuimvorming lijkt de factor influent samenstelling echter géén invloed te hebben.

2 Karakteristieke operationele factoren van de vergistinginstallatie

- *De hydraulische verblijftijd in slibgisting.* In de geïnventariseerde slibgistingen wordt structurele schuimvorming waargenomen in het gehele bereik van de hydraulische verblijftijd van < 20 d tot > 30 d (Tabel 3.1 en Figuur 3.7). Maar het aandeel van slibgistingen met een verblijftijd < 20 d is voor deze categorie met 35 % het grootst. De verdeling over de overige klassen van hydraulische verblijftijd is redelijk vergelijkbaar met die van de categorie slibgistingen zonder schuimvorming.

FIGUUR 3.7. VERGELIJKING VAN DE FREQUENTIE HET AANTAL SLIBGISTINGEN MET EEN BEPAALDE HYDRAULISCHE VERBLIJFTIJD IN DRIE CATEGORIEËN INGEDEELD NAAR DE MATE VAN SCHUIMVORMING (GEBASEERD OP DE INVENTARISATIE VAN DERTIG RWZI'S MET SLIBGISTING)

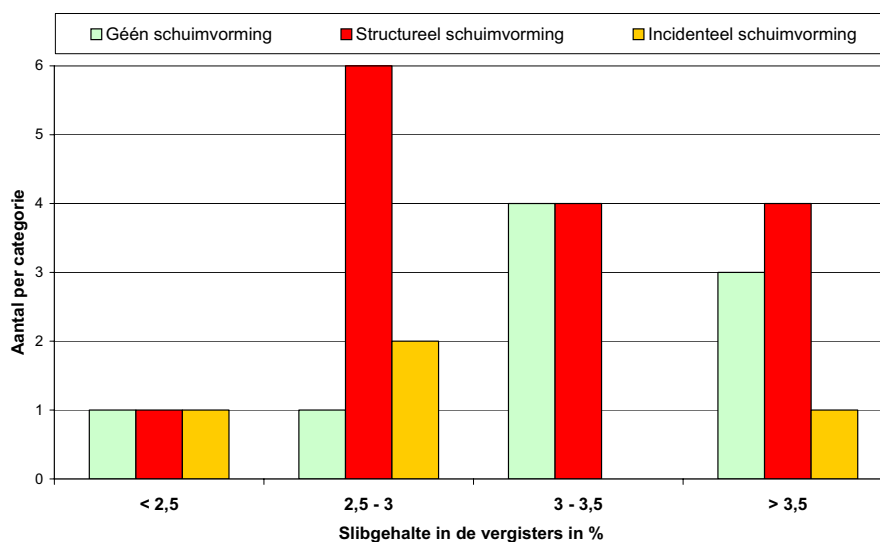


Dat betekent dat de factor hydraulische verblijftijd niet de enige verklarende factor is voor schuimvorming want bij een langere hydraulische verblijftijd is er ook schuimvorming. Echter het valt op dat binnen de totale populatie van 30 geïnventariseerde rwzi's alle slibgistingen met een hydraulische verblijftijd < 20 d last hebben van structurele schuimvorming. Het is mogelijk dat voor deze zes slibgistingen met een hydraulische verblijftijd < 20 d schuimvorming zich manifesteert door een combinatie van factoren waarbij de verblijftijd wel een doorslaggevende invloed heeft. Daarbij kan worden ver-

wezen naar de ervaringen bij de slibgisting van rwzi Raalte waar schuimvorming in de slibgisting optrad door een combinatie van factoren, waaronder een hydraulische verblijftijd van 15-16 d (Mulder, 2005 en Van Veldhuizen, 2006). In de situatie van rwzi Raalte bleek dat de schuimvorming ontstond in de slibgisting en niet reeds aanwezig was in het aangevoerde primair slib en spuislib (Van Veldhuizen, 2006). Dat betekent dat de schuimvormende condities tijdens de anaërobe vergisting ontstaan. Daarbij kunnen worden genoemd zacht slibwater en de aanwezigheid van hogere vetzuren. Voor een volledige omzetting van deze hogere vetzuren is een hydraulische verblijftijd vereist > 20 – 23 d (Mulder, 2003). Voor de slibgistingen met een hydraulische verblijftijd < 20 d lijkt het dus aannemelijk dat de factor verblijftijd in combinatie met andere factoren, een rol speelt bij de schuimvorming (zie ook paragraaf 3.2.3).

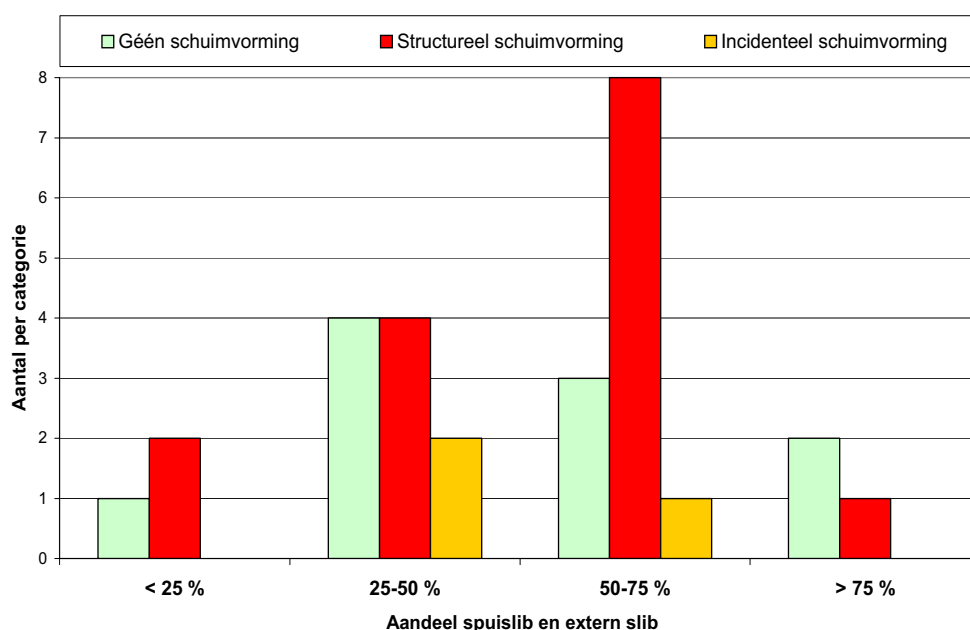
- *Het slibgehalte in de slibgisting.* Het slibgehalte in de slibgistingen van de dertig geïnventariseerde rwzi's ligt in het bereik van 1,5 tot 4,3 % drogestof en de verdeling over de vier drogestofklassen vertoont een vergelijkbare spreiding voor de drie categorieën van schuimvorming (Tabel 3.1 en Figuur 3.8). De factor slibgehalte in de slibgisting lijkt daarmee géén duidelijk verband te hebben met schuimvorming.

FIGUUR 3.8. VERGELIJKING VAN DE FREQUENTIE HET AANTAL SLIBGISTINGEN MET EEN BEPAALD SLIBGEHALTE IN DRIE CATEGORIEËN INGEDEELD NAAR DE MATE VAN SCHUIMVORMING (GEBASEERD OP DE INVENTARISATIE VAN DERTIG RWZI'S MET SLIBGISTING)



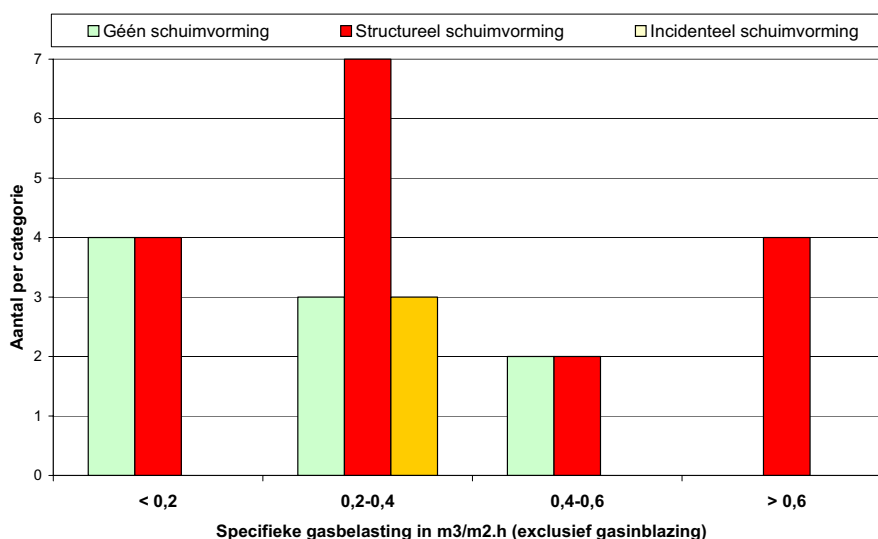
- *Het aandeel van spuislib en extern slib in de totaal verwerkte hoeveelheid slib.* Schuimvorming in de slibgisting doet zich voor bij de verwerking van spuislib en extern slib met een aandeel van 0 tot 78 % (Tabel B.1.5 in Bijlage 1). De verdeling over de vier klassen van bijdrage spuislib en extern slib vertoont een redelijk vergelijkbare spreiding voor de drie categorieën van schuimvorming, hoewel binnen de groep van gistingen met structurele schuimvorming de klasse met een spuislib aandeel van 50-75 % domineert. (Tabel 3.1 en Figuur 3.9). De mogelijke invloed van het aandeel van spuislib in het slib dat wordt vergist wordt hiermee niet volledig duidelijk. Dat komt ook omdat er onvoldoende inzicht is in de kwaliteit en invloed van het externe slib.

