

Chemische afzettingen op rwzi's
Literatuur- en praktijkonderzoek



99

15

Chemische afzettingen op rwzi's
Literatuur- en praktijkonderzoek

Arthur van Schendelstraat 816
Postbus 8090, 3503 RB Utrecht
Telefoon 030 232 11 99
Fax 030 232 17 66
E-mail stowa@stowa.nl

Publicaties en het publicatie-
overzicht van de STOWA kunt u
uitsluitend bestellen bij:
Hageman Verpakkers BV
Postbus 281
2700 AC Zoetermeer
tel. 079 - 347 00 11
fax 079 - 361 39 27
o.v.v. ISBN- of bestelnummer en
een duidelijk afleveradres.
ISBN 90.5773.062.6

99 15

INHOUD**BLAD**

Ten geleide	i
Samenvatting	ii
1 INLEIDING	2
2 AFZETTINGEN OP RWZI'S	3
2.1 Locatie van de afzettingen en hun samenstelling	3
2.2 Literatuur	5
2.3 Overige ervaringen	6
3 OORZAKEN VAN AFZETTINGEN	10
3.1 Inleiding	10
3.2 Afzettingen in de sliblijn	11
3.2.1 <i>Mechanismen</i>	11
3.2.2 <i>Praktijkonderzoek</i>	12
3.3 Afzettingen in en op beluchtingselementen	16
3.4 Afzettingen in doseerleidingen van chemicaliën	17
4 VOORKÓMEN VAN AFZETTINGEN	18
4.1 Inleiding	18
4.2 Ionenwisseling	18
4.3 Complexering	18
4.4 Zuurdosering	19
4.5 Loogdosering	19
4.6 Scale-inhibitie	20
4.7 Fysische behandeling	22
4.8 Verdunning van de processtroom	23
4.9 Gebruik van gladde oppervlakken	23
4.10 Luchtdicht maken van apparatuur/leidingwerk	24
4.11 Verlagen van de temperatuur	24
4.12 Kosten van de technieken	24
4.13 Evaluatie	24
5 FOSFAATDOSERING ALS PREVENTIEVE TECHNIEK	26
5.1 Inleiding	26
5.2 Onderzoeksopzet	26
5.3 Resultaten	27
5.4 Evaluatie	27
5.5 Kosten	27
5.6 Aandachtspunten voor de praktijk	28
6 SLOTBESCHOUWING	30
7 REFERENTIES	32

Bijlagen

1. Overzicht van rwzi's met chemische afzettingen
2. Analyses van de afzettingen
3. Overzicht van de meet- en analyseresultaten (praktijkonderzoek op tien rwzi's)

Ten geleide

Bij de bedrijfsvoering van een groot aantal rwzi's in Nederland worden op en in verschillende procesonderdelen van de waterlijn en de sliblijn problemen ondervonden door de vorming van harde afzettingen, die voor een groot deel uit calciumcarbonaat bestaan en kleuring door ijzeroxyden te zien geven. Een relatie met de dosering van ijzerzouten voor defosfatering springt daarbij in het oog.

Het voorliggende rapport gaat in op oorzaken en mechanismen van de verhoogde mate van afzettingen van kalk- en ijzerprecipitaten en oplossingsrichtingen, en beschrijft onderzoek in de praktijk voor het toetsen van hypothesen voor het ontstaan van deze afzettingen en voor het beoordelen van preventieve technieken op hun werking.

De oorzaken voor afzettingen in de chemicaliëlijn blijken doorgaans bekend en eenvoudig te voorkomen, terwijl afzettingen in de waterlijn relatief weinig voorkomen. De meeste problemen met afzettingen worden ondervonden in de sliblijn. Als preventieve techniek is hier het doseren van een scaling-inhibitor het meest aantrekkelijk. Op de rwzi Houtrust is het doseren in de sliblijn van een fosfaat-zout in een lage concentratie succesvol gebleken.

Het onderzoek werd door het bestuur van de STOWA opgedragen aan DHV Water b.v. (projectteam bestaande uit ir. R.J. van der Kuij en ir. R.W. de Boer). Het project werd namens de STOWA begeleid door een commissie bestaande uit ing. J.J. Jonk (voorzitter), mevr. ir. D.M.E. Anink MBA, drs.ing. M.P.A.M. Augustijn, ing. J.W. van Dijk, ir. P.J. Roeleveld, ir. P.C. Stamperius en mevr. ir. C.A. Uijterlinde.

Een groot aantal waterkwaliteitsbeheerders heeft voor dit project onmisbare gegevens verstrekt en medewerking verleend bij het verkrijgen van meetgegevens. Op de rwzi Houtrust werd door het hoogheemraadschap van Delfland gelegenheid geboden experimenten uit te voeren met apparatuur en chemicaliëndosering. De STOWA is haar deelnemers zeer erkentelijk voor deze hulp.

Utrecht, augustus 1999

De directeur van de STOWA

ir. J.M.J. Leenen

Samenvatting

Op een groot aantal rioolwaterzuiveringsinrichtingen (rwzi's) in Nederland worden problemen ondervonden met harde chemische afzettingen ('scaling' genoemd). Deze problemen manifesteren zich in de water-, chemicalie- en in de sliblijn. Uit onderzoek blijkt dat de problemen niet gerelateerd te zijn aan het type zuiveringssysteem of ontwateringsapparatuur. Analyses wijzen uit dat de afzettingen voornamelijk bestaan uit calcium, carbonaat, ijzer en fosfaat, waarbij calciet (CaCO_3) en vivianiet ($\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$) als kristallijne verbindingen zijn vastgesteld.

De op rwzi's toegepaste verwijderingsmethoden zijn het onder hoge druk verwijderen van de afzetting met water, het spoelen met chemicaliën (meestal een verdund zuur) of het gebruik van pijpenragers.

Het vermoeden dat er een relatie bestaat tussen het toepassen van chemische defosfatering en het optreden van afzettingen is bevestigd door de bevindingen van een uitgevoerd praktijkonderzoek op tien rwzi's. Bij de rwzi's die chemische defosfatering toepassen en problemen ondervinden met afzettingen in de sliblijn, is de opgeloste fosfaatconcentratie in de sliblijn zeer laag ($< 1 \text{ mg P/l}$). Aangezien fosfaat een inhibiterend effect heeft op de vorming van calciumcarbonaat, is de kans op het ontstaan van afzettingen toegenomen na de introductie van chemische defosfatering.

Er is een groot aantal technieken voorhanden om het ontstaan van afzettingen in zijn algemeenheid te voorkomen. Voor de specifieke toepassing op rwzi's zijn hiervan maar enkele interessant. De twee meest aantrekkelijke technieken, namelijk het doseren van een inhibitor en het toepassen van een fysische techniek, zijn op de rwzi Houtrust onderzocht. Als inhibitor is een fosfaat-zout in een lage concentratie (10 mg P/l) in de slibtoevoerleiding van een schoongemaakte ontwateringscentrifuge gedoseerd. Na drie maanden procesvoering bleek de testcentrifuge en de centraatleiding geheel schoon te zijn, terwijl in de referentie-centrifuge afzettingen werden waargenomen.

Het toepassen van een fysische techniek, gebaseerd op het opwekken van een elektrisch veld, heeft op deze rwzi niet geleid tot vermindering van afzettingen.

Afhankelijk van locatie-specifieke omstandigheden kan het toepassen van scale-inhibitoren financieel aantrekkelijk zijn. Met name de benodigde tijd voor het schoonmaken van de ontwateringsapparatuur en het daarmee gepaarde capaciteitsverlies zijn bepalend voor de financiële haalbaarheid.

In en op verscheidene procesonderdelen op rwzi's in Nederland zijn chemische afzettingen geconstateerd. Hoewel niet eenduidig vastgesteld, lijkt er een relatie te bestaan tussen het optreden van afzettingen en het doseren van ijzer- en aluminiumzouten ten behoeve van de fosfaatverwijdering.

De afzettingen vormen een ernstige belemmering voor de bedrijfsvoering aangezien ze kunnen leiden tot:

- hydraulische problemen: door verkleining van het doorstroomde oppervlak en vergroting van de wandruwheid neemt de drukval over leidingen en appendages toe;
- thermische problemen: door de slechte thermische geleidbaarheid van de afzetting vermindert de warmte-overdracht, bijvoorbeeld in warmtewisselaars;
- mechanische problemen: door de aanhechting van de afzetting op of in draaiende delen.

Voor het schoonmaken van de procesonderdelen is in zijn algemeen veel tijd vereist.

Voor een goede beeldvorming van de ernst van de problematiek is een inventariserend onderzoek uitgevoerd. Hiervoor is de literatuur bestudeerd en zijn contacten gelegd met derden, waaronder installatiebureaus en leveranciers van chemicaliën. Daarnaast zijn door middel van een enquête bedrijfsvoerders van rwzi's benaderd en verzocht om informatie te verschaffen omtrent hun specifieke probleem. Ook is een groot aantal monsters van afzettingen geanalyseerd. De uitkomsten van deze inventarisatie zijn opgenomen in hoofdstuk 2.

De inventarisatie heeft geleid tot het opstellen van een aantal mechanismen die mogelijk het ontstaan van de afzettingen in verschillende procesonderdelen verklaren. Voor de sliblijn zijn deze mechanismen getoetst door middel van gerichte metingen op tien rwzi's. De mechanismen en de resultaten van dit onderzoek zijn behandeld in hoofdstuk 3.

Afhankelijk van het specifieke mechanisme dat verantwoordelijk is voor het ontstaan van afzettingen zijn één of meer technieken geschikt om afzettingen te voorkomen. Een overzicht van gangbare technieken met hun voor- en nadelen voor de toepassing op rwzi's is gepresenteerd in hoofdstuk 4.

De technisch en financieel meest aantrekkelijke techniek, namelijk het doseren van een inhibitor in de vorm van een fosfaat-zout, is getest op de rwzi Houtrust. In hoofdstuk 5 zijn de opzet en de resultaten van dit onderzoek opgenomen.

Met de conclusies betreffende het gehele onderzoek wordt dit rapport afgesloten (hoofdstuk 6).

2 AFZETTINGEN OP RWZI'S

2.1 Locatie van de afzettingen en hun samenstelling

Enquête-uitkomsten

Door middel van een enquête zijn in Nederland 23 waterkwaliteitsbeheerders benaderd. Van deze waterkwaliteitsbeheerders hebben er 21 aangegeven problemen te ondervinden met afzettingen op één of meer rwzi's binnen hun beheersgebied, 2 waterkwaliteitsbeheerders deelden mee in dit kader geen problemen te hebben.

In totaal blijken 48 rwzi's problemen met afzettingen te ondervinden. In bijlage 1 is een gedetailleerd overzicht van deze rwzi's opgenomen.

Uit de enquête komt naar voren dat chemische afzettingen met name in en rondom de slibontwateringsapparatuur en in chemicaliedoseerleidingen worden waargenomen. In mindere mate worden afzettingen waargenomen in beluchtingselementen en pompen.

Er lijkt een relatie te bestaan tussen het toepassen van chemische defosfatering en het optreden van afzettingen. Er is niet één rwzi waar afzettingen worden waargenomen en fosfaat niet op een chemische wijze wordt verwijderd. Er wordt veelvuldig aangegeven dat de problemen zich in korte tijd hebben geopenbaard na de introductie van chemische defosfatering op de rwzi.

Verscheidene beheerders constateren dat een verhoging van de chemicaliedosering (van ijzer- of aluminiumzouten) leidt tot meer afzettingen in de procesonderdelen en dat een vermindering hiervan leidt tot minder of geheel geen afzettingen.

Er lijkt geen relatie te bestaan tussen het type zuiveringssysteem en het optreden van afzettingen. De afzettingen worden waargenomen zowel op rwzi's uitgerust met een actiefslibstelsysteem (propstroom- of omloopsysteem) als met oxidatiebedden. De afzettingen in de waterlijn en sliblijn treden op, ongeacht de wijze van precipitatie (préprecipitatie of simultane precipitatie) of het type defosfateringschemicalie.

De afzetting in de ontwateringsapparatuur is veelal roestbruin van kleur, glasachtig en gelaagd van opbouw. De afzetting in en op beluchtingselementen is veelal wit van kleur.

Op enkele rwzi's is waargenomen dat de afzetting in de ontwateringsapparatuur vermindert, nadat is overgegaan op een ander type PE. Opmerkelijk is dat op enkele rwzi's de problemen met afzettingen in de sliblijn zijn ontstaan of toegenomen na overschakeling van FeCl_3 op FeClSO_4 .

Bij vrijwel alle rwzi's waarbij afzettingen in de slibontwateringsapparatuur optreden, wordt het slib vooraf vergist (uitgezonderd de rwzi Reeuwijk-Randenburg). Hoogstwaarschijnlijk is de hogere carbonaatconcentratie in de afloop van de gisting hier de oorzaak van. Daarentegen is het niet zo dat bij alle rwzi's waar het slib wordt vergist, afzettingen in de ontwateringsapparatuur optreden.

De problemen met afzettingen in chemicaliedoseerleidingen doen zich voor bij dosering van FeSO_4 (11 rwzi's), Al-loog in combinatie met FeSO_4 (2 rwzi's), FeClSO_4 (1 rwzi), FeCl_3 (2 rwzi's), $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ (1 rwzi) en aangezuurd drinkwaterslib (1 rwzi). De problemen met FeSO_4 in doseerleidingen en in de kelders worden in een aantal gevallen geweten aan het uitkristalliseren van de chemicaliën bij een lage temperatuur. Het isoleren en traceren van leidingen blijkt dit te voorkomen. Ook het hanteren van een te grote verdunningsfactor van het chemicalie met (bedrijfs)water kan leiden tot afzettingen. De hierdoor veroorzaakte pH-stijging kan leiden tot de vorming van het zeer slecht oplosbaar ijzerhydroxide.

Toegepaste verwijderingsmethoden van afzettingen zijn het onder hoge druk verwijderen van de afzetting met water, het spoelen met chemicaliën (meestal een verdund zuur), het meedraaien van steentjes in de geperforeerde trommels van zeefbandpersen of het gebruik van pijpenragers.

Samenstelling van de afzettingen

Van een aantal rwzi's zijn de chemische afzettingen geanalyseerd. De monsters zijn onderzocht via een nat-chemische methode en via een röntgendiffractie-analyse (XRD). Bij deze techniek wordt het monster met röntgenstralen onder bepaalde invalshoeken bestraald (golflengte van 0,01 tot 100 nm). Zogenaamde kristallijne verbindingen, waarbij de afzonderlijke kristallen in een regelmatige kristalstructuur voorkomen, weerkaatsen de röntgenstralen. Uit de analyse van het weerkaatste diffractiepatroon kan het type kristallijne verbinding worden vastgesteld dat in de afzetting voorkomt. Amorfe verbindingen, die géén regelmatige kristalstructuur bezitten, worden hiermee niet bepaald. De volledige uitkomsten van de analyses zijn in bijlage 2 opgenomen.

Daarnaast zijn afzettingen uit de ontwateringscentrifuges en centraatleidingen van de rwzi's Houtrust, Utrecht en Nieuwegein natchemisch geanalyseerd.

Op basis van de analyseresultaten zijn de volgende conclusies geformuleerd:

- de afzettingen in en rondom de ontwateringsapparatuur hebben een hoog ijzergehalte. Hierbij is ook fosfaat in hoge mate aanwezig. Bij drie rwzi's is vivianiet (gehydrateerd tweewaardig ijzerfosfaat, $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$) in de afzetting vastgesteld. Calciumcarbonaat (CaCO_3) is in vrijwel alle gevallen ook een onderdeel van de afzetting;
- in die gevallen dat calciumcarbonaat in een hoge concentratie aanwezig is, is door middel van röntgendiffractie-analyse calcië als kristallijne verbinding vastgesteld;
- sulfaat is in een relatief lage concentratie in de afzetting aanwezig en lijkt derhalve minder van belang bij de vorming van afzettingen in de beluchtungs- en ontwateringsapparatuur. Het monster uit de chemicaliedoseerleiding (FeSO_4) van de rwzi Nieuwveer bevat wel een groot aandeel sulfaat;
- de afzettingen in de beluchtungs-elementen geven geen eenduidig beeld: zowel lage als hoge calcium-, ijzer-, en fosfaatconcentraties worden waargenomen;
- er lijkt geen relatie te bestaan tussen het type defosfateringschemicalie of de doseerlocatie en het optreden van afzettingen.

Op de rwzi Willem Annapolder is een afzetting in een doseerleiding van ijzerslib waargenomen. Om het gebonden ijzer op te lossen wordt dit ijzerslib vooraf aangezuurd met zwavelzuur. Uit de analyse van de afzetting blijkt dat deze vrijwel volledig uit calciumsulfaat (gips, CaSO_4) bestaat.

2.2 Literatuur

In de database Aqualine is gezocht naar literatuur over chemische afzettingen (op rwzi's). Het gericht op trefwoorden zoeken resulteerde in circa tweehonderd samenvattingen, waarvan slechts enkele interessant waren voor nadere bestudering. Dit heeft geresulteerd in 30 opgevraagde artikelen, waarvan er 24 zijn binnengekomen. Aanvullend is een aantal relevante standaardwerken op bruikbare informatie beoordeeld.

Bij de beoordeling van de opgevraagde artikelen bleek dat vrijwel geen enkel artikel specifiek ingaat op de problematiek van afzettingen op waterzuiveringsinstallaties. De in de literatuur genoemde afzettingen worden vooral waargenomen in:

- warmwatertoestellen in huishoudens (geisers, boilers, kranen);
- warmtewisselaars, verdampers, heetwatertanks in de industrie;
- membraanfiltratie-installaties;
- koeltorens.

In tabel 1 zijn de meest interessante artikelen samengevat. Hierbij is ingegaan op het geschetste probleem, de oorzaak van het probleem en de genoemde (mogelijke) oplossingen.

Tabel 1 Uitkomsten van de literatuurinventarisatie

Probleem	Oorzaak	Oplossing
kalkafzetting in warmwatertoestellen [13]	aanwezigheid van microkristallen van CaCO_3 in met NaOH onthard water uitloging van $\text{Ca}(\text{OH})_2$ in asbest-cement van drinkwatertransportleidingen	verbetering van de menging van NaOH en het te ontharden water in de onthardingsreactor hydraulische belasting onthardingskorrelreactor verlagen
afzettingen (CaCO_3) in warmtewisselaars en pijpen in een koelwatersysteem	samenstelling van het water in combinatie met een hoge temperatuur	voorafgaande dosering van $\text{Ca}(\text{OH})_2$, gevolgd door pH-correctie gebruik van scale-inhibitoren regelmatig spuien van 'vuil' water suppletie van schoon water aan het recirculatiewater
scaling en fouling in koeltorens	de aanwezigheid van (an)organische componenten in het effluent van een rwzi (dat als koelwater wordt gebruikt)	voorkomen van calciumfosfaatscaling door pH-verlaging behandeling van een deel van het recirculerend koelwater met $\text{Ca}(\text{OH})_2$, gevolgd door Na_2CO_3 - FeCl_3 -dosering en filtratie
scaling membraan-filtratie scaling en fouling van warmtewisselaars	concentrerend van het water procesomstandigheden en samenstelling water	aanzuren aanzuren, ionenwisseling, gebruik van scale-inhibitoren
calciumsulfaat scaling in pijpen en procesonderdelen van rwzi's [8]	aard van het afvalwater (afkomstig van sulfide-erts industrie)	gebruik van scale-inhibitoren toevoeging kiemkristallen (gewenste precipitatie) toevoegen chemicaliën of hoge druk waterspoeling om de afzetting te verwijderen
calciumcarbonaat scaling in het ontvangwerk van rwzi's [9]	basisch afvalwater van de pulp- en papierindustrie	aanzuren met CO_2 i.p.v. met agressieve zuren, die tot corrosie kunnen leiden
afzettingen van calciumcarbonaat, -sulfaat en magnesiumhydroxide [11]	verdamping/concentrerend van water	voor CaCO_3 : aanzuren tot pH 5 voor CaSO_4 : toevoegen CaSO_4 -kiemkristallen in combinatie met een scale-inhibitor

scaling en fouling in industriële koelsystemen [10,12]	gebruik van effluent van rwzi's verdamping/concentrerend koelwater	voorbehandeling: Ca(OH) ₂ -dosering voor fosfaat en magnesiumhardheidsverwijdering Al ₂ (SO ₄) ₃ -dosering voor fosfaat en carbonaatverwijdering ionenwisseling bezinking en filtratie van gesuspenseerd materiaal
verstopping van beluchtings-elementen met kalk [7]	meestal calciumcarbonaat en minder frequent ijzer- en organische verbindingen	toevoeging van relatief vluchtig mierenzuur (85%) aan de luchtstroom
afzettingen vanuit het supernatant van gistingstanks [14]	struvietafzetting op plaatsen met gereduceerde druk: door CO ₂ -verwijdering stijgt de pH waardoor het oplosbaarheidsproduct lokaal wordt overschreden	supernatant verdunnen met effluent doseren inhibitor (polyacrylamide)
afzettingen in UASB-reactoren [4]	hoge Ca- en CO ₂ -concentraties in combinatie met strippen van CO ₂	Ca-verwijdering, toevoegen inhibitor in de vorm van een fosfaat-zout

2.3 Overige ervaringen

Naast het opvragen van literatuur zijn verschillende instanties telefonisch en/of schriftelijk benaderd. Dit betreffen leveranciers van:

- scale preventie-apparatuur;
- chemicaliën;
- slibontwateringsapparatuur;
- beluchtingsapparatuur;
- kennis (adviesbureaus).

Verschillende leveranciers zijn bekend met het probleem van afzettingen maar onbekend met de oorzaak hiervan. Enkelen vermoeden een verband met de toepassing van chemische defosfatering of met een plaatselijke (hoge) hardheid van het water (influent). Eventuele oplossingen zijn volgens hen het vervangen van het defosfateringschemicalie door een ander chemicalie (bijvoorbeeld een aluminiumzout) of het betreffende procesonderdeel te spoelen met een zuur en/of handmatig te reinigen.

In België worden op rwzi's geen problemen met afzettingen ondervonden (mededeling Aquafin). Er dient te worden opgemerkt dat hier op weinig rwzi's chemische defosfatering wordt toegepast. Met vertegenwoordigers van de firma's ITT Flygt, B&D Ingenieursburo, IWC en Buckman Laboratories hebben nadere gesprekken plaatsgevonden.

In het Duitstalige vaktijdschrift 'Korrespondenz Abwasser' is begin 1997 een mededeling geplaatst, waarin kort de problematiek is geschetst en lezers, die het probleem onderkennen, in de gelegenheid zijn gesteld te reageren.

Navolgend zijn de reacties van de benaderde personen en instanties genoteerd.

Abwasser Abfall Technologie

Op een niet met name genoemde rwzi in Duitsland worden grijze afzettingen waargenomen in het horizontale gedeelte van de overloopwaterleiding van een slibgistingstank. Door analyse is vastgesteld dat de afzetting voornamelijk bestaat uit calciumcarbonaat en in mindere mate uit magnesiumammoniumfosfaat (struviet) en calciumfosfaat. Periodiek wordt de leiding met water onder hoge druk gereinigd. Men vermoedt een relatie met het gebruik van zouten ten behoeve van de chemische defosfatering.

De volgende methoden zijn overwogen om deze afzettingen te voorkomen of te verminderen:

- een pH-verlaging door zuurdosering;
- een verdunning van de processtroom met effluent van de rwzi (waarbij eventueel aanwezige poly-fosfaten of organische colloïdale deeltjes als inhibitor kunnen dienen);
- een verhoging van de stroomsnelheid door leidingen;
- de toepassing van inhibitoren;
- het luchtdicht maken van het leidingwerk.

Na afweging van de mogelijkheden is voor de laatste optie gekozen. De reden die hieraan ten grondslag ligt, is dat de afzettingen niet in de slibgistingstank en niet in de uitgegist-slib-afvoerleiding worden waargenomen. Het luchtdicht maken leidt ertoe dat de afzetting niet zal optreden, omdat de omstandigheden in de slibgistingstank en in het leidingwerk dan dezelfde zullen zijn.

IFUWA (Institut für Umweltschutz, Wasser, Altlasten und Geotechnik)

In de ontwateringsapparatuur van een slibdeponie worden in centraalleidingen harde afzettingen van struviet waargenomen. De toepassing van zuur- of loogdosering om het oplosbaarheidsproduct van struviet te onderschrijven, blijkt financieel onaantrekkelijk, aangezien door de hoge buffercapaciteit grote hoeveelheden zuur/loog benodigd zijn. Er wordt genoemd dat teflonbedekking van kritische procesonderdelen een mogelijkheid is om de aanhechting van afzettingen te verminderen of deze gemakkelijker te verwijderen.

Er wordt gerefereerd aan een Amerikaans onderzoek waarbij struviet ook in de sliblijn is waargenomen (aan de onderzijde van roosters van uitgegist slib en in de zuigzijde van de uitgegistslibpompen). Volgens de onderzoekers zijn de oorzaken hiervan:

- het specifiek oppervlak van leidingen is per volume-eenheid veel groter dan dat van een gistingstank. Hierdoor worden afzettingen met name in deze onderdelen waargenomen;
- de pijpleidingen kunnen ruw zijn, hetgeen de aanhechting van afzettingen bevordert;
- de kristallisatie vanuit een oververzadigde oplossing wordt door schudden of roeren bevordert. Dit wordt versterkt door een pH-verhoging die wordt veroorzaakt door lokale CO₂-ontsnapping. Op plaatsen met een gereduceerde druk, bijvoorbeeld in overstorten van bezinktanks, in leidingbochten of in de inlaat van een pomp, zal de afzetting zich het eerst voordoen, omdat hier het CO₂ gemakkelijk kan ontsnappen.

De aangegeven kansrijke oplossingen om de afzetting te voorkomen of te verhelpen zijn:

- het verdunnen van het uitgegiste slib of van het aangevoerde slib naar de gistingstanks;
- een pH-verlaging in de slibgisting (tot circa pH 7), waardoor het oplosbaarheidsproduct van struviet niet wordt overschreden;
- het regelmatig spoelen van de leidingen met zuur;
- het gebruik van FeCl₃ dat door binding van fosfaat de vorming van struviet tegengaat;
- het gebruik van gladde pijppoppervlakken of kleppen met gladde coatings (PVC, teflon);
- het gebruik van 'long radius' bochten in leidingwerk.

Hamburger Stadtentwässerung

Op de ontwaterings- en drooginstallatie van uitgegist slib in Köhlbrandhöft (Duitsland) worden in de centraalleidingen afzettingen waargenomen. De afzetting blijkt voor 90% uit broos calciumcarbonaat te bestaan in aanwezigheid van organische verbindingen.

Na onderzoek blijkt het centraat, met een temperatuur van 55 °C, een beduidend hogere pH te hebben dan het uitgegiste slib (globaal 8 t.o.v. 7). Dit wordt verklaard door het strippen van CO₂, met name in de ontwateringscentrifuge.