FIGUUR 3.9. FREQUENTIE VAN DE SPUISLIB-KLASSE IN DRIE CATEGORIEËN INGEDEELD NAAR DE MATE VAN SCHUIMVORMING (GEBASEERD OP DE INVENTARISATIE VAN DERTIG RWZI'S)



- De specifieke gasbelasting van het scheidingsvlak slib-biogas.* De specifieke gasbelasting is berekend door de biogasproductie te betrekken op het oppervlak van het grensvlak slib-biogas. Hierbij moet worden opgemerkt dat bij de berekening van deze gasbelasting de bijdrage van de gasinblazing niet is meegerekend. De gasbelasting in de slibgistingen van de dertig geïnventariseerde rwzi's loopt uiteen van 0,1 tot 7 m³/m².h (Tabel B.1.5 in Bijlage 1). In de categorie rwzi's met structurele schuimvorming is de verdeling over de vier klassen van gasbelasting redelijk gelijkmatig (Tabel 3.1 en Figuur 3.10). In de referentiecategorie van rwzi's zonder schuimvorming zijn er echter géén slibgistingen met een gasbelasting > 0,6 m³/m².h terwijl 24 % van de rwzi's met structurele schuimvorming tot deze klasse behoort (Figuur 3.10). De factor gasbelasting in de slibgisting lijkt daarmee enig verband te hebben met schuimvorming. In drie van de vier betreffende rwzi's wordt de hoge gasbelasting mede veroorzaakt door de specifieke vormgeving van de gistingstank met een relatief klein oppervlak slib-biogas (rwzi Harderwijk, rwzi Hengelo en rwzi Meppel). Daarnaast gaat een hoge gasbelasting vaak ook samen met een korte hydraulische verblijftijd. Dat betekent dat in sommige situaties deze beide factoren onlosmakelijk samengegaan zodat het een combinatie van factoren betreft. Hierbij kan rwzi Houtrust als voorbeeld worden genoemd (zie Tabel 3.2).
- Temperatuur van de slibgisting.* De gegevens van de temperatuur in de geïnventariseerde slibgistingen zijn vermeld in Tabel B.1.5. in Bijlage 1. In de drie afzonderlijke categorieën die zijn ingedeeld naar de mate van schuimvorming is de berekende gemiddelde temperatuur van de slibgistingen van 34 °C volledig gelijk. Voor mesofiele slibgisting wordt in de literatuur een temperatuurbereik aangegeven van 34 – 38 °C (WPCF, 1987 en Gerardi, 2003). De gemiddelden van de geïnventariseerde temperatuurwaarden liggen in het onderste bereik van dit temperatuurtraject. Volgens de literatuur zou schuimvorming kunnen worden veroorzaakt door temperatuurveranderingen > 2 °C/d (WPCF, 1987 en Gerardi, 2003). De geïnventariseerde resultaten geven echter geen inzicht in de dagelijkse temperatuurschommelingen. Maar het is echter heel waarschijnlijk dat onder omstandigheden waar dergelijke temperatuurschommelingen schuimvorming veroorzaken andere factoren ook een rol spelen waaronder mate van menging en omzettingcapaciteit.

FIGUUR 3.10. FREQUENTIE VAN GASBELASTING-KLASSE IN DRIE CATEGORIEËN INGEDEELD NAAR DE MATE VAN HET PROBLEEM VAN SCHUIMVORMING (GEBASEERD OP DE INVENTARISATIE VAN DERTIG RWZI'S MET EEN SLIBGISTING)



- *Mate van menging.* De mate van menging in de slibgisting wordt bepaald door diverse factoren: 1) gas recirculatie; 2) biogasproductie; 3) tankconfiguratie met plaats van invoer en overloop en 4) externe slibrecirculatie. In de inventarisatie zijn onvoldoende gegevens beschikbaar gekomen om per slibgisting de mate van menging goed te kunnen berekenen en beoordelen. De globale indruk is dat voor de meeste slibgistingen de mate van menging voldoende is maar het is een factor die als daar aanleiding voor is in principe per gistingstank moet worden geverifieerd. Bij schuimvorming zal vaak de gasinblazing worden verlaagd en dat kan later voor de menging nadelige effecten hebben.
- *Aanwezigheid van zandlagen.* De aanwezigheid van zandlagen kan een nadelige invloed hebben op de mate van menging en de hydraulische verblijftijd. Uit inventarisatie komen drie rwzi's naar voren waar de aanwezigheid van zandlagen het functioneren ongunstig zou kunnen beïnvloeden; rwzi Emmen, rwzi Enschede en rwzi Steenwijk.

3 Factoren die samenhangen met het ontwerp en constructie van de gistingstank

- *Afvoer van drijfslagen in de slibgisting.* Van de dertig geïnventariseerde rwzi's is bij 15 rwzi's een voorziening aanwezig in de slibgisting om drijfslagen af te kunnen voeren (Tabel B.1.5. in Bijlage 1). In de categorie rwzi's zonder schuimvorming is het aandeel van slibgistingen waar de afvoer van drijfslagen mogelijk is met 70 % groter dan in de categorie rwzi's met slibgistingen met structurele schuimvorming waar dit aandeel 41 % bedraagt. De regelmaat waarmee de drijfslagen feitelijk worden afgevoerd is echter niet bekend zodat op basis van deze gegevens geen duidelijke conclusies kunnen worden getrokken over de invloed op schuimvorming. Er blijken verder aanzienlijke verschillen tussen de constructies van de sliboverloop in de diverse slibgistingen. In sommige gistingen bevindt de opening van de slibafvoer zich onder het slibniveau waardoor afvoer van drijfslagen volledig onmogelijk is. Daarnaast zijn er veel voorbeelden waar de bovenste sliblaag via een waterslot met een U-vormige constructie wordt afgelaten en een aanwezige drijfslagen in principe kunnen worden meegesleurd. Het belang van een goed functionerende constructie van de slibafvoer blijkt uit de ervaring die is opgedaan in de slibgisting van rwzi Hengelo waar schuimvorming in slibgisting beter beheersbaar werd na

aanpassing van de sliboverlaat. Voor een ongestoorde procesvoering is het daarom van belang om nader aandacht te besteden aan de diverse constructies van de sliboverloop.

- *Methode van menging.* Van de dertig geïnventariseerde rwzi's met een slibgisting wordt op vier locaties mechanische menging toegepast; rwzi Burgum-Sumar, rwzi Leeuwarden, rwzi Elburg en rwzi Harderwijk. In twee van deze vier slibgistingen is schuimvorming een probleem, rwzi Elburg en rwzi Harderwijk. Op basis van deze resultaten van de inventarisatie van dertig rwzi's kan worden geconcludeerd dat het is niet erg aannemelijk is dat menging door gasinblazing een verklarende factor is voor schuimvorming. In de literatuur is daarentegen een praktijkervaring beschreven waarin wordt geconcludeerd dat slibgistingen met menging door gasinblazing gevoeliger zouden zijn voor schuimvorming (Pagilla et al. 1997). Uit de processchema's in dit artikel blijkt echter dat er tussen de beschreven voorbeelden essentiële verschillen zijn in de plaats waar het slib wordt ingebracht. Bij de mechanische menging wordt het slib halverwege de reactor ingevoerd en bij de gasinblazing bovenin. Het is mogelijk dat de plaats van de slib invoer een veel grotere invloed heeft dan de methode van menging. Er wordt vaak gerefereerd aan dit voorbeeld maar de basis van de conclusie wat betreft de schuimgevoeligheid van de methode van menging kan worden betwijfeld.
- *Oppervlak grensvlak slib-biogas.* Deze factor wordt indirect beoordeeld bij de specifieke gasbelasting van het oppervlak slib-biogas.

Uit het bovenstaande kan worden geconcludeerd dat van de vijftien beoordeelde factoren alleen de aanwezigheid van drijfslagen in het actiefslib systeem een duidelijk verband vertoont met structurele schuimvorming in de slibgisting. Twee andere factoren die enige invloed lijken te hebben op schuimvorming in de slibgisting zijn een korte hydraulische verblijftijd (waarden < 20 d) en een hoge gasbelasting. Het effect van deze beide factoren wordt waarschijnlijk mede bepaald door andere factoren (zie paragraaf 3.2.3). Voor de factor constructie van de sliboverlaat wordt verondersteld dat deze factor een rol speelt maar er zijn onvoldoende gegevens voor een eenduidige conclusie. De overige factoren waaronder Bio-P, SVI, hardheid van het influent, de slibconcentratie in de slibgisting, het aandeel spuislib en de methode en mate van menging lijken op zichzelf bekeken géén directe invloed te hebben op de schuimvorming.

3.2.3 BEOORDELING VAN DE INVLOED VAN COMBINATIES VAN FACTOREN OP SCHUIMVORMING

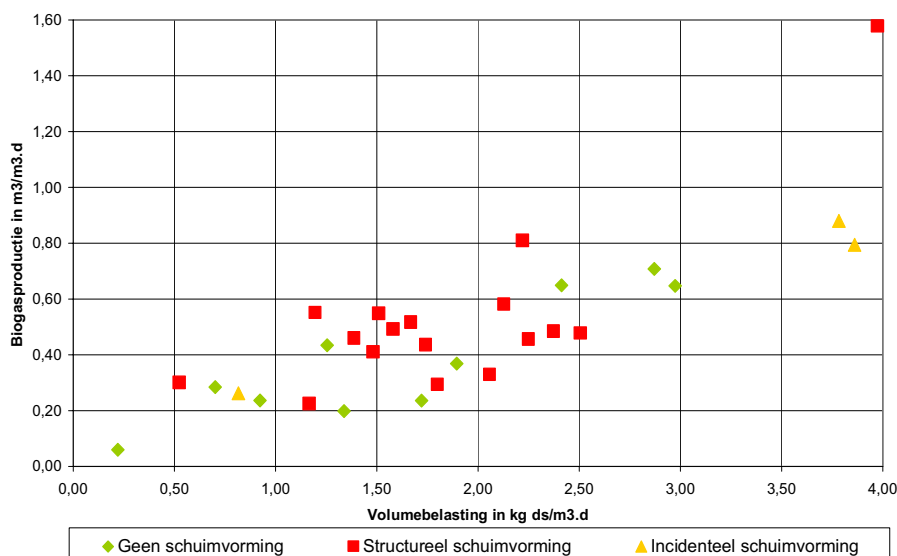
Schuimvorming is een complex proces en is het mogelijk dat dit probleem wordt veroorzaakt door een synergetisch effect van een combinatie van factoren. Om hierin meer inzicht te krijgen zijn zes van de afzonderlijke factoren die in paragraaf 3.2.2 zijn besproken per rwzi in één overzicht opgenomen (Tabel 3.2). Verder is nagegaan of er een verband bestaat tussen de volumebelasting en de specifieke biogasproductie in de slibgistingen van de dertig geïnventariseerde rwzi's (Figuur 3.11). Deze onderlinge vergelijking laat zien dat schuimvorming zich voordoet over het gehele bereik van volumebelastingen en dat er géén verschillen zijn met de referentiecategorie van slibgisting zonder schuimvorming. Dat betekent dat de volumebelasting in combinatie met de specifieke biogasproductie geen rol lijkt te spelen bij de schuimvorming.