Het voorafgaand strippen van CO₂ door beluchting bleek niet succesvol, omdat het centraat nog steeds oververzadigd was. Ook het doseren van anionische scale-inhibitoren bleek niet toereikend, omdat deze zich vermoedelijk binden met kationische vlokhelpmiddelen. Een verlaging van de temperatuur leidde tot een vermindering van de afzetting, maar eveneens tot een verslechtering van het slibontwateringsrendement. Door de zeer hoge buffercapaciteit van het uitgegiste slib wordt het gebruik van zuren sterk afgeraden.

IWC

IWC is een leverancier van o.a. biologisch afbreekbare scale-inhibitoren. Dit zijn laag-moleculaire polymeren (vaak op zetmeelbasis, in combinatie met sulfon- of fosfonzuren), die in een concentratie van 5-40 ppm aan het water worden gedoseerd. De exacte doseerconcentratie is afhankelijk van de specifieke samenstelling van het afvalwater. Met name de aanwezigheid van organische stoffen heeft een invloed op de toe te passen dosering, aangezien de inhibitor hieraan ten dele adsorbeert. Door het uitvoeren van statische en dynamische inhibitietesten met het afvalwater kunnen de optimale inhibitor en de optimale doseerconcentratie worden vastgesteld.

ITT Flygt

ITT Flygt is een dochter van de Amerikaanse firma Sanitair en sinds de 60'er-jaren actief op het gebied van bellenbeluchting. Bij vervuiling van beluchtingselementen moet, volgens de leverancier, het volgende onderscheid worden gemaakt.

Inwendige vervuiling

Vervuiling die wordt veroorzaakt door een onjuist constructief ontwerp van de beluchtingsapparatuur of door een onvoldoende voorafgaande filtratie van de lucht. ITT hanteert als algemene eis dat minimaal 90% van de deeltjes > 1 mm moet worden verwijderd; echter de specifieke eis is afhankelijk van het type beluchtingselement. Er wordt onderscheid gemaakt in klasse A, B of C-filters (van grof naar fijn).

De toevoer van warme lucht kan plaatselijk leiden tot temperatuurverhoging. Dit verhoogt de kans op chemische afzettingen, omdat de oplosbaarheid van bepaalde zouten afneemt met een stijgende temperatuur.

Uitwendige vervuiling

Dit kan zowel een biologische als chemische vervuiling zijn, die wordt veroorzaakt door de specifieke samenstelling van het afvalwater, al dan niet gecombineerd met een slecht ontwerp van de beluchtingsapparatuur.

Keramische (AlO₂) elementen zijn star en daardoor gevoeliger voor vervuiling dan membraan-elementen. Bij dit laatste type beluchtingselement kan worden geprobeerd de vervuiling op te breken en te verwijderen door lucht stootsgewijs in te blazen (met twee tot drie maal het normale luchtdebiet).

ITT heeft een systeem ontwikkeld om afzettingen op keramische elementen te verwijderen. Door middel van HCl (g)-injectie wordt de afzetting opgelost. Leidingwerk en appendages dienen hiertegen bestand te zijn. Mierenzuurdosering is toepasbaar voor zowel keramische als membraan-elementen. Er dient in dit geval te worden gewaakt voor mogelijke aantasting van afdichtingen van de beluchtingselementen.

B&D Ingenieursbureau

B&D Ingenieursbureau is de Nederlandse leverancier van de Scalewatcher® in Nederland. Dit is een apparaat, waarvan de uitgaande windingen om de omtrek van een leiding worden bevestigd. Door het aanleggen van een snel wisselend elektrisch veld kunnen afzettingen worden voorkomen of wordt, in plaats van een harde afzetting, een bros materiaal verkregen dat gemakkelijk handmatig is te verwijderen.

De werking van het apparaat is niet wetenschappelijk onderbouwd. Door het aanleggen van het elektrisch veld beweert de leverancier dat de 'structuur' van de (kat)ionen dermate wordt veranderd, dat deze minder de neiging hebben zich op wanden af te zetten, maar oververzadigd in de oplossing blijven. De voordelen van het apparaat zijn de relatief lage investeringen en exploitatiekosten.

De Scalewatcher® is door het Hoogheemraadschap van Delfland op de rwzi Houtrust toegepast in de slibtoevoerleiding naar een ontwateringscentrifuge. In paragraaf 4.7 wordt hierop ingegaan.

3 OORZAKEN VAN AFZETTINGEN

3.1 Inleiding

Een voorwaarde voor het ontstaan van chemische afzettingen is de overschrijding van het oplosbaarheidsproduct van de betreffende componenten waaruit de afzetting bestaat. Een voorbeeld van een reactie die kan optreden wordt weergegeven door de onderstaande vergelijking met bijbehorend oplosbaarheidsproduct (K_{sp}) voor calciumcarbonaat.



Afhankelijk van de concentraties kunnen de in oplossing aanwezige ionen (aq), in dit geval calcium en carbonaat, reageren tot vast calciumcarbonaat (s).

Op basis van de analyse van de bovengenoemde componenten (Ca^{2+} en CO_3^{2-}) zou kunnen worden vastgesteld of beide ionen in voldoende hoge concentraties aanwezig zijn om het vaste calciumcarbonaat te vormen. Echter de voorspelling van vorming van afzettingen wordt bemoeilijkt, aangezien:

- de grootte van het oplosbaarheidsproduct (K_{sp}) temperatuurafhankelijk is en eveneens afhangt van andere in de oplossing aanwezige ionen (de ionensterkte);
In zijn algemeenheid
 - . neemt de oplosbaarheid van een zout toe met een toenemende ionensterkte;
 - . neemt de oplosbaarheid van een zout toe met een toenemende temperatuur (uitgezonderd voor bijvoorbeeld calciumcarbonaat, calciumsulfaat en ijzerfosfaat).
- de in de literatuur vermelde oplosbaarheidsproducten (bij dezelfde temperatuur en ionensterkte) voor een bepaalde vaste stof aanzienlijk kunnen variëren;
- de concentratie van bepaalde anionen (zoals CO_3^{2-}) pH-, temperatuur- en drukafhankelijk is, omdat dit in evenwicht is met de gasfase (CO_2);
- (afval)water een veelheid van ionen/componenten bevat die alle onderling in meer of mindere mate met elkaar kunnen reageren. Van al deze reacties zouden de evenwichtsconstanten dan bekend moeten zijn;
- sommige ionen toch oververzadigd in oplossing kunnen blijven, zonder neer te slaan. Dit is mogelijk doordat bepaalde componenten in het water als inhibitor fungeren of doordat geen geschikte kristallisatiekiemen voorhanden zijn.

Het laatstgenoemde aspect wordt geïllustreerd door tabel 2. Voor verschillende typen water is het pseudo-oplosbaarheidsproduct voor de vorming van calciumcarbonaat experimenteel bepaald. Indien men bijvoorbeeld de theoretische waarde van het oplosbaarheidsproduct ($4,5 * 10^{-9} = 10^{-8,32}$) vergelijkt met de waarde in het supernatant van een gisting ($10^{-6,3}$) dan is het verschil tussen beide waarden een factor 100. Dit impliceert dat door aanwezigheid van bepaalde (inhibiterende) verbindingen in het supernatant beduidend meer calciumcarbonaat in oplossing resteert dan in eerste instantie theoretisch is berekend.

Veelal treft men bij de analyse van de afzetting verschillende componenten aan omdat meestal sprake is van coprecipitatie en adsorptie van andere aanwezige ionen in het water. Ook gesuspenderde (organische) deeltjes kunnen in de afzetting worden opgenomen.

Tabel 2 Pseudo-oplosbaarheidsproducten van calciumcarbonaat voor verschillende typen water (thermodynamische waarde van $pK_{sp} = 8,32$ Truesdale and Jones (1973))

Type Water	Referentie	pK_{sp}
Grondwater	Sheen and Woodruff (1944)	7,5
Secundair effluent	Wiechers (1977)	7,4
Primair effluent	Wiechers (1977)	6,8
Primair en secundair effluent	Menar and Jenkins (1972)	6,7
Ruw afvalwater	Merrill and Jordan (1975)	6,4
Supernatant slibgisting	Ferguson and McCarty (1969)	6,3

In de navolgende paragrafen zijn de mogelijke oorzaken gegeven voor het ontstaan van afzettingen in verschillende procesonderdelen. Hierbij is gebruik gemaakt van:

- de theorie (literatuur);
- de ervaringen in Duitsland en Nederland (uitkomsten van de enquête, reacties op het geplaatste tijdschriftartikel);
- de uitkomsten van uitgevoerde onderzoeken in Nederland (Houtrust, Utrecht, Nieuwegein);
- de uitkomsten van de röntgendiffractie- en de nat-chemische analyse van de afzettingen.

Op basis van de enquête-resultaten kunnen de locaties waar afzettingen optreden in drie hoofdcategorieën worden onderverdeeld, te weten:

- in en rondom de slibontwateringsapparatuur;
- in en op beluchtingselementen;
- in en rondom chemicaliedoseerinstallaties.

Voor het vaststellen van de oorzaak van het ontstaan van afzettingen is deze indeling aangehouden.

3.2 Afzettingen in de sliblijn

3.2.1 Mechanismen

De mogelijke mechanismen die leiden tot afzettingen in de sliblijn zijn:

- de reductie van Fe(III) in de slibgistingstanks naar Fe(II), gevolgd door oxidatie (door luchtinslag) tot het slecht oplosbare Fe(III) in de slibontwateringsapparatuur. Het ijzer(III) slaat vervolgens neer als een fosfaat- en/of hydroxide-verbinding. Dit impliceert dat het ijzer, dat in eerste instantie in chemisch gebonden vorm in de gistingstanks aanwezig is, onder (langdurig) anaërobe condities als Fe(II) in oplossing gaat en in de gistingstank niet zal worden gebonden aan vrij fosfaat of carbonaat;
- de aanwezigheid van relatief veel magnesium, calcium, carbonaat, ammonium en fosfaat. Hierdoor kan zich in de afloop van de slibgisting magnesiumcalciumcarbonaat (dolomiet), magnesiumammoniumfosfaat (struviet) of calciumcarbonaat (calciet) vormen;
- de inhibitie van calciumcarbonaatvorming door fosfaat. Uit de literatuur [15] is bekend dat al bij lage concentraties aan ortho- en polyfosfaat de vorming van calciumcarbonaat kan worden geremd. Na de invoering van chemische defosfatering is de fosfaatconcentratie in het afvalwater sterk gedaald, met als gevolg dat de inhibiterende werking hiervan is afgenomen.

Ook combinaties van mechanismen zijn mogelijk. Een voorbeeld hiervan is de aanwezigheid van een hoge carbonaatconcentratie in de afloop van de gisting tezamen met een lage fosfaatconcentratie. De hoge carbonaatconcentratie wordt veroorzaakt door de vorming van CO₂ door gistingsprocessen en de absorptie hiervan in het slib/watermengsel. In aanwezigheid van calcium en in afwezigheid van (inhibiterend) fosfaat is er kans op calciumcarbonaatvorming. Dit wordt bevorderd door een pH-stijging in navolgende procesonderdelen door strippen van CO₂.

3.2.2 Praktijkonderzoek

Onderzoeksopzet

Aangezien afzettingen op rwzi's zich veelvuldig openbaren in de sliblijn zijn de voornoemde mechanismen onderzocht door middel van praktijkmetingen in de sliblijn.

Ten behoeve van dit praktijkonderzoek zijn tien rwzi's geselecteerd, die in drie categorieën zijn onderverdeeld (zie tabel 3). Op grond van de bevindingen van de enquête is als voorwaarde gesteld dat op deze rwzi's een slibgisting aanwezig dient te zijn en het uitgegiste slib op mechanische wijze wordt ontwaterd.

Tabel 3 Overzicht van de geselecteerde rwzi's (C=centrifuge, Z=zeefbandpers, K=kamerfilterpers)

I. Rwzi's zonder scalingsproblemen en zonder chemische defosfatering	II. Rwzi's zonder scalingsproblemen en met chemische defosfatering	III. Rwzi's met scalingsproblemen en met chemische defosfatering
1. Veenendaal (C)	4. Tiel (préprecipitatie FeCl ₃) (K)	6. Deventer (préprecipitatie FeClSO ₄) (Z)
2. Etten (C)	5. De Bilt (préprecipitatie FeCl ₃ +PE) (Z)	7. Bath (simultaan FeSO ₄) (Z)
3. Heemstede (Z)		8. Hilversum (préprecipitatie FeCl ₃ +PE) (C)
		9. Gouda (préprecipitatie FeClSO ₄) (Z)
		10. Houtrust (préprecipitatie FeClSO ₄) (C)

Op de geselecteerde rwzi's zijn drie keer per rwzi op verschillende locaties monsters genomen:

- de ingaande en de uitgaande stroom van de slibgisting;
- het slib/PE-mengsel vóór de ontwateringscentrifuge (indien mogelijk);
- het centraat/filtraat;
- de afloop van de voorbezinktank of het influent van de rwzi.

De fysische parameters, zoals de temperatuur, de pH, de zuurstofconcentratie en de geleidbaarheid zijn gelijktijdig bij monsternamen bepaald.

De monsters zijn voorbehandeld, alvorens analyses zijn uitgevoerd. De voorbehandeling had tot doel het slib te scheiden van de waterige oplossing, zodat de aanwezige vaste stof niet wordt geanalyseerd.

De slibscheiding werd bereikt door een combinatie van centrifugeren (bij 4.000-5.000 rpm), gevolgd door filtratie. Vanwege verstoppingsverschijnselen is de filtratie in twee stappen uitgevoerd: als eerste over een 1,2 µm-filter en daarna over een 0,45 µm-filter. Het filtraat diende uiteindelijk als monster voor analyse. De analyse vond plaats op calcium, magnesium, totaal ijzer, ijzer(II), ortho-fosfaat, sulfaat, p- en m-getal. Van de slibmengsels zijn daarnaast het drogestofgehalte en de gloeirest bepaald.

Er is vooraf vastgesteld dat de voorbehandeling geen significante invloed heeft op wijzigingen in de te meten fysische variabelen en concentraties.

Resultaten

De belangrijkste resultaten van de praktijkmetingen zijn samengevat in de tabellen 4 en 5. Voor een volledig overzicht per rwzi wordt verwezen naar bijlage 3.

Tabel 4 Resultaten van de praktijkmetingen (ijzerconcentraties in de waterige oplossing, na filtratie)

Categorie	Rwzi	Datum monstername 1998	Slibgisting in		Slibgisting uit		mengsel Slib/PE		Centraat/Filtraat	
			Fe-totaal (mg/l)	Fe(II) (mg/l)	Fe-totaal (mg/l)	Fe(II) (mg/l)	Fe-totaal (mg/l)	Fe(II) (mg/l)	Fe-totaal (mg/l)	Fe(II) (mg/l)
I geen scaling geen chem. defosfatering	Veenendaal	31-mrt	0,4	1,1	0,4	0,26	-	-	0,6	0,37
		28-apr	9,1	2,3	0,6	0,4	-	-	0,1	<0,05
		28-mei	1,1	1,1	0,5	0,34	-	-	0,3	0,12
	Etten	14-apr	0,6	0,34	0,9	0,58	-	-	0,2	0,13
		11-mei	1	0,18	1	0,48	-	-	0,1	0,24
		26-mei	0,6	0,34	0,8	0,52	-	-	0,1	0,3
	Heemstede	11-jun	1,85*	1,25*	<0,05	<0,05	0,1	0,091	<0,05	<0,05
		15-jun	34,5*	27,5*	0,1	0,082	0,1	0,069	0,1	<0,05
		18-jun	5,5*	0,98*	0,1	<0,05	0,1	0,062	<0,05	<0,05
II geen scaling chemische defosfatering	Tiel	31-mrt	1,1	1,4	0,1	0,08	17**	0,71**	3,5**	0,27**
		7-apr	5,2	2,9	0,5	0,56	130**	93**	51**	8,8**
		22-jun	3,7	1,9	0,2	0,13	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
	De Bilt	19-mei	28,5*	5,2*	0,6	0,49	0,3	0,18	0,1	0,12
		28-mei	55,4*	19,2*	0,4	0,15	0,4	0,29	0,3	0,14
		4-jun	25,3*	5,6*	0,3	0,29	0,2	0,1	0,2	n.b.
III scaling chemische defosfatering	Deventer	14-apr	390	320	1,2	0,41	-	-	0,7	0,43
		11-mei	320	210	1,1	0,78	-	-	0,9	0,45
		26-mei	340	330	0,8	0,37	-	-	0,7	0,33
	Bath	3-jun	0,35*	0,32*	0,4	n.b.	0,3	0,096	0,2	n.b.
		9-jun	17,5*	1,9*	0,3	0,1	0,2	0,073	0,1	<0,05
		16-jun	14,7*	1,33*	0,3	0,12	0,3	0,054	0,1	<0,05
	Hilversum	8-jun	150	100	2,4	1,2	0,3	0,092	0,4	<0,05
		15-jun	130	100	1,8	0,66	0,4	<0,05	0,4	0,05
		19-jun	65	19	2,4	1	0,5	<0,05	0,5	<0,05
	Gouda	19-mei	85	11	3,3	1	25	1,1	0,3	0,2
		3-jun	93	91	5,3	1,7	0,5	0,27	0,2	0,23
		8-jun	98	24	20	1,2	1,4	0,46	0,2	0,27
	Houtrust	24-feb	28p	15p	0,5	0,41	-	-	0,8	0,47
		7-apr	44*	6,5*	1,3	1,5	-	-	0,7	0,63
		4-jun	161*	105,8*	1	0,77	-	-	0,7	0,6

^p primair slib
 * gemiddelde van primair + secundair slib
 ** mogelijk hoge waarden door voorafgaand schoonmaken van de filterpers met verdund zuur

Table 5 Resultaten van de praktijkmetingen (overige parameters, concentraties in waterige oplossing, na filtratie)

Categorie	Rwzi	Datum monstername	Silbisting in			Silbisting uit			mengsel Silb/PE			Centraat/Filtraat						
			pH	Ca (mg/l)	o-PO4 (mg/l)	m-getal (mmol/l)	pH	Ca (mg/l)	o-PO4 (mg/l)	m-getal (mmol/l)	pH	Ca (mg/l)	o-PO4 (mg/l)	m-getal (mmol/l)				
I	Veenendaal	31-mrt	7,1	37	220	134	7,2	30	230	135	-	-	7,7	34	300	82,8		
		28-apr	6,4	140	11	126	7,6	33	180	121	-	-	8,1	27	210	60,8		
		28-mei	6,36	100	5,2	42	7,5	35	180	141,2	-	-	7,81	33	160	77,6		
	Elten	14-apr	7,4	43	380	129	7,4	42	550	134	-	-	7,7	36	280	60,8		
		11-mei	7	40	400	350	7,2	38	350	75,6	-	-	7,2	80	79	41,6		
		26-mei	7,15	42	330	127,2	7,33	43	360	104,4	-	-	7,44	59	130	32,8		
II	Heemstede	11-jun	6,17*	430*	55,3*	75,6p	6,45	150	21	56	6,75	140	42	44,8	150	40	32,8	
		15-jun	5,72*	440*	19,8*	58p	6,16	160	29	48	6,2	160	29	55,2	150	37	28,4	
		18-jun	6,18*	197*	44,7*	54p	6,3	150	35	44,8	6,39	140	37	45,2	140	33	27,2	
	Tiel	31-mrt	6,78	170	150	37,2	6,75	170	120	65,2	6,5	200	2	89,6	180	0,17	36,4	
		7-apr	6,74	150	57	51,6	7,09	180	72	55,2	8,02	320	0,06	59,2	310	<0,005	21,2	
		22-jun	5,68	230	18	61,2	6,2	150	25	59,6	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	
De Bilt	19-mei	6,6*	86*	2,0*	46,4*	6,9	120	19	92,4	6,9	89	18	55,6	7,2	77	14	28,4	
	28-mei	6,15*	160*	150,2*	45,2*	6,94	110	32	75,6	6,85	110	22	65,2	7,09	100	15	38	
	4-jun	6,50*	96*	70*	76,8p	6,89	93	5,9	72	6,9	82	5,7	53,2	7,06	73	4,9	39,2	
	14-apr	6	480	0,66	118	7,5	200	0,25	155	-	-	-	7,9	160	1,8	104		
III	Deventer	11-mei	5,7	500	0,57	113	7,2	130	0,58	169	-	-	-	7,5	110	2,1	104	
		26-mei	5,86	450	0,39	210,8	7,19	67	0,65	144,8	-	-	-	7,54	91	1,1	96,4	
		3-jun	6,52*	83*	18,5*	88,4*	6,79	140	29	131,2	6,95	120	41	106,8	7,48	90	17	46
	Bath	9-jun	6,21*	325*	0,07*	85,8*	6,89	120	12	116,4	6,99	140	21	119,6	7,58	48	1,1	?
		16-jun	6,07*	221*	0,55*	76,6*	6,66	33	0,58	92,8	6,67	90	1,4	85,6	7,15	72	1,1	42,8
		8-jun	5,96	220	<0,005	110	6,78	120	<0,005	88	7,14	120	26	77,6	7,43	130	39	57,2
	Hilversum	15-jun	6,16	180	<0,005	75,6	6,52	250	0,14	56	6,77	130	44	44,8	6,93	140	49	32,8
		19-jun	6,03	85	0,091	24,8	6,52	250	0,078	84	7	130	37	66	6,88	140	43	49,2
		19-mei	6,31	310	0,23	82,8	6,71	390	0,47	127,2	6,82	240	0,068	99,6	6,82	230	0,066	23,2
		3-jun	6,38	270	<0,005	74,4	6,62	240	0,07	60,8	6,7	240	0,029	83,6	6,78	250	<0,005	23,6
		8-jun	6,49	280	<0,005	77,6	6,75	340	<0,005	97,6	6,9	190	<0,005	93,6	6,83	220	<0,005	23,6
		24-feb	6,4*	250p	0,95p	-	7,1	140	0,41	-	-	-	-	-	7,7	180	0,47	-
Houtrust	7-apr	6,59*	240*	0,15*	185*	7,28	160	2,2	181	-	-	-	7,61	180	3,6	81,2		
	4-jun	6,25*	435*	0,67*	119p	6,94	100	2,6	162	-	-	-	7,45	130	1,3	74,8		

* primair silb

* gemiddelde van primair + secundair silb

De belangrijkste bevindingen van het praktijkonderzoek zijn:

- de opgelost totaal-ijzer- en ijzer(II)-concentratie in de afloop van de slibgisting zijn zeer laag (< 1 mg/l). Indien opgelost ijzer in de toevoer naar de slibgisting aanwezig is, wordt dit in de slibgisting vrijwel volledig vastgelegd. Om deze reden bevat het filtraat/centraat vrijwel ook geen opgelost ijzer;
- bij enkele metingen is het opgelost totaal-ijzer iets hoger dan de opgeloste ijzer(II)-concentratie. Dit wordt veroorzaakt door het verschil in analysetechnieken voor beide componenten;
- de rwzi's die gebruik maken van préprecipitatie met een ijzerzout en primair-slibindikking (Deventer, Hilversum, Gouda en Houtrust), hebben een hoge opgelost-ijzerconcentratie in de slibtoevoer. Desondanks is de ijzerconcentratie in de slibafvoer van de gistingstanks zeer laag;
- bij rwzi's die biologisch defosfateren worden hoge opgelost-fosfaatconcentraties in de uitgestigstlibstroom en in het filtraat/centraat waargenomen. De rwzi's die chemisch defosfateren laten een beduidend lagere fosfaatconcentratie in de genoemde processtromen zien. Van de rwzi's die chemisch defosfateren en geen hinder hebben van afzettingen is de opgelost-fosfaatconcentratie in de uitgestigstlibstroom hoger dan bij rwzi's die wel hinder ondervinden van afzettingen;
- magnesium is in alle processtromen in lage concentraties aanwezig (< 50 mg/l). Bij rwzi's die biologisch defosfateren is dit lager dan 10 mg/l;
- de pH van het filtraat/centraat is in veel gevallen hoger dan de ingaande slibstroom (circa een halve pH-eenheid). Dit wordt veroorzaakt door het strippen van CO₂-gas in de ontwateringsapparatuur. De pH-stijging is niet gerelateerd aan het type slibontwateringsapparatuur (centrifuge of zeefbandpers).

Evaluatie

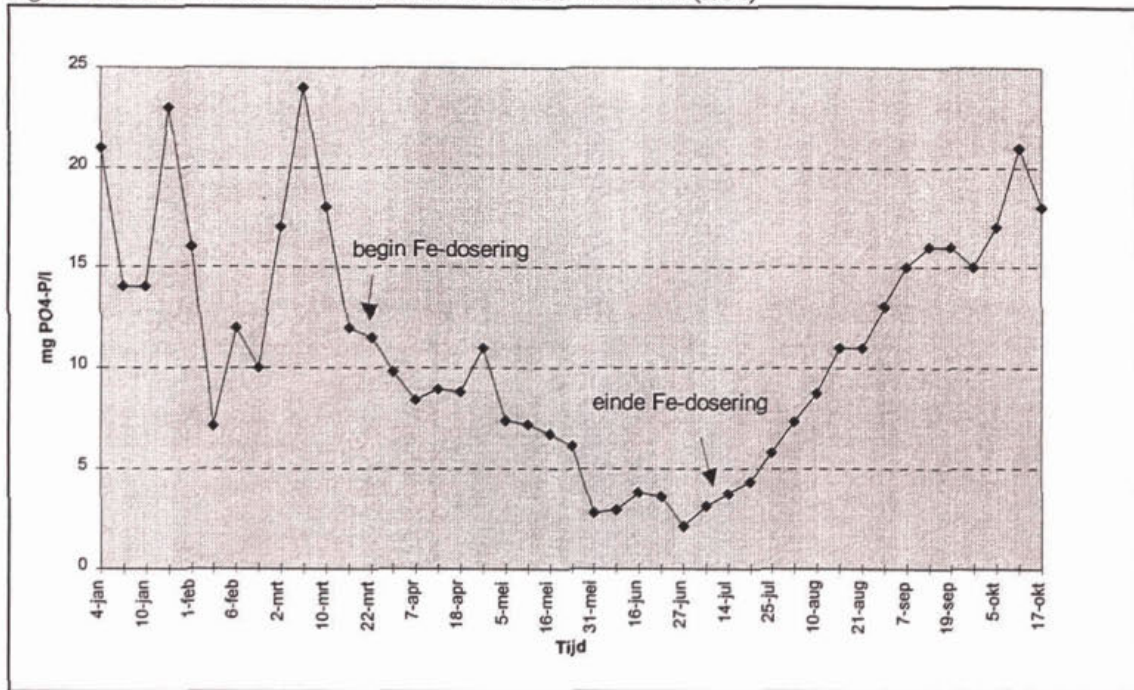
Op grond van deze bevindingen kan worden gesteld dat de hypothese, die de vorming van ijzerverbindingen in de ontwateringsapparatuur beschrijft, niet waarschijnlijk is.

De vorming van MAP in de slibontwateringsapparatuur is eveneens onwaarschijnlijk, gezien de lage magnesium- en fosfaatconcentratie in de uitgestigstlibstroom. Daarnaast vindt MAP-vorming theoretisch pas plaats bij een pH > 8. Dit relatief hoge pH-gebied is bij het onderzoek niet waargenomen.