TABEL 3.2 SAMENVATTING VAN ZES AFZONDERLIJKE FACTOREN PER RWZI

Rwzi's naar categorie schuimvorming	Beoordeelde factor					
	Bio-P	Drijfslagen	SVI-klasse ¹⁾	Spuislib-klasse ²⁾	Gasbelasting-klasse ³⁾	Hvt-klasse ⁷⁾
Géén schuimvorming						
Apeldoorn	+	± ⁴⁾	1	2	2	2
Beilen	±	+ ⁵⁾	4	1 ⁵⁾		2
Burgum-Sumar	+	-	3	4	2	4
Drachten	+	-	1	2	1	2
Franeker	nvt	-	nvt	1	1	4
Goor	+	±	1	3	1	4
Leeuwarden	+	+	4	4	3	4
Tilburg	-	-	3	3	3	2
Veendam	+	-	1	3	2	3
Waalwijk	-	+	3	2	1	4
Structureel schuimvorming						
Bath	-	+	3	3	2	1
Dokhaven	-	±		1	3	4
Dongemond	-	+	1	4	2	1
Emmen	-	+	2		1	3
Enschede	+	±	3	3	3	4
Harderwijk	+	(+) ⁶⁾	2	3 ⁶⁾	4	1
Hengelo	+	-	3	4	4	3
Houtrust	-	±	3	2	4	1
Maastricht-Limmel	-	+	2		2	1
Meppel	+	+	4	1	4	4
Nieuwegein	-	±	3	3	1	3
Raalte	+	±	4	2	2	2
Scheemda	+	+	1	2	2	3
Steenwijk	+	+	2	3	1	1
Terwolde	-	-	2	2	2	3
Utrecht	-	-		3	2	4
Walcheren	+	+	2	3	1	3
Incidenteel schuimvorming						
Elburg	+	-	3	2	2	2
Oldenzaal	+	-	4	2	2	1
Willem Annapolder	+	+	1	3	2	2

- 1 Indeling SVI-klassen: 1 = 70-90; 2 = 90-110; 3 = 110-130 en 4 = 130-150 (Zie Tabel 3.1).
- 2 Indeling spuislib-klassen: 1 = aandeel spuislib < 25 %; 2 = aandeel spuislib 25-50 %; 3 = aandeel spuislib 50-75 % en 4 = aandeel spuislib > 75 % (Zie Tabel 3.1).
- 3 Indeling gasbelasting-klassen: 1 = < 0,2 m³/m².h; 2 = 0,2-0,4 m³/m².h; 3 = 0,4-0,6 m³/m².h en 4 = > 0,6 m³/m².h (Zie Tabel 3.1).
- 4 Met ± wordt bedoeld dat het probleem van drijfslagen niet continu aanwezig is.
- 5 Het spuislib van rwzi Beilen wordt niet vergist.
- 6 In de slibgisting van rwzi Harderwijk worden primairslib en spuislib apart vergist. De drijfslagen worden echter vergist met het primairslib. De schuimvorming manifesteert zich vooral bij de vergisting van het primairslib.
- 7 Hydraulische verblijftijd klassen: 1 = < 20d; 2 = 20-25 d; 3 = 25-30 d. en 4 = > 30d.

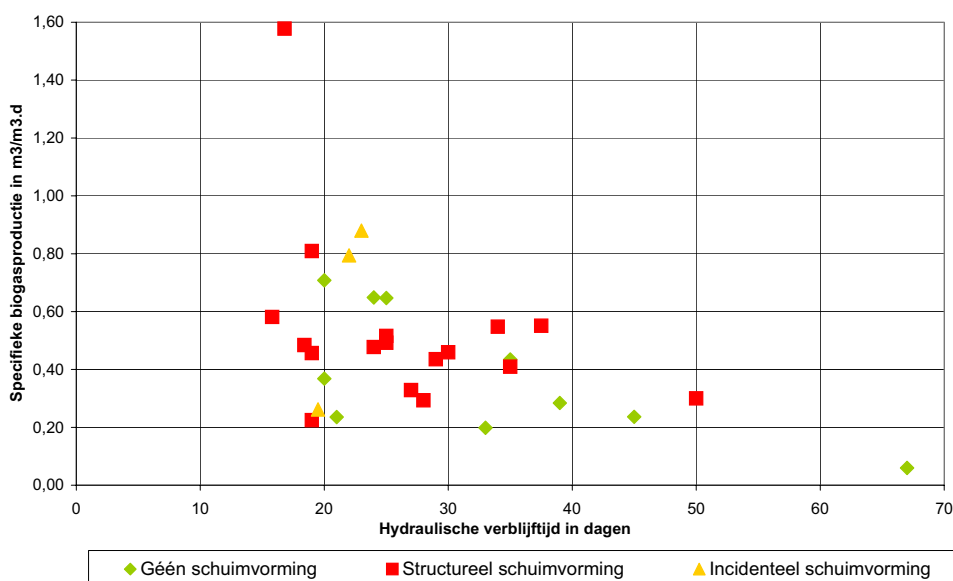
FIGUUR 3.11. SPECIFIEKE BIOGASPRODUCTIE (IN $M^3_{\text{BIOGAS}}/M^3_{\text{GISTINGSTANK}\cdot D}$) ALS FUNCTIE VAN DE VOLUMEBELASTING VOOR DRIE CATEGORIEËN RWZI'S INGEDEELD NAAR DE MATE VAN SCHUIMVORMING IN DE SLIBGISTING



Invloed van de combinatie van de factoren hydraulische verblijftijd en biogasproductie

In Figuur 3.12 is voor de rwzi's van de drie categorieën, ingedeeld naar de mate van schuimvorming, het verband onderzocht tussen de specifieke biogasproductie en de hydraulische verblijftijd. Deze vergelijking laat zien dat schuimvorming zich voordoet in het gehele bereik van de hydraulische verblijftijd. Wederom blijkt hier echter de oververtegenwoordiging van de zes slibgistingen met een hydraulische verblijftijd < 20 dagen (zie ook Figuur 3.7). Niet uitgesloten kan worden dat voor deze zes rwzi's de schuimvorming in de slibgisting wordt veroorzaakt door de relatief korte hydraulische verblijftijd in combinatie met andere factoren. Een korte hydraulische verblijftijd heeft invloed op het omzettingsrendement en mogelijk werkt dat door op bepaalde factoren die een rol spelen bij de schuimvorming. Bij een korte hydraulische verblijftijd wordt afhankelijk van de slibconcentratie meer slib toegevoerd waardoor de specifieke biogasproductie in principe hoger zal zijn bij een korte verblijftijd. Hieronder zal de factor hydraulische verblijftijd ook nog worden beoordeeld in combinatie met andere factoren.

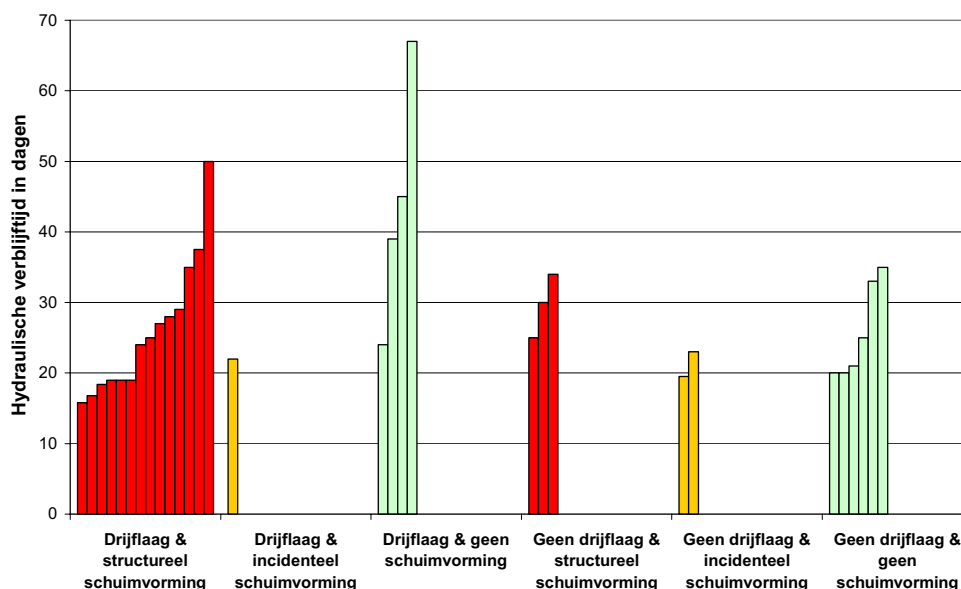
FIGUUR 3.12. SPECIFIEKE BIOGASPRODUCTIE (IN $M^3_{\text{BIOGAS}}/M^3_{\text{GISTINGSTANK}\cdot D}$) ALS FUNCTIE VAN DE HYDRAULISCHE VERBLIJFTIJD VOOR DRIE CATEGORIEËN RWZI'S INGEDEELD NAAR DE MATE VAN SCHUIMVORMING IN DE SLIBGISTING



Invloed van de combinatie van de factoren drijfslagen en hydraulische verblijftijd

Een vergelijking van de hydraulische verblijftijd (gerangschikt naar oplopende waarde) in de slibgistingen van de rwzi's binnen de drie categorieën van schuimvorming uitgesplitst naar de aanwezigheid van drijfslagen laat zien dat de eerder besproken groep van zes installaties met structurele schuimvorming en een hydraulische verblijftijd < 20 dagen ook gekenmerkt wordt door de aanwezigheid van drijfslagen in het actiefslib (Figuur 3.13). Het valt verder op in de categorie rwzi's met slibgisting zonder schuimvorming maar met drijfslagen de hydraulische verblijftijd relatief lang is en bovendien langer dan voor de groep géén schuimvorming en géén drijfslagen (Figuur 3.13). Dat wijst erop dat een korte hydraulische verblijftijd in de slibgisting in combinatie met spuislib van actiefslib-installaties met drijfslagen eerder leidt tot schuimvorming. Een combinatie van de factoren drijfslagen en een korte hydraulische verblijftijd heeft dus mogelijk een synergetisch effect bij schuimvorming. Maar het is relevant om te constateren dat er in de groep drijfslagen met structurele schuimvorming (Figuur 3.13) ook voorbeelden zijn van combinaties van drijfslagen met een langere hydraulische verblijftijd (> 30 dagen).

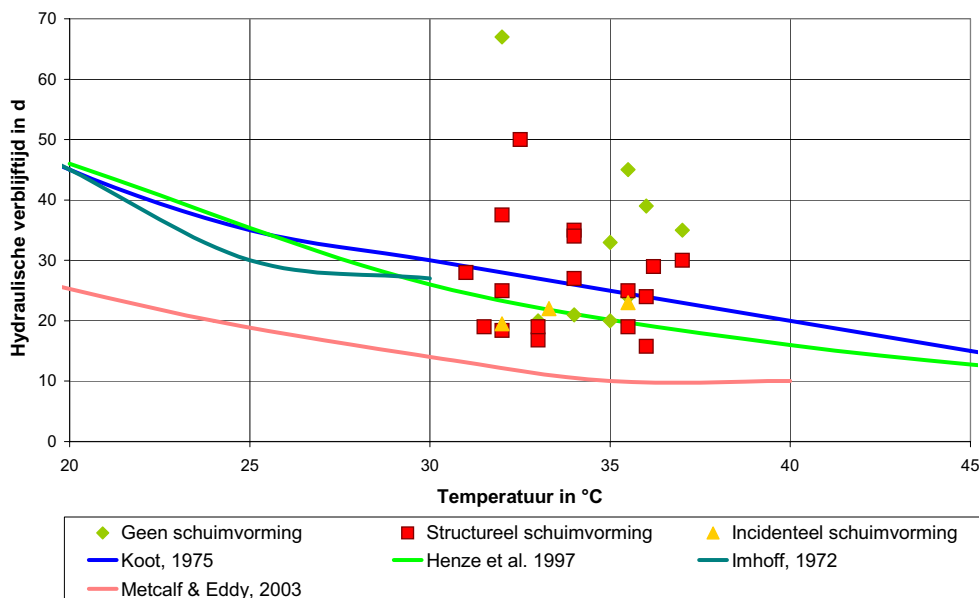
FIGUUR 3.13. VERGELIJKING VAN DE HYDRAULISCHE VERBLIJFTIJD (GERANGSCHIKT NAAR OPLOPENDE WAARDE) IN DE SLIBGISTINGEN VAN DE RWZI'S BINNEN DE AANGEGEVEN CATEGORIEËN

*Invloed van de combinatie van de factoren hydraulische verblijftijd en temperatuur*

De invloed van de combinatie van de factoren hydraulische verblijftijd en temperatuur is onderzocht door voor de slibgistingen van de geïnventariseerde rwzi's het verband na te gaan tussen de hydraulische verblijftijd en de temperatuur (Figuur 3.14). Daarbij is tevens de relatie tussen deze beide ontwerpparameters weergegeven uit verschillende literatuurbronnen (Imhoff, 1972, Henze et al. 1997, Koot, 1975 en Metcalf & Eddy, 2003). De gegevens uit de literatuur vertonen aanzienlijke verschillen die voor een deel kunnen worden verklaard. De gegevens van Metcalf & Eddy zijn volledig gebaseerd op de omzetting van opgeloste substraten en beneden de aangegeven lijn zullen methanogene bacteriën uitspoelen zodat het proces volledig wordt verstoord. Bij de slibvergisting wordt de snelheid van het proces bepaald door de hydrolyse van complex materiaal en verdient het aanbeveling de ontwerpgegevens van Koot en Henze aan te houden. De verkregen resultaten laten zien dat voor een aantal slibgistingen de condities van de combinatie temperatuur en hydraulische verblijftijd niet optimaal zijn. Het betreft de volgende rwzi's; Bath, Dongemond, Houtrust, Maastricht-Limmel,

Steenwijk en Oldenzaal. Voor deze rwzi's verdient het aanbeveling om de temperatuur in de slibgisting te verhogen. Hoewel de factor temperatuur als afzonderlijke factor niet duidelijk in verband kon worden gebracht met schuimvorming (paragraaf 3.2.2) lijkt er in combinatie met de hydraulische verblijftijd indirect wel een verband aanwezig.

FIGUUR 3.14. HYDRAULISCHE VERBLIJFTIJD ALS FUNCTIE VAN DE TEMPERatuur VOOR DE SLIBGISTINGEN VAN DE GEÏNVENTARISEERDE RWZI'S EN OP BASIS LITERATUUR GEGEVENS



Invloed van de combinatie van de factoren Bio-P en drijfslagen

In de categorie rwzi's van slibgistingen met structurele schuimvorming is de combinatie van de factoren Bio-P en drijfslagen aanwezig met een frequentie van zes op veertien (= 43 %; Tabel 3.2). Het betreft de rwzi's Enschede, Harderwijk, Meppel, Scheemda, Steenwijk en Walcheren. De situatie van rwzi Leeuwarden is hiermee echter niet in overeenstemming want de hoewel de combinatie van Bio-P en drijfslagen aanwezig is doet schuimvorming zich niet voor. Kenmerkend voor deze combinatie van factoren zou kunnen zijn dat het slib dat wordt verwerkt reeds een schuimpotentie bezit zoals is vastgesteld voor het spuislib van rwzi Meppel (Mulder, 2006).

Verder kan worden vastgesteld dat er enkele rwzi's zijn die door een afwijkende procesvoering buiten een indeling zullen vallen waaronder; Houtrust, Dokhaven (A-B), Utrecht (A-B) en Elburg (gescheiden vergisting primair slib en spuislib).

4

EVALUATIE VAN OMVANG EN KENMERKENDE FACTOREN BIJ SCHUIMVORMING

4.1 ANALYSE VAN DE MOGELIJKE OORZAKEN VAN SCHUIMVORMING IN DE SLIBGISTING

Ontwikkelingen

De verkregen resultaten laten zien dat schuimvorming een structureel probleem vormt voor ongeveer 25 % van alle slibgistingen op rwzi's in Nederland. Het feit dat in 67 % van de rwzi's schuimvorming niet als probleem wordt onderkend betekent niet dat al het slib dat wordt vergist niet schuimgevoelig zou zijn. Het is mogelijk dat er een kritische drempelwaarde is waarboven schuimvorming zich pas ten volle manifesteert. Een aanwijzing hiervoor is de geleidelijke toename van het aantal gistingstanks met een structureel schuimprobleem met 1-2 per jaar vanaf 2001 die werd vastgesteld op basis van de gegevens van de uitgebreide inventarisatie van dertig rwzi's (Figuur 3.4). Daarom is het van belang om bij het onderzoeken van de oorzaken van de schuimvorming de ontwikkelingen te betrekken die de afgelopen jaren rondom de slibgisting hebben plaatsgevonden:

- Toename van de belasting door de centralisatie van de slibverwerking. Dit komt ook tot uiting in de geleidelijke daling van het aantal slibgistingen.
- Toename van het aandeel (extern) spuislib en covergisting.
- Hogere slibgehalten door indikken spuislib.
- Toename van aandeel Bio-P slib.
- Toename van lager belaste actiefslibsystemen in verband met verdergaande stikstofverwijdering.

Schuimvorming kan in principe in verband worden gebracht met 10-20 factoren die soms ook tegenstrijdig lijken (Barber, 2005 en Gerardi, 2003). Om inzicht te krijgen in de relevante aspecten is in de voorliggende studie een selectie gemaakt van 15 factoren die in verband zijn gebracht met de schuimvorming in de slibgisting (hoofdstuk 3.2). Hieronder worden de verkregen resultaten geëvalueerd en zijn enkele hypothesen opgesteld. Op basis daarvan worden aanbevelingen gegeven om het probleem van schuimvorming verder in kaart te brengen door gericht aanvullend onderzoek.

Evaluatie van de gegevens van de inventarisatie van dertig rwzi's

In hoofdstuk 3.2 zijn in totaal 15 factoren afzonderlijk beoordeeld voor een mogelijk oorzakelijk verband met schuimvorming. Deze factoren hebben te maken met:

- De kwaliteit van het verwerkte slib;
- De procesvoering van de vergistingsinstallatie;
- Ontwerp en constructie van de gistingstank.

De kwaliteit van het verwerkte slib is beoordeeld op basis de volgende factoren; 1) aanwezigheid van Bio-P slib; 2) SVI van het spuislib; 3) aanwezigheid drijfslagen; 4) hardheid leidingwater en 5) samenstelling van het influent. Van deze factoren blijkt alleen de factor drijfslagen een duidelijk verband te vertonen met de structurele schuimvorming.

De procesvoering is beoordeeld aan de hand van; 1) hydraulische verblijftijd; 2) slibgehalte in de slibgisting; 3) aandeel spuislib; 4) gasbelasting sliboppervlak; 5) temperatuur slibgisting; 6) mate van menging; 7) aanwezigheid zandlagen; en 8) volumebelasting slibgisting. Géén van deze factoren kon éénduidig in verband worden gebracht met schuimvorming. Wel is vastgesteld dat in alle slibgistingen met een hydraulische verblijftijd < 20 dagen schuimvorming een probleem vormt (Tabel 3.1). Daarnaast blijkt ook het aantal slibgistingen met een hoger aandeel spuislib groter te zijn. Dit resultaat is in overeenstemming met de bovengenoemde ontwikkeling van een centralisatie van de slibverwerking.