Het mechanisme dat de inhibitie van calciumcarbonaat beschrijft door de aanwezigheid van fosfaat is aannemelijk. De rwzi's met chemische defosfatering hebben een duidelijk lagere fosfaatconcentratie in de processtromen rondom de sliblijn. Op rwzi's waar chemisch wordt gedefosfateerd, maar waarbij een hogere fosfaatconcentratie in het uitgestigte slib en centraat wordt waargenomen, worden minder of geheel geen problemen met afzettingen ondervonden. De hypothese wordt ondersteund door figuur 1. Hierbij is het effect van chemische defosfatering op de opgelost-fosfaatconcentratie in het centraat duidelijk waarneembaar. In 1994 is op de beschouwde rwzi gestart met chemische defosfatering in de waterlijn. Vanaf het moment dat een ijzerzout wordt gedoseerd, neemt de fosfaatconcentratie in het centraat langzaam af. Na onderbreking van de dosering neemt de P-concentratie geleidelijk weer toe. Het vertragingseffect van de P-toename of de P-afname wordt veroorzaakt door de verblijftijd in de slibgistingstanks.

Het verloop van de grafiek duidt er eveneens op dat fosfaat in de gisting niet vrijkomt.

Figuur 1 Ortho-P-concentratie in het centraat van de rwzi Utrecht (1994)



Op grond van deze bevindingen is een praktijkonderzoek gestart, waarbij de dosering van fosfaat in de slibtoevoer naar een ontwateringscentrifuge is beoordeeld (zie hoofdstuk 5).

3.3 Afzettingen in en op beluchtingselementen

De oorzaak van de vorming van de afzettingen in en op beluchtingselementen kan te wijten zijn aan:

- een hoge hardheid van het water, een relatief hoge concentratie aan calcium en magnesium, gecombineerd met een relatief hoge pH. De afzetting bestaat dan voornamelijk uit calciumcarbonaat, eventueel in aanwezigheid van een co-precipitaat van ijzerfosfaat en ijzercarbonaat.
De omstandigheden die het ontstaan van deze afzettingen bevorderen, zijn een plaatselijke temperatuurverhoging door het inbrengen van relatief warme lucht en het strippen van CO₂. In het eerste geval wordt het oplosbaarheidsproduct van calciumcarbonaat verlaagd, in het tweede geval kan plaatselijk een pH-verhoging optreden.
- het optreden van inwendige verstoppingen aan de luchtzijde. Deze verstoppingen kunnen worden veroorzaakt door onvoldoende gefilterde lucht, roest afkomstig van corrosieafzettingen in het leidingsysteem of olie uit de compressoren. Een te lage luchtsnelheid of intermitterende beluchting kan de kans op verstoppingen bevorderen.

In het STOWA-rapport 'Verstopping van beluchtingselementen' [16] is reeds bekeken of een relatie tussen het optreden van verstoppingen en simultane defosfatering kon worden vastgesteld. Dit bleek niet het geval te zijn. Ook hier werd als oorzaak genoemd een hoge hardheid van het water, gecombineerd met een relatief hoge pH.

Het ontstaan van afzettingen veroorzaakt door de hardheid van het water is inherent aan de samenstelling van het afvalwater en daardoor vrijwel niet te beïnvloeden. De genoemde oorzaken van inwendige verstoppingen zijn door preventieve maatregelen beter te bestrijden.

Correctieve maatregelen zijn het reinigen van de elementen met een zuur (mierenzuur, zoutzuur), een stootsgewijze toevoeging van perslucht of het uitwendig reinigen met stoom of heet water onder hoge druk [6,7].

3.4 Afzettingen in doseerleidingen van chemicaliën

Afzettingen in chemicaliedoseerleidingen kunnen worden veroorzaakt door:

- een te lage (omgevings)temperatuur, waardoor het te doseren zout uitkristalliseert;
- het hanteren van een te hoge verdunning van het te doseren zout met aanmaakwater. De hiermee gepaard gaande pH-stijging kan leiden tot de vorming van het slecht oplosbare ijzer(III)hydroxide, dat zich aan de leidingwand kan vasthechten;
- het in het chemicalie aanwezige titaandioxide. Sommige respondenten van de enquête geven aan dat het, in het FeSO_4 , aanwezige titaandioxide verantwoordelijk is voor de afzetting. Dit veroorzaakt volgens hen een neerslag van TiOSO_4 . Hiervoor is in de literatuur geen aanwijzing gevonden.
- het overschrijden van het oplosbaarheidsproduct van calciumsulfaat (gips) in het geval van de dosering/aanmaak van met zwavelzuur aangezuurd ijzerhoudend drinkwaterslib.

De genoemde problemen kunnen worden voorkomen door:

- de chemicalie-doseerleiding te isoleren/tracen. Door menging met een ander chemicalie (bijvoorbeeld FeCl_3) kan het vriespunt van de oplossing worden verlaagd. Hierdoor kan uitkristallisatie worden voorkomen;
- het beperken van de verdunning met aanmaakwater bij Fe^{3+} , waardoor de vorming van ijzerhydroxide wordt voorkomen;
- het aanzuren van drinkwaterslib met zoutzuur in plaats van zwavelzuur.

4 VOORKÓMEN VAN AFZETTINGEN

4.1 Inleiding

In hoofdstuk 3 is uitgelegd dat voor in water aanwezige opgeloste componenten geldt, dat ze ten minste oververzadigd in oplossing moeten zijn, alvorens een neerslagvorming/afzetting kan optreden. Gangbare maatregelen om afzettingen te voorkomen, zijn er daarom op gericht de (afzonderlijke) componenten (gedeeltelijk) te verwijderen of ze oververzadigd in oplossing te houden.

In de navolgende paragrafen worden de voor deze problematiek gangbare preventieve technieken besproken. Hierbij dient te worden opgemerkt dat de meeste van deze technieken in de industrie worden toegepast. Er is kort ingegaan op de voor- en nadelen van de verschillende technieken, rekening houdend met de specifieke toepassing hiervan in de water- of sliblijn van een afvalwaterzuiveringsinrichting.

De fysische en scale-inhibitie technieken zijn hierbij uitgebreider behandeld omdat beide technieken in de praktijk zijn getest.

4.2 Ionenwisseling

Ionenwisselaars zijn veelal gesynthetiseerde polymere bolletjes die in staat zijn om ionen in water uit wisselen. Er bestaan zowel kationen- als anionenwisselaars voor de verwijdering van respectievelijk positieve en negatieve ionen. Metaalionen kunnen als vrij ion (positief geladen) en als negatief geladen metaalcomplex voorkomen. Een gemengde wisselaar is dan noodzakelijk. De ionenwisselaars zijn vaak beperkt selectief waardoor de aanwezige overige ionen concurreren om de beschikbare bindingsplaatsen.

Indien de ionenwisselaar volledig beladen is, dient regeneratie plaats te vinden. Door gebruik te maken van een (geconcentreerd) regeneratiemiddel kan de ionenwisselaar weer in zijn oorspronkelijke staat worden hersteld en opnieuw worden gebruikt.

Voordelen	Nadelen
<ul style="list-style-type: none">- Specifieke verwijdering van bepaalde ionen is mogelijk.- Door regeneratie is de ionenwisselaar te hergebruiken.	<ul style="list-style-type: none">- Veel concurrerende ionen aanwezig in een slib/watermengsel waardoor frequent moet worden geregenereerd.- Grote kans op verstoppingen gezien de aard van het slib/watermengsel.- Regeneratiemiddel benodigd en het (geconcentreerde) regenerant moet verder worden verwerkt.- Omvangrijke installatie door grote debieten (met name bij de toepassing in de waterlijn) en om deze reden duur.

4.3 Complexering

Complexvormers ('chelating agents') zijn in staat om bepaalde kationen min of meer selectief te binden. Voorbeelden hiervan zijn EDTA, NTA, citroenzuur en oxaalzuur. Het kation blijft wel in oplossing maar wordt op deze wijze chemisch gebonden en kan dan niet meer deelnemen aan eventuele neerslagreacties. De benodigde dosering van een complexvormer is evenredig met de concentratie van de te verwijderen component (stoichiometrisch).

Voordelen	Nadelen
<ul style="list-style-type: none"> - Specifieke verwijdering van bepaalde ionen is mogelijk. - Eenvoudige, compacte installatie (doseerapparatuur). 	<ul style="list-style-type: none"> - Veel concurrerende ionen aanwezig in een slib/watermengsel waardoor de dosering (veel) hoger is dan op grond van de stoichiometrische verhouding zou mogen worden verwacht. - (Dure) complexvormers benodigd. - Invloed op het milieu is nadelig of onbekend vanwege mogelijk slechte biodegradeerbaarheid.

4.4 Zuurdosering

Zuurdosering kan ertoe leiden dat bepaalde reactie-evenwichten worden verschoven, waardoor het oplosbaarheidsproduct wordt onderschreden. Een voorbeeld hiervan is de verschuiving van het evenwicht bij lage pH van CO_3^{2-} naar CO_2 (g) of van PO_4^{3-} naar HPO_4^{2-} en H_2PO_4^- . De vorming van bijvoorbeeld calciumcarbonaat en magnesiumammoniumfosfaat (MAP) kan hierdoor worden voorkomen. Bij de vorming van CO_2 is vaak een ontgassingsstap noodzakelijk om voldoende CO_2 uit te drijven, waardoor de drijvende kracht voor de omzetting van (bi)carbonaat naar CO_2 wordt bevorderd.

Voordelen	Nadelen
<ul style="list-style-type: none"> - Eenvoudige, compacte installatie (doseerapparatuur). 	<ul style="list-style-type: none"> - Grote hoeveelheden zuur nodig door grote hoeveelheden te behandelen water (met name in de waterlijn) of door sterk bufferend uitgestit slib. - Introductie van een extra zoutlast (b.v. Cl^- of SO_4^{2-}). - Niet voor het voorkomen van alle afzettingen geschikt (zoals bijvoorbeeld voor sulfaat-afzettingen). - Door lagere pH kans op corrosieverschijnselen van procesonderdelen.

4.5 Loogdosering

Door het gebruik van basen, waardoor de pH stijgt, wordt de neerslagvorming juist geforceerd ('gedwongen precipitatie'). Deze geforceerde neerslagvorming kan ook worden bereikt door CO_2 -houdend water te strippen, waarmee een pH-stijging wordt bereikt.

In een aparte precipitatietank kan het neerslag worden afgevangen, zodat navolgende procesonderdelen geen problemen meer ondervinden. Het aanvullend doseren van kiemkristallen ('external seeding') kan de neerslagvorming bevorderen. Neerslagen die bij hogere pH worden gevormd, zijn o.a. metaalhydroxiden, -fosfaten en -carbonaten.

Voordelen	Nadelen
<ul style="list-style-type: none"> - Eenvoudige, compacte installatie (doseerapparatuur). 	<ul style="list-style-type: none"> - Grote hoeveelheden loog nodig door grote hoeveelheden te behandelen water (met name in de waterlijn) of door sterk bufferend uitgestit slib. - Introductie van een extra zoutlast (bijvoorbeeld Na^+ of K^+). - Ontstaan van chemisch slib dat verder dient te worden verwerkt. - (Mogelijk) een aparte precipitatietank noodzakelijk.

4.6 Scale-inhibitie

Inleiding

In water opgeloste en gesuspendeerde componenten kunnen afzettingen vormen in en op verschillende procesonderdelen. Men onderscheidt hierbij:

- 'Fouling'
Indien de afzetting het resultaat is van de ophoping van gesuspendeerde anorganische of organische componenten of het resultaat van de groei van micro-organismen.
- 'Scaling'
Indien de afzetting het resultaat is van de kristallisatie van opgeloste componenten. Dit kan leiden tot mechanisch zeer sterke en harde coatings.

Op rwzi's die problemen hebben met afzettingen wordt veelal een combinatie van fouling en scaling waargenomen. Organische stoffen (zoals slib) worden hierbij in de afzetting van bijvoorbeeld calciumcarbonaat opgenomen. Bepaling van de gloeirest kan uitsluitsel geven in welke mate dit optreedt.

Eén van technieken om scaling te voorkomen is het doseren van scale-inhibitoren. In hoofdstuk 5 zijn de resultaten opgenomen van een praktijkonderzoek met een scale-inhibitor.

Werking en classificatie

Het begin van de neerslagvorming wordt gekenmerkt door het ontstaan van kristallisatiekiemen (de nucleatie of kiemvorming), die verder aangroeien tot grotere kristallen (de kristalgroei). Deze kunnen zich vervolgens op wandoppervlakken afzetten. Ook het ruwe wandoppervlak kan als kiem dienstdoen.

Scale-inhibitoren zijn chemicaliën die de kiemvorming en -groei beïnvloeden. Afhankelijk van het type inhibitor kunnen ze:

- de kiemvormingstijd vertragen met als doel dat de tijd benodigd voor kiemvorming groter is dan de verblijftijd in het procesonderdeel;
- homogene kiemvorming en -groei (neerslag in oplossing) bevorderen ten opzichte van heterogene kiemvorming en -groei (neerslag aan het wandoppervlak). Inhibitoren/dispergeermiddelen die adsorberen aan het kristalvlak of elektrisch geladen colloïdale deeltjes kunnen ervoor zorgen dat het gevormde chemische neerslag in suspensie blijft;
- de groei van instabiele kristalvormen bevorderen door absorptie van inhibitoren in de kristalstructuur of adsorptie van inhibitoren aan het kristalgroei-oppervlak. Dit kan leiden tot minder of brossere afzettingen;
- de kristalgroeisnelheid vertragen, hetgeen de frequentie van schoonmaken vermindert.