De mate van menging kon op basis van de beschikbare informatie niet volledig worden beoordeeld. Een onvolledige menging zou kunnen leiden tot een plaatselijke verlaging van de hydraulische verblijftijd en temperatuurgradiënten en dat zou vervolgens schuimvorming kunnen stimuleren. Deze factor moet per installatie worden beoordeeld maar het lijkt echter niet waarschijnlijk dat dit een hoofdfactor is.

Ontwerp en constructie van de gistingstank is beoordeeld door de factoren; 1) methode van menging; 2) oppervlak grensvlak slib-biogas en 3) constructie sliboverloop en mogelijkheid afvoer drijfslagen uit de slibgisting. Uit de resultaten van de inventarisatie zijn geen aanwijzingen naar voren gekomen dat de methode van menging een oorzakelijke rol speelt bij de schuimvorming. Wat betreft de regelmaat waarmee de drijfslagen feitelijk worden afgevoerd uit de slibgisting zijn er onvoldoende gegevens waardoor geen duidelijke conclusies kunnen worden getrokken over de rol van deze factor bij schuimvorming.

Combinaties van factoren

In paragraaf 3.2.2 is vastgesteld dat er twee combinaties van factoren zijn die mogelijk een synergetisch effect hebben bij het veroorzaken van schuimvorming; 1) de combinatie van de factoren drijfslagen en hydraulische verblijftijd en 2) de combinatie van de factoren drijfslagen en Bio-P.

Daarnaast hebben de verkregen resultaten laten zien dat voor een aantal slibgistingen de procescondities van de combinatie temperatuur en hydraulische verblijftijd niet optimaal zijn vergeleken met de ontwerpparameters uit de literatuur.

Uit het bovenstaande blijkt duidelijk dat in het merendeel van de gevallen met schuimvorming in de slibgisting de aanwezigheid van drijfslagen in het verwerkte actiefslib een rol speelt. De vorming van drijfslagen in actiefslib wordt toegeschreven aan flotatie (Eikelboom, 1999). Dat maakt aannemelijk dat het mechanisme van schuimvorming in de slibgisting wellicht ook is gebaseerd op flotatie. Dat betekent dat voor het verkrijgen van het gewenste inzicht in de oorzaken van schuimvorming in de slibgisting ook factoren te betrekken die een rol spelen bij flotatie, waaronder beldiameter, afmetingen van deeltjes en aanwezigheid van oppervlakreactieve stoffen (Matis, 1995). Er zijn verschillende kenmerken van spuislib met drijfslagen die in verband kunnen worden gebracht met flotatie en schuimvorming; een hydrofobe celwandstructuur, oppervlakreactieve stoffen, zoals biosurfactants en hydrofobe exo-polymeren (Jenkins et al. 2003, Mino et al. 1998, Urbain et al. 1993 en Mulder, 2006).

Als drijfslagen inderdaad de hoofdoorzaak zijn in het veroorzaken van schuimvorming in de slibgisting is het wenselijk meer inzicht te hebben in de bijkomende procesfactoren die hier-

bij een rol spelen. De bijkomende factoren die in inventarisatie naar voren zijn gekomen betreffen; de hydraulische verblijftijd en de Bio-P.

Er kunnen verschillende hypothesen worden opgesteld.

- *Combinatie van de factoren drijfslagen, Bio-P en hydraulische verblijftijd < 20 dagen.* Een onvolledige vastlegging van fosfaat kan resulteren in een verlaging van het calciumgehalte (zacht water) waardoor bij aanwezigheid van een verhoogde concentratie hogere vetzuren schuimvorming plaatsvindt. Bij een korte hydraulische verblijftijd worden hogere vetzuren mogelijk onvolledig omgezet.
- *Combinatie van de factoren drijfslagen en biosurfactants.* Hierbij speelt de verblijftijd géén rol en zijn het vooral de schuimvormende eigenschappen van spuislib en het flotatiegevoelige slib die het probleem veroorzaken.
- *Combinatie van de factoren drijfslagen, hydraulische verblijftijd < 20 dagen en hard water.* Een relatief korte hydraulische verblijftijd kan leiden tot een onvolledige omzetting van hogere vetzuren. Bij aanwezigheid van relatief hoge calcium concentraties kunnen deze hogere vetzuren neerslaan en flotatie veroorzaken.

De hierboven opgestelde werkhypothesen moeten nader worden uitgewerkt en geverifieerd vanwege het ontbreken van de nodige specifieke gegevens. Daarnaast is het mogelijk dat de situatie complexer wordt door een combinatie met andere locatiespecifieke omstandigheden.

Indien kan worden aangetoond waardoor de schuimvorming wordt veroorzaakt dan kunnen op basis daarvan maatregelen worden opgesteld voor preventie, waaronder bijvoorbeeld een verhoging van de temperatuur naar 38-40 °C, verhoging van de hydraulische verblijftijd en dosering van ijzer voor binding van fosfaat.

4.2 PLAN VAN AANPAK VOOR VERIFICATIE VAN DE HYPOTHESEN VOOR SCHUIMVORMING

Inzicht, beheersing en preventie

Gezien de omvang en gevolgen van het probleem van schuimvorming in gistingstanks is er behoefte aan meer inzicht, beheersing en preventie van het probleem. Hieronder is puntsgewijs aangegeven wat hiervoor nodig is:

- De opgestelde hypothesen moeten verder worden uitgewerkt en getoetst. In hoeverre is het mogelijk om onderscheid te maken tussen de combinaties van oorzaken van schuimvorming.
- Meer inzicht in de rol van drijfslagen op schuimvorming. Is het bijvoorbeeld in praktijk mogelijk om slibsoorten met een grote schuimpotentie te identificeren door middel van een schuimtest (zie Figuur 4.1).
- Opstellen van een protocol schuimvorming op basis van een drietal representatieve cases.
- Nader onderzoek naar enkele specifieke procescondities van de slibgisting:
 - *Temperatuur.* De temperatuur van de geïnventariseerde slibgistingen is 34 °C gemiddeld. Gezien de relatief korte hydraulische verblijftijd < 20 d in een zestal slibgistingen kan de vraag worden gesteld in hoeverre een verhoging van de temperatuur naar gemiddeld 39 °C zou resulteren in een verbetering van de procesprestaties. In een experiment met covergisting van slib en vet werd met succes de temperatuur verhoogd naar 36-38 °C (Mulder, 2003). Het lijkt relevant na te gaan welke temperatuur biologisch haalbaar is. Volgens Zehnder, (1978) is het mesofiele temperatuur

bereik 33-45 °C. Een gemiddelde van 39 °C betekent een temperatuurverhoging van 5 °C ten opzichte van de gemiddelde huidige waarde. In theorie zou dat reeds leiden tot een aanzienlijke verhoging van de verwerkingscapaciteit. Dit zou vooral in gistingstanks met een hydraulische verblijftijd < 20 d kunnen leiden tot verbetering van de omzetting van de hogere vetzuren en daarmee de schuimpotentie kunnen verlagen. In de praktijk is er mogelijk een warmtetekort en voor hogere temperaturen zou extra verwarming nodig zou kunnen zijn. Het lijkt relevant om de warmtebalans van de slibgisting nader te onderzoeken. Daarbij moet ook aandacht worden besteed aan de beschikbare capaciteit van de warmtewisselaars. Door de toegenomen hydraulische belasting van de slibgisting is er meer verwarmingscapaciteit nodig en de beschikbare capaciteit kan onvoldoende zijn. Een mogelijkheid zou zijn om de warmte van uitgegist slib te benutten voor voorverwarming van het aangevoerde koude (externe) spuislib. Een bijkomend voordeel van temperatuurverlaging van het uitgegist slib is de vermindering van methaanemissie door nagisting. Er is daarnaast behoefte aan meer inzicht in mogelijk nadelige gevolgen van de invoer van geconcentreerde koude slibstromen. De veronderstelde nadelige gevolgen van de aanwezigheid van "koude klonten" zou door voorverwarming voorkomen kunnen worden.

- Meer aandacht en inzicht voor de afvoerconstructie van het slib vooral gericht op de afvoer van drijfslagen.
- Optimalisatie van de methode van schuimdetectie en dosering van anti-schuim.

FIGUUR 4.1. BEPALING VAN DE SCHUIMPOTENTIE DOOR TOEVOEGING VAN INGEDIKT SPUISLIB VAN RWZI MEPEL AAN SLIB UIT DE SLIBGISTING (MULDER, 2006)



Aanvullend literatuuronderzoek schuimvorming en een beknopte inventarisatie van de ervaringen in het buitenland. Belangrijke andere aspecten zijn meer inzicht in de vorming van drijfslagen, de kenmerken van drijfslagen (waaronder hydrofobe eigenschappen, mogelijkheden ontgassing) en de mogelijkheden van preventie van de vorming van drijfslagen. Daarnaast zou aandacht kunnen worden besteed aan mogelijkheden voor toepassing van thermofiele vergisting (50-52 °C). In de literatuur wordt gesuggereerd dat door thermofiele vergisting schuimvorming kan worden voorkomen (Dohányos et al. 2004). Mede gezien de ontwikkeling van centralisatie van de slibverwerking komt de verwerkingscapaciteit van de slibgisting onder druk te staan. Door toepassing van thermofiele vergisting zou de verwerkingscapaciteit aanzienlijk kunnen worden vergroot. Als in nabije toekomst slibgisting wordt toegepast bij hogere slibgehalten zou thermofiele vergisting als bijkomend voordeel hebben een verlaging van de viscositeit bij hogere temperatuur.