De scale-inhibitoren kunnen naar gelijkheid in chemische structuur of actieve groep worden geclassificeerd [15]:

- I. 'Condensed phosphates'. Deze zijn weer onder te verdelen in lineaire polyfosfaten, cyclische metafosfaten, bijvoorbeeld tri-, tetra- en hexametafosfaat en ultrafosfaten. Deze fosfaten werden vroeger veelvuldig in wasmiddelen toegepast.
- II. Organofosfonaten, verscheidene $P(OH)_2O$ -groepen verbonden met koolstof. Bepaalde auteurs menen dat deze fosfaten in staat zijn om bestaande scaling te verwijderen. De organofosfonaten zijn in het algemeen goed biologisch afbreekbaar.
- III. Poly-electrolyten. Bepaalde macromoleculaire verbindingen die als flocculanten worden gebruikt, vertonen soms scale-preventieve eigenschappen. Dit is afhankelijk van type flocculant, het molecuulgewicht(gebied) en de pH. Men onderscheidt:

- de kationische PE's, bijvoorbeeld quaternaire ammoniumzouten zoals polyethyleen-imine en polyvinylammonium. Deze zijn als inhibitor niet erg effectief en worden daardoor niet veel gebruikt;
 - de anionische PE's, bijvoorbeeld polyacryl- en polysulfonzuren, polyacrylamide-acrylaten en polyacrylonitril-acrylaten. Deze zijn als inhibitor effectief en temperatuurstabiel;
 - De niet-ionogene PE's, bijvoorbeeld polyacrylamide, polyacrylonitril. Deze zijn minder effectief dan de anionische PE's maar effectiever dan de kationische PE's.
- IV. Overig. Een groot aantal organische verbindingen bezit inhiberende eigenschappen:
- gelatine en bepaalde oppervlakte-actieve stoffen (Na-dodecylsulfaat) inhiberen de precipitatie van calciumsulfaat. Ook organische zuren bezitten deze eigenschappen;
 - de afbraakproducten van plantaardig materiaal, bijvoorbeeld humuszuren, kunnen de groei van aragonietkristallen remmen.

Hieruit blijkt dat vele organisch-P- en anorganisch-P-bevattende verbindingen een inhiberende werking hebben bij het optreden van afzettingen. Lage concentraties kunnen de precipitatie-snelheid van CaCO_3 aanzienlijk verminderen. De verklaring hiervoor is dat PO_4 adsorbeert aan het calcietskroepoppervlak en/of dat potentiële CO_3 -plaatsen worden ingenomen door PO_4 . Dit laatste leidt tot electrostatisch-veldveranderingen door een verschil in lading tussen beide ionen. Dit bemoeilijkt de verdere aangroei van een nieuwe CO_3 -laag.

Er zijn met polyacrylzuren en polyacrylaten proeven uitgevoerd, waaruit bleek dat de effecten op de kiemvormingssnelheid en de groeisnelheid middelmatig zijn, maar dat de evenwichtsconcentratie voor Ca^{2+} aanzienlijk toeneemt. De effectiviteit blijkt sterk afhankelijk te zijn van het molecuulgewicht: een optimum wordt bereikt bij een molecuulgewicht van 1.000-5.000. Het gebruik van kationische PE's bleek geen enkel positief effect te hebben [15].

De LUW heeft onderzoek uitgevoerd naar het voorkomen van kalkafzettingen in UASB-reactoren. Het blijkt dat de kristallisatie van calciumcarbonaat aanzienlijk wordt geremd in de aanwezigheid van fosfaat bij zeer lage concentraties (0,5-5 mg P/l). Bij een concentratie van 10 mg P/l, gedoseerd als KH_2PO_4 , wordt geen kristallisatie meer waargenomen. Fosfaat bezet potentiële groeiplaatsen voor calciumcarbonaat en verhindert op deze wijze verdere kristalgroei [4].

In de onderstaande tabel zijn kort de voor- en nadelen van het gebruik van inhibitoren in zijn algemeenheid genoemd.

Voordelen	Nadelen
<ul style="list-style-type: none"> - Eenvoudige, compacte installatie (doseerapparatuur). - Lage dosering mogelijk (afhankelijk van o.a. de hoeveelheid organische stof). - Geen introductie van een extra zoutlast. 	<ul style="list-style-type: none"> - Wisselend succesvol. - Naar verwachting duur door grote hoeveelheden te behandelen slib/water (met name in de waterlijn). - Invloed op het milieu is nadelig of onbekend vanwege de slechte biodegradeerbaarheid in het geval van de meeste organische verbindingen (uitgezonderd biopolymeren). - Invloed op kationische polymeren (t.b.v. slibontwatering) is onbekend.

4.7 Fysische behandeling

Werking

Bij fysische behandeling stroomt de te behandelen oplossing door een sterk en wisselend elektrisch of magnetisch veld of een combinatie hiervan. Er bestaan vele uitvoeringsvormen van apparatuur die hierop is gebaseerd.

Een expliciete verklaring van de werking van de techniek ontbreekt vooralsnog. In de literatuur zijn hiervoor de volgende verklaringen gevonden.

- door het aanleggen van een magnetisch veld neemt het aantal botsingen tussen ionen toe, waardoor kristalkiemen in de bulk van de oplossing worden gevormd of de activerings-energie voor kiemvorming wordt verlaagd of een combinatie van beide werkzaam is. Door proeven is de juistheid van de hypothese voor de vorming van calciumcarbonaat aangetoond. Beide effecten leiden tot een vermindering van afzettingen op oppervlakken [1];
- het aanleggen van een magnetisch veld leidt tot een pH-verandering, hetgeen de kristal-groei beïnvloedt. Experimenten zijn uitgevoerd met en zonder toepassing van een 'fysisch' apparaat. Indien de pH van beide oplossingen constant wordt gehouden, is geen significant onderscheid waargenomen in de mate van afzetting. Indien de pH niet wordt geregeld, blijkt dat de pH van de testoplossing in eerste instantie een halve pH-eenheid zakt, waarna deze langzaam in de tijd toeneemt, maar altijd lager blijft dan die van de referentie-oplossing. De mate van afzetting is minder in vergelijking met de referentie-oplossing, die een hogere pH bezit. Er wordt geen verklaring voor dit verschijnsel gegeven. Wel wordt verwezen naar andere onderzoeken waarbij dit effect eveneens is vastgesteld; de grootte van de pH-verandering bleek daarbij evenredig met de grootte van het aangelegde magnetische veld [2];
- het afzetting-voorkomende effect wordt veroorzaakt door het vrijkomen van inhibiterende verbindingen (in dit geval zink) uit leidingmateriaal door het aanleggen van een magnetisch en/of elektrisch veld. Volgens de auteurs kan zink al in zeer lage concentraties de vorming van calciumcarbonaat verstoren. Er is vastgesteld dat zowel de kiemgroei wordt geremd, als het type kristalstructuur kan veranderen, bijvoorbeeld aragoniet in plaats van calciet. Het vooraf doseren van zink in zeer lage concentraties bleek hetzelfde effect te hebben [3].

Het effect van sommige fysische technieken zou tot enkele uren na de behandeling stand moeten houden ('memory effect'). Er wordt in de literatuur soms aangegeven dat bestaande afzettingen langzaam oplossen na toepassing van een fysische techniek.

Voordelen	Nadelen
<ul style="list-style-type: none">- Relatief lage investerings- en exploitatiekosten (zeer laag energieverbruik).- Compact en eenvoudig te installeren.- Geen chemicaliën benodigd ('schone' oplossing).	<ul style="list-style-type: none">- Wisselend succesvol.- Wetenschappelijke verklaring van de werking ontbreekt.- Effect op de slibontwatering is onbekend.

Praktijkonderzoek

Eind 1997 is op de rwzi Houtrust in opdracht van het Hoogheemraadschap van Delfland een Scalewatcher[®] getest. Dit apparaat maakt gebruik van een hoog-frequent elektrisch veld om afzettingen aan oppervlakken te voorkomen door een verandering van de kristalstructuur en een verlaging van de oppervlaktespanning. Elektrische windingen die het apparaat verlaten en om een leiding worden gewikkeld zorgen voor inductieve opwekking van dit veld.

Op een rwzi in Winnipeg (Canada) is dit apparaat succesvol beproefd op een slibontwateringscentrifuge, waarbij voorheen harde afzettingen van struviet werden waargenomen. Na installatie van het apparaat verminderden de afzettingen aanzienlijk en werd een dunnere, maar brossere afzetting verkregen die handmatig eenvoudig was te verwijderen.

Op de rwzi Houtust is het apparaat geïnstalleerd enkele meters voor de inlaat van een slibontwateringscentrifuge. De vergelijking met een referentie-centrifuge geschiedde visueel en door middel van dikte-metingen van de afzetting op verschillende plekken in de centrifuges. Beide centrifuges zijn zoveel mogelijk gelijk belast.

De eerste bevindingen waren gematigd positief; afzettingen werden wel waargenomen, alleen de structuur bleek brosser te zijn. In februari 1998 is het apparaat vervangen door een met een grotere capaciteit. Na circa twee maanden bleek het effect hiervan nihil te zijn: er was geen visueel verschil tussen de referentie-centrifuge en de test-centrifuge vast te stellen. Ook het installeren van een tweede apparaat, net na de na-indikker, en het vergroten van het aantal windingen om de leiding hadden geen positief effect tot gevolg. Eind 1998 is de test wegens uitblijven van enig positief resultaat gestaakt.

4.8 Verdunning van de processtroom

Door het verdunnen van de processtroom met (bedrijfs)water worden de concentraties van alle aanwezige ionen verlaagd. Hierdoor kunnen bepaalde oplosbaarheidsproducten worden onderschreden, waardoor ionen in oplossing blijven en neerslagvorming wordt voorkomen. Gecombineerd met een hogere snelheid in de leidingen kan dit leiden tot minder of geen afzettingen.

Voordelen	Nadelen
<ul style="list-style-type: none"> - Relatief eenvoudige oplossing indien de procesonderdelen het verhoogde debiet kunnen verwerken. - Geen chemicaliën benodigd ('schone' oplossing). 	<ul style="list-style-type: none"> - Debiet neemt evenredig met de verdunningsfactor toe, waardoor de hydraulische verblijftijd afneemt. Voor sommige processtappen kan dit nadelig zijn. - Praktisch niet toepasbaar in de waterlijn. - Slibontwatering wordt wellicht negatief beïnvloed door meer verdund slib. - Toename van de exploitatiekosten door een verhoging van het te behandelen debiet.

4.9 Gebruik van gladde oppervlakken

Het toepassen van materialen met een glad oppervlak of het plastificeren van bestaande (metaal)oppervlakken kan ertoe leiden dat de betreffende componenten zich minder of geheel niet zullen afzetten. Een voorbeeld is het gebruik van gladde PVC- of PP-leidingen of de toepassing van tefloncoatings in leidingen en op kleppen.

Voordelen	Nadelen
<ul style="list-style-type: none"> - Voor sommige procesonderdelen relatief eenvoudig te realiseren. - Geen chemicaliën benodigd ('schone' oplossing). 	<ul style="list-style-type: none"> - Wisselend succesvol. - Technisch niet altijd te realiseren (bijvoorbeeld in ontwateringsapparatuur of beluchtingselementen).

4.10 Luchtdicht maken van apparatuur/leidingwerk

Door het luchtdicht maken van leidingwerk of apparatuur wordt voorkomen dat aanwezig CO₂ kan ontsnappen. Een pH-verhoging, die verantwoordelijk kan zijn voor het ontstaan van afzettingen, blijft hierdoor achterwege.

Voordelen	Nadelen
<ul style="list-style-type: none">- Voor sommige procesonderdelen relatief eenvoudig te realiseren.- Geen chemicaliën benodigd ('schone' oplossing).	<ul style="list-style-type: none">- Technisch niet altijd te realiseren.- Wisselend succesvol (niet voor het voorkomen van <u>alle</u> afzettingen geschikt).

4.11 Verlagen van de temperatuur

Voor een aantal verbindingen (zoals voor calciumcarbonaat en calciumsulfaat) neemt de oplosbaarheid af bij een toenemende temperatuur. Een verlaging van de (water)temperatuur kan er dus voor zorgen, dat de betreffende ionen onderverzadigd in oplossing blijven.

Voordelen	Nadelen
<ul style="list-style-type: none">- Voor sommige procesonderdelen relatief eenvoudig te realiseren.- Geen chemicaliën benodigd ('schone' oplossing).	<ul style="list-style-type: none">- Technisch niet altijd te realiseren.- Wisselend succesvol (afhankelijk van concentraties en type verbinding).- Kan duur zijn door gebruik van warmtewisselaars en/of koelmiddel.- Lage temperatuur beïnvloedt biologische zuiveringsprocessen.

4.12 Kosten van de technieken

Gezien de grootte en de aard van het afvalwaterdebiet van rwzi's zijn de meeste technieken voor de waterlijn financieel gezien niet interessant; de investeringen en/of operationele kosten zullen niet opwegen tegen het regelmatig schoonmaken van het bewuste procesonderdeel. Voor de toepassing in de chemicalielijn is een aantal technieken financieel interessant. Afhankelijk van de specifieke component die de afzetting veroorzaakt, zal hieruit een gerichte keuze moeten worden gemaakt.

Om deze reden beperkt de beoordeling van de verschillende technieken zich tot de toepassing in de sliblijn, waarbij calciumcarbonaat als afzetting wordt gevormd. In tabel 6 is voor de technieken een inschatting gegeven van de relatieve exploitatiekosten, de praktische haalbaarheid, de te verwachten effectiviteit en de milieubezwaarlijkheid.

4.13 Evaluatie

Op basis van de beoordeling van de technieken (tabel 6) lijken voor toepassing in de sliblijn de fysische en scale-inhibitie technieken het meest geschikt. De overige technieken zijn vanwege hoge investeringen, een hoog chemicalieverbruik en de praktische haalbaarheid minder interessant. Beide technieken zijn op praktijkschaal getest (zie paragraaf 4.7 en hoofdstuk 5).