5

CONCLUSIES, HYPOTHESES EN AANBEVELINGEN

5.1 CONCLUSIES EN HYPOTHESES

- Medio 2006 bedroeg het landelijk totaal aantal slibgistingen op rwzi's 92. In 67 % van deze slibgistingen vormt schuimvorming géén probleem. In 25 % van de slibgistingen vormt schuimvorming een structureel probleem en in 8 % van de slibgistingen is schuimvorming een incidenteel probleem.
- Van de 30 rwzi's die in uitgevoerde studie uitgebreid zijn geïnventariseerd behoren 17 installaties tot de categorie van slibgistingen waar schuimvorming een structureel probleem vormt. Het landelijk totaal aantal slibgistingen met een structureel schuimprobleem omvat 23 rwzi's. Dat betekent dat in de uitgebreide inventarisatie 74 % van alle slibgistingen met een structurele schuimvorming is betrokken. Daarmee is voor de categorie slibgistingen met structurele schuimvorming een redelijk betrouwbaar aantal voorbeelden beschikbaar voor het achterhalen van mogelijke kenmerkende factoren.
- Het aantal slibgistingen met een structureel probleem van schuimvorming is in de periode 1990 tot 2006 geleidelijk gestegen van 4 naar 17. Na 2001 nam het aantal toe met 1-2 per jaar. Gezien deze toename is het van belang na te gaan welke factoren hierbij een rol spelen.
- Rondom de slibgisting hebben de afgelopen jaren verschillende ontwikkelingen plaatsgevonden waaronder; 1) toename van de belasting door centralisatie van de slibgisting; 2) toename van het aandeel spuislib; 3) hogere slibgehalten door indikken spuislib; 4) toename van het aandeel Bio-P slib en 5) toename lager belaste actiefslibsystemen voor verdergaande stikstofverwijdering.
- Op basis van een uitgebreide inventarisatie van 30 rwzi's is voor 15 afzonderlijke factoren de mogelijke invloed op structurele schuimvorming in de slibvergisting onderzocht. Daarbij is gebleken dat alleen de factor aanwezigheid van drijfslagen in het actiefslibstelsel duidelijk meer bijdraagt aan de frequentie waarmee schuimvorming zich voordoet in vergelijking met de referentie installaties. Alle andere beoordeelde factoren zoals verwerking van Bio-P slib, SVI, hydraulische verblijftijd, volumebelasting, gasbelasting, hardheid van het influent en de slibconcentratie in de vergister, vertonen afzonderlijk bekeken een minder direct verband met de schuimvorming. Het valt op dat binnen de totale populatie van 30 geïnventariseerde rwzi's alle slibgistingen met een hydraulische verblijftijd < 20 d last hebben van structurele schuimvorming. Vergelijkbaar is de situatie voor de vier slibgistingen met een specifieke gasbelasting > 0,6 m³/m².h die alle vier last hebben van structurele schuimvorming.

- Er zijn twee combinaties van factoren geïdentificeerd waar beide afzonderlijke factoren mogelijk een synergetisch effect hebben bij schuimvorming. Het betreft een combinatie van de factoren drijfslagen en hydraulische verblijftijd en de combinatie van de factoren drijfslagen en Bio-P.
- Binnen de totale populatie van 30 geïnventariseerde rwzi's is voor zes slibgistingen vastgesteld dat de procescondities voor de combinatie temperatuur en hydraulische verblijftijd niet optimaal zijn in vergelijking met kengetallen uit de literatuur.
- Van de dertig geïnventariseerde rwzi's met een slibgisting wordt op vier locaties mechanische menging toegepast en in 26 gistingstanks wordt gebruik gemaakt van gasinblazing. In de 17 gistingstanks met structurele schuimvorming wordt 16 keer gebruik gemaakt van menging door gasrecirculatie en 1 keer van mechanische menging. Op basis van deze resultaten kan worden geconcludeerd dat het is niet erg aannemelijk is dat menging door gasinblazing een verklarende factor is voor schuimvorming.
- In enkele gistingstanks is het technologisch functioneren mogelijk niet optimaal door aanwezigheid van zandlagen waardoor de biogasrecirculatie en menging nadelig kunnen worden beïnvloed.

5.2 AANBEVELINGEN

- Het verdient aanbeveling om de opgestelde hypothesen van schuimvorming door drie verschillende combinaties van factoren nader uit te werken en te onderzoeken op basis van enkele slibgistingen met structurele schuimvorming.
- Het wordt aanbevolen nader onderzoek te doen naar een aantal specifieke procescondities in de slibgisting. Daarbij gaat het om:
 - Optimale en maximale temperatuur bereik voor mesofiele vergisting. Daarnaast opstellen van een warmtebalans en nagaan van de mogelijkheden voor verbetering van warmteterugwinning;
 - Optimalisatie van de slib afvoerconstructie gericht op afvoer drijfslagen;
 - Optimalisatie van de schuimdetectie en dosering van antischuim;
 - Verkenning van de toepassingsmogelijkheden van thermofiele slibgisting.
- Het verdient aanbeveling om een protocol te ontwikkelen voor een praktische aanpak gericht op inzicht, beheersing en preventie van structurele schuimvorming in slibgistingen.
- Het wordt aanbevolen een praktijkgericht literatuur onderzoek naar schuimvorming in de slibgisting uit te voeren. Dit onderzoek moet ook gericht zijn op het verzamelen van ervaring en informatie omtrent inzicht, beheersing en preventie van de vorming van drijfslagen in actiefslib systemen.
- Het verdient aanbeveling om voor de zes slibgistingen waarvan is vastgesteld dat de procescondities voor de combinatie temperatuur en hydraulische verblijftijd niet optimaal zijn, de mogelijkheden te onderzoeken de procestemperatuur te verhogen.

6

REFERENTIES

- Barber, W. (2005). Anaerobic digester foaming: causes and solutions. *Water* 21, February, 45-49.
- Dohányos, M., Záborská, J., Kutil, J. and Janíček, P. (2004). Improvement of anaerobic digestion of sludge. *Wat. Sci. Tech.* 49, (10), 89-96.
- Eikelboom, D.H. (1999). Procesbewaking door microsopisch slibonderzoek. TNO-MEP-R 99/057.
- Gerardi, M.H. (2003). *The microbiology of anaerobic digesters*. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey, USA.
- Henze, M., Harremoës, P., la Cour Jansen, J. and Arvin, E. (1997). *Wastewater treatment. Biological and chemical processes*. Second Edition, Springer Verlag, Berlin.
- Imhoff, K. und Imhoff, K.R. (1972). *Taschenbuch der Stadtentwässerung*. R. Oldenbourg Verlag, München, Wien.
- Jenkins, D., Richard, M.G. and Daigger, G.T. (2003). *Manual on the causes and control of activated sludge bulking, foaming and other solids separation problems*. 3rd edition, IWA-publishing, London.
- Koot, A.C.J. (1975). *Behandeling van afvalwater*. Waltman, Delft.
- Matis, K.A. (1995). *Flotation science and engineering*. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Metcalf & Eddy. (2003). *Wastewater engineering, treatment and reuse*. Fourth Edition, McGraw-Hill, Boston.
- Mino, T., Van Loosdrecht, M.C.M. and Heijnen, J.J. (1998). Microbiology and biochemistry of the enhanced biological phosphate removal process. *Wat. Res.* 32, (11), 3193-3207.
- Moen, G. (2003). Anaerobic digestion foaming: causes and solutions. *WE&T*, 70-73.
- Mulder, A. (2003). Covergisting van zuiveringsslib en vet op rwzi Amerstfoort. Resultaten van een negenmaands praktijkproef. Rapport Amecon AM-R-11.
- Mulder, A. (2005). Verkenning en bestrijding van de oorzaken van de schuimvorming in de gistingstanks van de rwzi's Raalte en Deventer. Rapport Amecon AM-R-18.
- Mulder, A. (2006). Onderzoek naar de oorzaken van schuimvorming bij de vergisting van primairslib en spuislib op rwzi Meppel. Rapport Amecon AM-R-21.
- Pagilla, K.R., Craney, K.C. and Kido, W.H. (1997). Causes and effects of foaming in anaerobic sludge digesters. *Wat. Sci. Tech.* 36, (6-7), 463-470.
- Urbain, V., Block, J.C. and Manem, J. (1993). Bioflocculation in activated sludge: an analytic approach. *Wat. Res.* 27, (5), 829-838.
- van Niekerk, A., Kawahigashi, J., Reichlin, D., Malea, A. and Jenkins, D. (1987). Foaming in anaerobic digesters- a survey and laboratory investigation. *Journal WPCF*, 59, 249-253.
- van Veldhuizen, H.M. (2006). *Schuimvorming in gistingstanks*. Neerslag, 3, 50-54.
- Wanner, J. (1994). *Activated sludge bulking and foaming control*. Technomic Publishing Co. Inc. Lancaster, Basel.
- WPCF. (1987). *Anaerobic sludge digestion. Manual of practice No. 16*. 2nd edition. Task force on anaerobic sludge digestion, Cook, E.J. Chairman. Water Pollution Control Federation, Alexandria, VA.
- Zehnder, A.J.B. (1978). Ecology of methane formation. In: *Water pollution microbiology*. Volume 2, R. Mitchell, Ed. John Wiley & Sons, New York.

BIJLAGE 1

RESULTATEN UITGEBREIDE INVENTARISATIE SCHUIMVORMING SLIBGISTING

Tabel B.1.1. Gegevens influent en actiefslibstelsysteem

RWZI	Influent gegevens			Actiefslibstelsysteem			
	Huishd. %	Pers- leiding %	Typerende industrie	CZV totaal mg/l	Hardheid °D	Capaciteit i.e.136gtzv	Belasting %
<i>Géén schuim</i>							
Apeldoorn		0		463	5,5	350.000	83
Beilen	45	7	zuivel	1.100	11,3	123.000	73
Burgum-Sumar	95	20		395		73.000	55
Drachten	95	10	-	415	8,6	75.000	103
Franeker	60	100	zuivel	515	6,8	60.000	94
Goor	75	18	textiel, kippenslachterij	637	8,7	45.000	50
Leeuwarden	70	10	zuivel	550	6,8	250.000	77
Tilburg		27	voeding	588	11	375.000	104
Veendam	88	100	kleine industrie	970	10	93.600	137
Waalwijk	75	100	divers	400	7,1	86.000	67
<i>Structureel schuim</i>							
Bath	65	100	petrochemie, voedingsmiddelen	464	8,5-10,5	536.000	90
Dokhaven	70	100	divers	360	8,8	620.000	75
Dongemond	85	100		430	11,8	160.600	80
Emmen	>95	77	geen	546	8,3	233.000	79
Enschede	75	33	schoonmaakmiddelen, effluent awz brouwerij, bandenfabrikant	639	8,4	275.000	67
Harderwijk	75	20	vetverwerking	790	5,5°D Ca 36 mg/L Mg 2,5 mg/l	230.000	124
Hengelo	70	25	AKZO en vuilstort	629	11	297.000	61-65
Houtrust	93	100		518	8,7	1.700.000	77
Maastricht-Limmel	>80	35	-	630	9,6 – 22,5	163.000	65
Meppel	80	50	zuivel	690	5 – 8	121.760	70
Nieuwegein	90	100	?	530	10,5	159.000	85
Raalte	70	70	voedingsmiddelen, wasserij	786	8,7	81.270	97
Scheemda	80	100	grafiet, inkt, lijmen; bzh. pH 8- 8,5 zwart door grafiet	515		78.342	89
Steenwijk	90	70	geen	495	7,75	52.400	95
Terwolde	85	100	?	461	6,2	40.000	97
Utrecht	90	5	??	440	6,4	530.000	75
Walcheren	70	100	chemisch	511		200.000	103
<i>Incidenteel schuim</i>							
Elburg		0	zuivel, groetendroging	680	3,8	160.000	81
Oldenzaal	80	30	-	760	8,8	?	100
Willem Annapolder	70	100	voedingsmiddelen	542		99.200	150

Tabel B.1.1. Vervolg

RWZI	Type AT	infl. via vbt %	Vet verwijdering en verwerking	Type Beluchting	Slib leeftijd d	Slibbelasting	
						kg BZV /kgds.d	kg CZV/ kgds.d
<i>Géén schuim</i>							
Apeldoorn	voordenitrificatie	100	Ja naar eigen vergister	bellen	32	0,028	0,08
Beilen	vbt-oxb->Carrousel	100	drijf. vbt. vergister	punt	16	nb	nb
Burgum-Sumar	propstroom	0	Ja naar vergister	punt	25	0,03	0,07
Drachten	propstroom	100	Ja vergister (eigen)	bellen	25	0,04	0,17
Franeker	oxydatiebed	100	Ja naar vergister	nvt	nvt	nvt	nvt
Goor	propstroom	100	Ja naar rwzi Hengelo	bellen	53	0,027	
Leeuwarden	propstroom	0	Ja vergister	punt	25	0,04	0,09
Tilburg	voordenitrificatie + propstr.	100	Ja naar vergister	bellen	22	0,06	0,16
Veendam	omloop Carrousel	100	ja-> verw.nne	punt	29	0,024	
Waalwijk	voordenitrificatie	100	Ja naar vergister	bellen	26	0,07	0,16
<i>Structureel schuimvorming</i>							
Bath	propstroom	100	drijf. vbt.	bellen	16	0,06	
Dokhaven	AB-systeem	100-> Atr tbez	via dl afv naar vergister	A:bel B:punt	A:0,2 B:7	A:2,7 B:0,11	A:7,5 B:0,4
Dongemond	propstroom	100	nvt	bellen	21	0,05	
Emmen	voordenitrificatie + 2 propstr. Beluchtingstanks	100	drijf. vbt. vergister (eigen)	80% bellen keramische buizen; 20% punt	40	0,04	0,12
Enschede	propstroom	73	ja, niet automatisch naar vergister (eigen)	bellen	27	0,034	
Harderwijk	omloop Carrousel	100	2keer/jaar naar vergister	punt	20	0,059	0,14
Hengelo	propstroom	67	Ja maar niet vergist	bellen	40-50	0,022	
Houtrust	UNOX 85%O2 +p	100	Ja naar elders	punt	2,2	0,44	1,15
Maastricht-Limmel	voordenitrificatie + 2 propstr. Beluchtingstank met recirculatie niet beluchte zones	100	neen	bellen	20	0,059	0,138
Meppel	Carrousel met voorgeschakelde anaërobe contacttank	50	via dl afv vbt naar rwzi steenwijk	punt	21	0,04	0,1
Nieuwegein	carrousel	100	Ja naar vergister (eigen)	punt	18	0,045	0,14
Raalte	propstroom	100	nee, incidenteel (4*/jr) naar elders	bellen	25	0,06	
Scheemda	MUCT; omloop (rond en rechthoekig) 3 beluchtingen	100	geen vet naar vergister	bellen (platen)	22	0,062	
Steenwijk	propstroom BCFS	40	ja 4*/j vbt naar vergister	bellen	29	0,04	0,12
Terwolde	Schreiber	100	via dl afv naar prs vergister	bellen	30	0,037	0,097
Utrecht	AB-proces beluchting + voordenitrificatie	0	Ja naar vergister	punt	A:0,6 B:15	A:1,8 B:0,065	A:4,8 B:0,17
Walcheren	Phoredox (ana-ano-aero) als ringvormig omloopsysteem	100	Ja naar vergister (eigen)	plaatbeluchting fijne bellen	14	0,05	0,144
<i>Incidenteel schuimvorming</i>							
Elburg	Carrousel	100 DWA 67 RWA	drijf. vbt. naar prs vergister	punt	24	0,045	0,121
Oldenzaal	voordenitrificatie + propstr. Beluchtingstank	50	Ja naar vergister (eigen)	bellen	38	0,035	0,097
Willem Annapolder	voordenitrificatie + propstr.	100	Ja naar vergister (eigen)	plaatbeluchting fijne bellen	15	0,16	0,38

Tabel B.1.2. Gegevens methode fosfaatverwijdering.

RWZI	Methode fosfaatverwijdering				
	Biologisch	Chemisch			Verhouding MEP mol/mol
		Volledig	Aanvullend	Type stof	
<i>Géén schuim</i>					
Apeldoorn	MUCT		ja	Al	0,1
Beilen	beperkt door vgs contactbak	geen	ijzerslib-> gisting		
Burgum-Sumar	ja		ja	Fe	0,2
Drachten	BCFS		ja maar relatief weinig	Fe	0,2
Franeker		vbt		Fe	1,7
Goor	Phoredox		ja	poly-aluminium chloride voor bestrijding DL aeratie tank	0,5-1
Leeuwarden	ja		ja	Fe	0,2
Tilburg	Nee	in retourslib verdeelwerk			
Veendam	ja	chem. in belucht.tank			
Waalwijk	geen	geen	geen		
<i>Structureel schuimvorming</i>					
Bath	nvt	ja in bel.tank		FeSO4	0,7
Dokhaven	nee	ja		Fast A-trap	
Dongemond	nvt	ja in bel.tank		FeSO4 en in winter Al-zouten	1,7
Emmen	vanaf 2007 Phoredox	nu ja		Refinal (natriumaluminaat) in denitrificatietank	0,7
Enschede	ja in hoofdstroom		ja	Fe	0,5
Harderwijk	Phoredox		ja	Al	0,3-0,4
Hengelo	Phoredox		ja	FeCl3 afl anaerobe tank	0,2
Houtrust	nee	ja		FeClSO4 40%(w/w)+ PE anion	0,89
Maastricht-Limmel		ja, in bel.tank		Fe-zouten	0,6
Meppel	ja Phoredox anvo carr		in ANVO	FeSO4	wisselend
Nieuwegein	neen	ja			VBT 0,8 (Fe) in beluchtingstank 0,25 (Al)
Raalte	BCFS	nvt			
Scheemda	MUCT		ja in beluchting		
Steenwijk	BCFS		ja	FeCl3 in spslind	
Terwolde	geen	geen		incid Al voor bestrijding draadvormers	
Utrecht	nee	ja		FeClSO4 A-trap PIX-110	0,5
Walcheren	Phoredox	nee		Fe-zouten voor stankbestrijding	zeer laag <0,5
<i>Incidenteel schuimvorming</i>					
Elburg	Phoredox		ja	Al	0,4
Oldenzaal	Phoredox		ja	Fe-zouten	1,5
Willem Annapolder	Phoredox	nee			

Tabel B.1.3. Gegevens SVI en draadvormers.

RWZI	SVI in ml/g		dominant type	Draadvormers	
	bereik	gemiddeld		mate	categorie index
<i>Géén schuim</i>					
Apeldoorn	70-110	85	geen		
Beilen	110-150	130	M. parvicella	gemiddeld	3 � 4
Burgum-Sumar	90-130	120	M. parvicella	minimaal	1 � 2
Drachten	70-100	88	M. parvicella	minimaal	1
Franeke	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
Goor	70-125	85	M. parvicella		2
Leeuwarden	120-160	140	M. parvicella	minimaal	1 � 2
Tilburg	81-145	112	geen	minimaal	1
Veendam		74	nee	nee	
Waalwijk	75-175	115	M. parvicella	max	4 � 5
<i>Structureel schuimvorming</i>					
Bath	95-145	120	M. parvicella		1 � 2
Dokhaven	A:30-110 B:95-160	A:70 B:120	A:thiotrix/type 21N en beggiatoa (vlokjes en losse cellen)		1
Dongemond	60-80	70	M. parvicella		1
Emmen	78-159	107	niet bepaald		nb
Enschede		111	M. parvicella		
Harderwijk	80-130	107	M. parvicella	gemidd-veel	3 � 4
Hengelo	90-130	110	0803/0914M. parvicella		2,5
Houtrust	80-140	113			
Maastricht-Limmel	75-190	100			
Meppel	130-140	135	M. parvicella	veel	3-4-05
Nieuwegein	80-250	125	M. parvicella	gemiddeld tot veel	1,5-3
Raalte	111-155	133		minimaal	
Scheemda	75-85	80	?		
Steenwijk	80-100	90	M. parvicella	minimaal	1 � 2
Terwolde	60-120	90			
Utrecht	A:50-160 B:120-180	A:80 B:150	41	2	2 � 3
Walcheren	80-140	97	M. parvicella soms S. Natans	gem, winter veel	
<i>Incidenteel schuimvorming</i>					
Elburg	80-150	110	geen		
Oldenzaal		153	M. parvicella		
Willem Annapolder	50-120	80	M. parvicella mn in DL		3

Tabel B.1.4. Gegevens drijfslagen.