Tabel 6 Beoordeling van technieken ter voorkoming van afzettingen voor de toepassing in de sliblijn

Techniek	Exploitatiekosten	Praktische haalbaarheid	Vervachte effectiviteit	Milieu-bezwaarlijkheid	Opmerkingen
Ionenwisseling	-	-	++	-	grote van de installatie en het chemisch gebruik is debietafhankelijk, voorafgaande verwijdering van zwevende stof is noodzakelijk
Complexering	-/+	++	++)	het chemisch gebruik is debietafhankelijk
Zuur- of loogdosering	-	++	++	--	het zuur- of looggebruik is afhankelijk van het debiet en de buffercapaciteit van de processtroom
Scale-inhibitoren	+	++	++)	het chemisch gebruik is afhankelijk van het debiet en de hoeveelheid organische stof
Fysische techniek	++	++	--/++ ²⁾	++	in veel uitvoeringen alleen toepasbaar rondom leidingen
Verdunning processtroom	-/+	-/+	+	++	hoeveelheid verdunningswater is afhankelijk van het debiet en van de oververza- <i>ding van de processtroom</i>
Glad oppervlak	-/+	-	+	++	niet voor alle toepassingen technisch te realiseren
Luchtdicht maken apparatuur	-/+	-/+	+	++	niet voor alle toepassingen technisch te realiseren
Verlagen temperatuur	-	-/+	-/+	++	niet voor alle toepassingen technisch te realiseren, de benodigde temperatuur is afhankelijk van de oververza- <i>ding van de processtroom</i>

-- = negatief beoordeeld ten opzichte van de beschouwde parameter; ++ = positief beoordeeld ten opzichte van de beschouwde parameter

¹⁾afhankelijk van de biologische afbreikbaarheid van inhibitor/complexvormer, ²⁾afhankelijk van locale specifieke omstandigheden en het type fysische techniek

5 FOSFAATDOSERING ALS PREVENTIEVE TECHNIEK

5.1 Inleiding

Naar aanleiding van de resultaten van het praktijkonderzoek op tien rwzi's (zie paragraaf 3.2.2) en op basis van kostenoverwegingen is de dosering van een scale-inhibitor op praktijkschaal beproefd. Hierbij is een inhibitor in een lage concentratie in de slibtoevoerleiding naar een ontwateringscentrifuge gedoseerd. Dit heeft tot doel om afzettingen in de centrifuge en in de centraatleiding te voorkomen.

De navolgende paragrafen behandelen de opzet en de resultaten van dit onderzoek.

5.2 Onderzoeksopzet

Selectie van de inhibitor

Ten behoeve van het praktijkonderzoek met scale-inhibitoren zijn laboratoriumtesten uitgevoerd met zeven commercieel verkrijgbare inhibitoren en een fosfaatzout (NaH_2PO_4), met als doel het inhibiterende effect op de calciumcarbonaatvorming vast te stellen.

De inhibitoren zijn door een laboratoriumproef op hun effectiviteit beoordeeld. Hierbij is de door de verschillende leveranciers (Necarbo Stockhausen, IWC, Ciba Specialty Chemicals (voorheen Allied Colloids) en Buckman) aanbevolen inhibitorhoeveelheid (10, 25 of 50 ppm product) aan 1 liter centraat gedoseerd. Het centraat is continu op een temperatuur van 40°C gehouden om de oververzadiging van de oplossing te verhogen.

Van deze oplossingen is de opgeloste calcium- en carbonaatconcentratie in de tijd bepaald. Een afname van een component duidt op het precipiteren van deze component uit de oplossing. De vergelijking heeft plaatsgevonden met een referentie-centraatoplossing waaraan geen inhibitor is gedoseerd.

Alle inhibitoren bleken in meer of mindere mate in staat om de vorming van calciumcarbonaat te remmen. Gezien de lagere prijs van het fosfaatzout (f 10,-/kg P, 10 ppm als kenmerkende dosering) in vergelijking met kant-en-klare commerciële producten ($\pm f$ 6 tot 9,- per kg product, 25 ppm als kenmerkende dosering) is in de eerste plaats de dosering van fosfaat op praktijkschaal beproefd.

Praktijkonderzoek

Op de rwzi Houtrust is een fosfaatzout gedoseerd op circa tien meter afstand voor de inlaat van een slibontwateringscentrifuge, net voor een slibversnijder. In verband met de beperkte oplosbaarheid van NaH_2PO_4 in water is gekozen voor een mengsel¹ van trinatriumfosfaat (Na_3PO_4) en fosforzuur (H_3PO_4) in water met een pH van 5,5. De dosering ervan heeft geen invloed op de pH van het ingaande slib. Er wordt een vaste hoeveelheid fosfaatzout per tijdseenheid gedoseerd (10 l/h) aan een ingaande slibstroom, die een vrijwel constant debiet heeft ($30 \text{ m}^3/\text{h}$). De dosering wordt automatisch gestaakt wanneer de centrifuge uit bedrijf wordt genomen.

Op basis van de lab-experimenten is gekozen voor een dusdanige dosering dat continu circa 10 mg P/l aan het te ontwateren slib wordt toegevoegd. De hoeveelheid fosfor (fosfaat) die op deze wijze aan het centraat wordt toegevoegd en naar het begin van de rwzi wordt teruggevoerd is circa 0,5-1% van de vracht die in de waterlijn wordt gedefosfateerd. De dosering is ten tijde van het onderzoek niet geoptimaliseerd.

¹ mengsel van 109 kg Na_3PO_4 en 68 kg 75% H_3PO_4 in 806 kg water

De vergelijking van de werking van de inhibitor heeft plaatsgevonden met een referentie-centrifuge. Zowel de test- als de referentie-centrifuge zijn voor aanvang van de proef schoon-gemaakt.

5.3 Resultaten

Bij eerste visuele beoordeling na vijf weken bedrijfsvoering bleek dat de test-centrifuge vrijwel schoon was en dat in de referentie-centrifuge duidelijke harde afzettingen waarneembaar waren. De test-centrifuge had op dat moment twee keer zo veel slib ontwaterd (2x zoveel draaiuren) ten opzichte van de referentie-centrifuge. Na twee maanden bedrijfsvoering werd ditzelfde beeld bevestigd. Tevens bleek dat de centraatleiding van de referentie-centrifuge afzettingen vertoonde, terwijl deze leiding van de test-centrifuge geheel schoon was.

De testcentrifuge had na afloop van de proef 30.400 m³ slib verwerkt ten opzichte van 16.900 m³ slib van de referentie-centrifuge. De dosering heeft geen negatief gevolg gehad voor het slibontwateringsrendement.

5.4 Evaluatie

Op basis van het uitgevoerde laboratorium- en praktijkonderzoek blijkt dat de toepassing van organische scale-inhibitoren en anorganische fosfaatverbindingen de vorming van afzettingen sterkt remt. Dit is een bevestiging van het mechanisme dat de inhibitie van calciumcarbonaatvorming door fosfaat beschrijft (zie paragraaf 3.2).

De dosering van een fosfaatzout in de slibtoevoerleiding van een ontwateringscentrifuge heeft het inhibiterende effect op praktijkschaal bevestigd. De centrifuge en de centraatleidingen vertoonden duidelijk minder afzettingen vergeleken met de referentiecentrifuge.

5.5 Kosten

Uit het onderzoek is gebleken dat het doseren van een fosfaatzout-oplossing in een lage hoeveelheid al een inhibiterende werking heeft op de vorming van calciumcarbonaat.

Voor de rwzi Houtrust is een oplossing gebruikt met een concentratie van circa 30 g P/l. Dit wordt continu aan de te ontwateren slibstroom gedoseerd, zodanig dat 10 mg P/l aan het slib wordt toegevoegd.

In tabel 7 zijn hiervoor de relevante kosten en baten berekend. Deze betreffen:

- de kapitaalslasten van een doseerinstallatie (pompen, 20 m³ opslagtank en regeling);
- de kosten van de inhibitor (het fosfaatzout);
- de kosten voor een extra benodigde hoeveelheid ijzer in de waterlijn door toevoeging van fosfaat en de kosten voor het extra ontstane slib. Hierbij is aangenomen dat al het gedoseerde fosfaat met het centraat wordt teruggevoerd naar het begin van de rwzi;
- de besparing op menskracht voor het schoonmaken van de ontwateringscentrifuges;
- kosten voor het capaciteitsverlies als gevolg van stilstand ten behoeve van reiniging.

Deze jaarlijkse lasten zijn als volgt berekend:

aantal uren ten behoeve van schoonmaakwerkzaamheden/totaal aantal bedrijfsuren van de ontwaterings-apparatuur * afschrijving van de mechanische+elektrotechnische kosten voor de ontwateringsinstallatie (op basis van 10 jaar afschrijving en 6% rente).

Tabel 7 Kosten en baten bij de dosering van een fosfaatinhibitor

Kosten en baten	rwzi Houtrust (4 centrifuges, 1.100 m ³ slib/dag)	Uitgangspunten
Kapitaalslasten doseerinstallatie	f 27.180,-	f 200.000,-, annuïteit 10 jaar, 6% rente
Dosering inhibitor	f 40.150,-	dosering 10 mg P/l, f 0,30/l (met 30 g P/l)
Kosten P-verwijdering	f 24.090,-	f 6,-/kg P
Besparing aan schoonmaakwerkzaamheden	- f 112.000,-	Houtrust: 160 mensdagen/jaar, f 700,-/dag
Kosten door capaciteitsverlies door stilstand (besparing)	- f 147.400,-	Houtrust: 9,5% van de tijd
Totaal baten	+ f 167.980,-/jaar	

De in de tabel geraamde inhibitor-kosten zijn maximale kosten aangezien:

- een relatief hoge dosering van 10 mg P/l is gehandhaafd, terwijl volgens de literatuur bij concentraties ≤ 5 mg P/l ook goede resultaten zijn behaald [4];
- in verband met veiligheidsvoorschriften is uitgegaan van een mengsel van Na_3PO_4 en H_3PO_4 die per kg product vrijwel hetzelfde kosten (\pm f 1.000,-/ton). De berekende prijs per kg P is voor fosforzuur (H_3PO_4) aanmerkelijk minder, zodat de dosering van alleen fosforzuur de voorkeur verdient. In dat geval dient wel rekening te worden gehouden met het sterk zure en corrosieve karakter van fosforzuur.

Uit de kostenraming valt af te leiden dat het doseren van fosfaat met name zinvol is indien veel tijd voor schoonmaken van de ontwateringsapparatuur benodigd is en er sprake is van een langdurige stilstand. Voor iedere specifieke situatie kan op deze wijze worden beoordeeld of fosfaatdosering financieel gezien een interessante oplossing is.

5.6 Aandachtspunten voor de praktijk

Aspecten die in het kader van dit project niet zijn getest, maar van belang kunnen zijn voor een goede werking van de inhibitor zijn navolgend beschreven.

Menging

Om een goede en snelle menging te verkrijgen dient de inhibitor te worden gedoseerd op een geschikt punt. Voorbeelden hiervan zijn direct voor een pomp, slibversnijder of leidingbocht.

Doseerlocatie

Er zijn verschillende doseerlocaties voor de inhibitor mogelijk. Op de rwzi Houtrust is het chemicalie direct voor een slibversnijder gedoseerd. Een alternatief is het toevoegen van het chemicalie aan de (aangemaakte) PE-oplossing in een juiste concentratie. Aparte doseerapparatuur voor de inhibitor is hierdoor niet meer benodigd. Er dient in dit geval te worden beoordeeld of het toevoegen van de inhibitor aan de PE-oplossing de werking van het PE niet negatief beïnvloedt.

Invloed van de verblijftijd

Uit praktische overwegingen kan het aantrekkelijk zijn om de inhibitor al op een eerder punt in de sliblijn te doseren. Hierbij kan men denken aan het toevoegen van het chemicalie aan een na-indikker, waarna het ingedikte slib naar verschillende centrifuges wordt getransporteerd in plaats van het doseren in de slibtoevoerleiding van elke centrifuge afzonderlijk. Ten opzichte van het doseren direct voor een centrifuge neemt de verblijftijd van de inhibitor in deze situatie toe. Het is niet bekend in hoeverre dit de effectiviteit van de inhibitor beïnvloedt. Aangezien bij de dosering van een fosfaatzout de opgelost-fosfaatconcentratie bepalend is voor het inhiberend effect is het aan te bevelen om de benodigde dosering aan het hand van opgelost-fosfaat-analyses van het centraat in te stellen.

Samenstelling en oorzaak van het ontstaan van afzettingen

De chemische afzettingen die op rwzi's in en op beluchtingselementen en rondom de slibontwateringsapparatuur worden waargenomen, bestaan voornamelijk uit calcium, carbonaat, ijzer en fosfaat. De afzettingen in chemicalie-doseerinstallaties zijn zeer specifiek en locatie-afhankelijk.

De oorzaken voor het ontstaan van deze afzettingen zijn navolgend per procesonderdeel beschreven. Een analyse van de afzetting en van de relevante processtromen en -omstandigheden kan uitsluitend geven omtrent de precieze oorzaak.

Beluchtingselementen

- een hoge hardheid van het water in combinatie met het strippen van CO₂, waardoor lokaal een pH-verhoging kan optreden;
- het optreden van inwendige verstoppingen aan de luchtzijde door een onvoldoende gefilterde luchtstroom.

Chemicaliedoseerinstallaties

- het uitkristalliseren van het defosfateringschemicalie bij een te lage temperatuur;
- het te veel verdunnen van het chemicalie met aanmaakwater hetgeen een pH-verhogend effect heeft. Hierdoor kan ijzer(III)hydroxide ontstaan;
- de aanwezigheid van verontreinigingen in het chemicalie (als titaandioxide);
- het aanzuren van calciumrijk drinkwaterslib met zwavelzuur, waardoor calciumsulfaat ontstaat.