RWZI	Aanwezigheid drijfslagen			Relatie SVI /DL ?	Verwerking DL	
	plaats		continu			periodiek
	bel./denitri	NBT				
<i>Géén schuim</i>						
Apeldoorn	neen	ja	periodiek		nee	afvoer met effl of naar vergister
Beilen	rglm vettig schuim	vet		periodiek	hoge SVI - > meer dfl	retour ontvangstput en afromen vbt, dan eigen gisting
Burgum-Sumar	geen	geen		geen	nvt	
Drachten	geen	sporadisch	sporadisch		ja	via DL-korf naar influent
Franeker		sporadisch			nvt	nvt
Goor	ja echter beheersbaar door PAX-dosering	niet (meer)			nee	
Leeuwarden	denitrificatie	sporadisch		's winters	iets/missch.	n. selector
Tilburg	neen	neen	niet			
Veendam	neen				nvt	nvt
Waalwijk	ja	ja		periodiek	ja	via slibafvoer
<i>Structureel schuimvorming</i>						
Bath	neen	ja	periodiek	winter/voorjaar bij avw temp ca 15°C	ja	naar eigen vergister
Dokhaven	beperkt	periodiek				vergisting
Dongemond	ja	ja	periodiek	najaar	ja DL bij verhoogde SVI	naar andere rwzi
Emmen	ja	ja	periodiek	start in febr-stop juni	SVI iets hoger 130 maar niet extreem	naar slibontwatering
Enschede	soms	soms	voor- & najaar	voor- & najaar	nee	naar eigen vergister
Harderwijk	ja	ja		periodiek	ja	vergist
Hengelo	nee/nauwelijks		nvt	nvt	nvt	
Houtrust	ontgassingsgoten		continu			afzet elders
Maastricht-Limmel	ja	ja	continu	continu	nee	nvt
Meppel	regelmatig	incident bij regen		winter meer	ja SVI in 05 150	afzet elders
Nieuwegein	soms wat schuim geen DL	geen DL	nvt	nvt	nvt	geen afvoervoorziening aanwezig op nbt
Raalte	Enigszins, ophoping in hoeken, bij RWA doorspoeling naar NBT				niet bekend	via terreinriolering naar aanvoerwerk, vermoedelijk via voorbezinking naar gisting
Scheemda	ja	ja		regelmatig	nee	afvoer via vetvang elders?
Steenwijk	permanent	incident bij regen	Aeratie- tank		Neen; met PAC minder	retour aanvoerwerk
Terwolde	neen	neen	neen		nvt	nvt
Utrecht	incidenteel	neen		periodiek	nee	nvt
Walcheren	ja	soms	nee	ja	ja	vergister
<i>Incidenteel schuimvorming</i>						
Elburg	neen	neen			nvt	nvt
Oldenzaal	nee	nee	nvt	nvt	nvt	
Willem Annapolder	ja	soms	periodiek	ja	ja	via terreinriool naar vbt

Tabel B.1.5. Gegevens slibgisting per rwzi.

RWZI	Totaal volume vergisters (m ³)	Volume belasting vergisters (kgds/m ³ .d)	Droge stof gehalte uitgestist slib (%)	Hydraulische vbt (d)	Gasbelasting slib-oppervlak (m ³ /m ² .h)	Aandeel spuislib en extern slib in slibaanvoer op basis ds (%)	Temp. (°C)	Gasproductie (m ³ /m ³ .d)	Afvoer drijfslaag
<i>Géén schuim</i>							(34) ³		
Apeldoorn	9.000	2,41	3,3	24	0,39	49	33-38	0,65	+
Beilen	1.900	1,89	nb	20		0	33-37	0,37	+
Burgum-Sumar	2.000	1,34	3,5	33 (1+2)	0,20	100	35	0,20	+
Drachten	1.800	1,72	3	21	0,11	36	33-35	0,24	+
Franeker	1.640	1,25	3,5	35	0,15	0	32-38	0,43	+
Goor	6.600	0,22	4,3	67	0,09	73	29-34	0,06	-
Leeuwarden	9.400	0,92	3,85	45 (1+2)	0,50	100	34-37	0,24	+
Tilburg	8.880	2,87	3,6	20	0,44	51	28-35	0,71	-
Veendam	1.600	2,97	3,5	25	0,27	54		0,65	-
Waalwijk	3.200	0,70	2	39	0,19	47	31-41	0,28	+
<i>Structureel schuimvorming</i>							(34) ³		
Bath	10.860	2,37	3,7	18,4	0,30	52	30-34	0,48	+
Dokhaven	17.400	1,20	3,4	35 - 40	0,53	23	31-33	0,55	-
Dongemond	4.030	2,13	2,7	15,8	0,38	68	34-38	0,58	+
Emmen	7.000	1,8	2,8	28	0,17		21-39	0,29	+
Enschede	11.010	1,48	3,48	35	0,59	59	33-35	0,41	-
Harderwijk	4.350	2,22		ps 18,6 ss 19	7,33	0 100 ²⁾	33-38	0,81	-
Hengelo	12.000	1,39	2,78	30	1,91	78	37	0,46	+
Houtrust	19.500	3,97	4,01	16,8	0,78	32	32-34	1,58	-
Maastricht-Limmel	4.800	2,25		19	0,28		30-33	0,46	-
Meppel	2.000	0,53	1,5	50	2,78	0	32-33	0,30	+
Nieuwegein	6.000	1,67	3,2	25	0,18	66	32	0,52	-
Raalte	1.520	2,51	2,9	24	0,25	37	35-36	0,48	-
Scheemda	2.950	2,06	3,7	27	0,20	47	34	0,33	-
Steenwijk	2.220	1,17	1,8	19 ¹⁾	0,13	53	33	0,23	-
Terwolde	1.300	1,58	2,9	25	0,29	28	33-38	0,49	+
Utrecht	20.000	1,51	2,7	34	0,23	51	34	0,55	+
Walcheren	7.654	1,74	3,5	29	0,17	61	32-38	0,44	-
<i>Incidenteel schuimvorming</i>							(34) ³		
Elburg	3.250	3,78	ps+afv 2 ss 5,9	ps 25 ss 21	0,24	28	33-38	0,88	+/- ⁵⁾
Oldenzaal	3.900	0,82	2,96	19,5	0,30	41	32	0,26	-
Willem Annapolder	1.600	3,86	3	22	0,34	60	32-35	0,79	-

1. Géén correctie voor aanwezigheid zand.
2. Gescheiden vergisting van primair slib en spuislib.
3. Gemiddelde temperatuur van slibgistingen per categorie van de mate van schuimvorming.
4. Afvoer drijfslaag is mogelijk = + en afvoer drijfslaag is niet mogelijk = -.
5. Vergisting primair slib = + en vergisting spuislib = -.

Tabel B.1.6. Gegevens structurele en incidentele schuimvorming per rwzi.

RWZI	Beschrijving schuimvorming				
	Ernst probleem	Beheersbaarheid	Frequentie probleem		Verandering
			Maanden / jaar	Sinds jaar	
Bath	incidenteel	matig	1x /3-4 mnd	ca 3 jaar	terugvoer DL
Dokhaven	continu	Preventief doseren as			
Dongemond	continu punt van aandacht	redelijk	1x /3 mnd feitelijk continu	ca 5 jaar	
Emmen	ja ernstig	redelijk	4 à 5 mnd	start chem P ww	meer surplus slib door chem P
Enschede	incidenteel ernstig	door drukdozen in vergisters beheersbaar	voor- & najaar	vanaf 1997	aanpassing rwzi naar ultralaagbelast
Harderwijk	was ernstig	ja	12	aug-04	renovatie gisting
Hengelo	geen sv	ja	1 mnd/jaar: 2 wk voorjaar en 2 wk najaar	speelt al jaren	
Houtrust	zonder preventief as. dosering schuim	ja	continu	1990 opstart	
Maastricht-Limmel	ja	matig		eind 2005	
Meppel	Ernstig door beperking spuislub verg	ja minder spuislub en a.s.	12 mnd/jr wekelijks	33 jaar	?
Nieuwegein	Redelijk ernstig en neemt de laatste jaren toe	wel beheersbaar met anti-schuim	4mnd/jr (1-2keer een aantal weken)	afgelopen 4-5 jaar	Bio-P, verg nutr. Verw. Meer extern sslib
Raalte	zeer ernstig	eerst niet, wel na dosering as. en een aantal wijzigingen in bedrijfsvoering	4 mnd/jr	sinds 2003	
Scheemda	redelijk, vanwege de kans op grote schade	door niveaubewaking en regelmatig ingrijpen wordt schade voorkomen	om de 2 mnd 1° week	sinds okt 2005	door inzicht met niveau-meting
Steenwijk	relatief ernstig	ja met antischuim	12	1997	introd BCFS in AT
Terwolde	gering	ja	enkele keer in de winter		
Utrecht	periodiek zeer ernstig	periodiek niet beheersbaar	2 à 3 (1à2 maand/jr)	laatste jaren	meer ext slib, verdergaande N&Pww
Walcheren	ja ernstig vanwege kans op slib in gascompressor en gasleiding	ja	4 mnd/jr	2 jaar	nieuwe rwzi
Incidentele schuimvorming					
Elburg	gering	ja	enkele keer in de winter	reeds jaren	?
Oldenzaal	géén schuim echter wel calamiteit door vertopte afvoer waardoor dak is ontzet na drukopbouw				
Willem Annapolder	geen probleem				

stowa

STICHTING
TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER

stowa@stowa.nl www.stowa.nl
TEL 030 232 11 99 FAX 030 232 17 66
Arthur van Schendelstraat 816
POSTBUS 8090 3503 RB UTRECHT