Slibontwateringsapparatuur

- een oververzadiging van calciumcarbonaat in combinatie met de reductie van fosfaat in het water na introductie van chemische defosfatering. Dit fosfaat heeft een inhibiterend effect op de vorming van calciumcarbonaat.

In alle gevallen dient de oplossing oververzadigd te zijn, alvorens de vorming van een chemische afzetting kan optreden.

Behandeling en preventie

De in de praktijk toegepaste methoden om de afzettingen te verwijderen, zijn het onder hoge druk verwijderen van de afzetting met water, het spoelen met chemicaliën (meestal een verdund zuur), het meedraaien van stenen in de geperforeerde trommels van zeefbandpersen of het gebruik van pijpenragers. Deze correctieve methoden zijn veelal tijdrovend, waardoor de behoefte ontstaat aan preventieve methoden.

Uit de literatuur blijkt dat met name in de industrie een groot scala aan technieken wordt toegepast om afzettingen te voorkomen. Deze preventieve technieken zijn er op gericht om de (afzonderlijke) componenten, die afzettingen veroorzaken, geheel of gedeeltelijk te verwijderen of deze componenten oververzadigd in oplossing te houden.

Vanwege de aard en grootte van processtromen op rwzi's zijn maar enkele technieken financieel aantrekkelijk. Voor de sliblijn, waar de problemen met afzettingen het grootst zijn, zijn dit het doseren van scale-inhibitoren en het toepassen van een fysische techniek, gebaseerd op de opwekking van een elektrisch veld. Beide technieken zijn op praktijkschaal getest.

Onderzoek

Op grond van literatuur en praktijkmetingen bij een groot aantal rwzi's wordt het mechanisme, dat de remming van calciumcarbonaatvorming door fosfaat beschrijft, zeer waarschijnlijk geacht.

Door het uitvoeren van een laboratoriumonderzoek is de inhiberende werking van fosfaatdosering aangetoond. Commercieel verkrijgbare scale-inhibitoren vertonen dit effect.

Uit kostenoverwegingen is dosering van een fosfaatoplossing, in plaats van de dosering van een commerciële inhibitor, op praktijkschaal getest. Met een dosering van 10 mg $\text{PO}_4\text{-P/l}$ in de slibtoevoerleiding naar een ontwateringscentrifuge worden vrijwel geen afzettingen in de centrifuge en centraatleiding meer waargenomen. De toegepaste dosering is ten tijde van het onderzoek niet geoptimaliseerd en kan mogelijk worden gereduceerd.

De vastgestelde inhibitie verklaart het gegeven dat de afzettingen zich in sterke mate hebben geopenbaard, na de introductie van chemische defosfatering op rwzi's. Vanaf dat moment is de fosfaatconcentratie sterk afgenomen, waardoor het inhiberende effect is verminderd. Uit praktijkervaringen blijkt dat het verlagen van de ijzer- of aluminiumdosering een gelijk effect laat zien: er worden minder problemen met afzettingen ondervonden.

De toepassing van een fysische scale-preventie-techniek, gebaseerd op de opwekking van een elektrisch veld, heeft op de rwzi Houtrust geen effect gehad op de afzetting.

- [1] Ferreux, M., Vidonne, A. e.a.
Action of permanent magnets on scale-forming waters
Tribune de l'Eau
1994, 47, nr. 567, 31-36
- [2] Parsons, S.A., Wang, B.L. e.a.
Magnetic Treatment of Calcium Carbonate Scale-Effect of pH Control
Water Res., vol. 31, nr. 2, 339-342, 1997
- [3] Coetzee, P.P., Yacoby, M. e.a.
The role of zinc in magnetic and other physical water treatment methods for the prevention of scale
Water SA, vol. 22, nr. 4, 1996
- [4] Langerak, E.P.A.
Calcium precipitatie tijdens anaërobe zuivering
november 1997, LUW, sectie Milieutechnologie
- [5] van Haandel, A.C., Lettinga, G.
Anaerobic Sewage Treatment
John Wiley & Sons, 1994, ISBN 0-471-95121-8
- [6] Rutten, G.A.M.
Reinigen beluchtingselementen van de rwzi Nijmegen
De Klaarmeester, 1990, nr. 4
- [7] Kleinert, P.
Praktische Betriebserfahrungen mit dem Einsatz von Tellerbelüftern aus Kunststoff
Abwassertechnik, 1986, nr. 3
- [8] Wheeland, K.G., Robertson, R.
Lime Scaling at Wastewater Treatment Facilities in the Noranda Group
bron onbekend
- [9] Matson, D.
Mill effluent breathes easier with Carbon Dioxide
Water Engineering and Management, september 1988
- [10] Goldstein, D.J., Irvine, W. e.a.
Reuse of treated municipal Wastewater as makeup to circulating cooling systems
Industrial Water Engineering, juli/augustus 1979
- [11] Levine, S., Manas, R.
Concentration of Wastewater with high calcium scaling tendencies by Evaporation
bron onbekend

- [12] Asano, T., Mujeriego, R. e.a.
Evaluation of Industrial Cooling Systems using Reclaimed Wastewater
Water Science and Technology, vol. 20, nr. 10, 1988

- [13] van Eenkhout, J.M.J.M, Hogeveen, K.J. e.a.
Problemen met kalkafzetting
H₂O, 1991, nr. 12

- [14] Fleissner, J.
Magnesium Ammonium Phosphate Study
Interne memo CH2M HILL, 1978

- [15] Roques, H.
Chemical Water Treatment - principles and practice -
VCH Publishers Inc., 1996. ISBN 1-56081-518-3

- [16] STOWA rapport 91-04
Verstopping van beluchtingselementen - Mogelijke relatie met simultane defosfatering? -
Den Haag, 1991



BIJLAGE 1 OVERZICHT VAN RWZI'S MET CHEMISCHE AFZETTINGEN

Rwzi:	Willem Annapolder	Land van Cuijk	Nijmegen	Hilversum
zuiveringssysteem	oxidatiebedden, préprecipitatie (drinkwaterslib + H_2SO_4 of $Fe_2(SO_4)_3$ + $FeCl_3$ in combinatie met PE), slibgisting, centrifuges	twee-traps actiefslibstelsysteem, slibgisting (dosering 40% $FeCl_3$), zeebandpersen (dosering $FeCl_3$ + PE)	actiefslibstelsysteem, préprecipitatie (voorheen met $FeCl_3$, nu $Fe_2(SO_4)_3$), slibgisting, turbodrain, kamerfilterpers	oxidatiebedden, préprecipitatie ($FeCl_3$ + PE), slibgisting, centrifuges
openbaring afzettingen	doseerleiding aangezuurd drinkwaterslib, reactievat: november 1995 (half jaar na in bedrijf name) centrifuge/centraatleiding: 2 ^e helft 1995	vanaf begin 1987	bedrijfswatersysteem: na toepassing préprecipitatie ($FeCl_3$) in 1995 afvoerpomp voorontwatering: juni 1996 (1 jaar na in gebruik name)	centraatvoerleiding: enkele maanden na in bedrijf name centrifuges (1994)
mogelijke oorzaken	doseerleiding, reactievat: in bedrijf name drinkwaterslibinstallatie centrifuge/centraatleiding: gebruik $Fe(III)$	beluchtingselementen: niet bekend trommels zeebandpersen: dosering $FeCl_3$ + PE	chemische defosfatering en/of dosering van PE	dosering $FeCl_3$ + flocculant
beschrijving afzetting	bruin, gelaagd kristalvorming in doseerleiding: niet hard in centrifuge: hard	een witte kalkachtige substantie direct op de beluchtingselementen. De witte laag is bedekt met een bruine laag.	bedrijfswatersysteem: bruin, hard afvoerpomp, -leiding voorontwatering: creme, vetachtig	zwart, oker, bruin, hard, gelaagd
samenstelling afzetting	doseerleiding: vnl. $CaSO_4$ centrifuge/centraatleiding: onbekend	niet bekend	afvoerpomp: glyciriden, vetzuren, 91% gloeiverlies, 6% CaO	niet bekend
gevolg afzettingen	verstopte doseerleidingen en debietmeter	verkorting standtijd van de beluchtingselementen	bedrijfswatersysteem: afwijking meetsignaal debietmeters afvoerpomp: verminderde pompcapaciteit	problemen met centraatvoer (schuimvorming)
(tijdelijke) oplossingen	mechanisch reinigen: weinig resultaat chemisch reinigen: weinig resultaat	beluchtingselementen: vervangen, trommels: de schurende werking van steentjes zorgen voor een reinigende werking	afvoerpomp, -leiding: schoonmaken, 1x/maand spoelen met chloorbleekloog	hogedrukreiniging

Rwzi:	Horstermeer	Raalte	Olst	Dedemsvaart
zuiveringssysteem	actiefslibstelsysteem, simultane precipitatie (FeCl ₃), slibgisting, centrifuges	actiefslibstelsysteem, préprecipitatie (FeClSO ₄ +coagulant+floculant), slibgisting	oxidatiesloot, simultane precipitatie (FeSO ₄), aerobe slibstabilisatie, indikcentrifuges	actiefslibstelsysteem + oxidatiebedden, préprecipitatie (Fe ₂ (SO ₄) ₃), slibgisting
openbaring afzettingen	eind '95: enkele maanden na simultane defosfatering, voorheen was de scaling in mindere mate aanwezig	in de doseerleiding naar de voorbezinktanks, ± half jaar na begin dosering FeClSO ₄	juli 1996: in de FeSO ₄ -doseerleiding naar de oxidatiesloten	najaar 1995: in de Fe(III)-sulfaatdoseerleiding naar de voorbezinktanks
mogelijke oorzaken	FeCl ₃ -dosering	niet bekend	niet bekend	niet bekend
beschrijving afzetting	oker, grijs, bruin, hard, gelaagd, glasachtig	niet bekend	niet bekend	geel, aan de wand bruin
samenstelling afzetting	niet bekend	niet bekend	niet bekend	onopgelost Fe(III)-sulfaat
gevolg afzettingen	belemmering centraatvoer	druk in de doseerleiding loopt op	druk in de doseerleiding loopt op	geheel dichtslibben van de doseerleiding
(tijdelijke) oplossingen	hogedrukreiniging, bij voldoende tijd voor droging aan de lucht, laat de afzetting los	spoelen met HCl (30%)	spoelen met HCl	verwarmen van het oploswater tot 40°C

Beverwijk-Zaanstreek	actiefslibstelsysteem, préprecipitatie (FeCl ₃), slibgisting, centrifuge	actiefslibstelsysteem, préprecipitatie (FeCl ₃), slibgisting, centrifuge	actiefslibstelsysteem, préprecipitatie (FeCl ₃), slibgisting, centrifuge	actiefslibstelsysteem, préprecipitatie (FeCl ₃), slibgisting, centrifuge; warmtewisselaars centraalleiding, trommel centrifuge; slibdroger, trommel centrifuge; oktober/november 1995	préprecipitatie (sinds 1993)	voortbezinktank: vetachtig centraalleiding: wit, gelaagd	centraalleiding: Ca (320 g/kg ds), Fe (10 g/kg ds), Mg (1,9 g/kg ds), P (1,4 g/kg ds), S (2,7 g/kg ds), CO ₂ (40% ds) (calculat is bepaald)	gevolg afzettingen	voortontwateringsstrommel: vnl. Ca (95 g/kg ds) en Fe (220 g/kg ds)	vermoedelijk geringere zuurstof-overdracht	verstopping FeCl ₃ -doseerleiding	verstopping centraalleiding	centraalleiding: spoelen met zuur + reinigingssonde	centraalleiding: spoelen met zuur + warmtewisselaar: dosering derivaat van fosforzuur
Rwzi:	Kralingseveer	Heiloo	Alkmaar	Kettingen VBT's: november 1995	préprecipitatie met FeCl ₃ (sinds 1 jan. 1995)	centraalleiding: wit (gelaagd)	--	samenstelling afzetting	voortontwateringsstrommel: vnl. Ca (95 g/kg ds) en Fe (220 g/kg ds)	vermoedelijk geringere zuurstof-overdracht	verstopping FeCl ₃ -doseerleiding	verstopping centraalleiding	centraalleiding: spoelen met zuur + warmtewisselaar: dosering derivaat van fosforzuur	centraalleiding: spoelen met zuur + warmtewisselaar: dosering derivaat van fosforzuur
	Kralingseveer	Heiloo	Alkmaar	actiefslibstelsysteem, préprecipitatie (FeCl ₃), slibgisting, centrifuge	préprecipitatie met FeCl ₃	witte dunne laag, niet gelijkmatig aanwezig	centraalleiding: wit (gelaagd)	beschrijving afzetting	zwart, hard, gelaagd, glazig	aanwezig	centraalleiding: wit (gelaagd)	voortbezinktank: vetachtig centraalleiding: wit, gelaagd	beschrijving afzetting	zwart, hard, gelaagd, glazig
	Kralingseveer	Heiloo	Alkmaar	actiefslibstelsysteem, préprecipitatie (FeCl ₃), slibgisting, centrifuge	préprecipitatie met FeCl ₃	witte dunne laag, niet gelijkmatig aanwezig	centraalleiding: wit (gelaagd)	mogelijke oorzaken	dosering ijzerzouten + PE (vanaf eind 1994)	préprecipitatie met FeCl ₃	préprecipitatie met FeCl ₃ (sinds 1 jan. 1995)	préprecipitatie (sinds 1993)	mogelijke oorzaken	dosering ijzerzouten + PE (vanaf eind 1994)
	Kralingseveer	Heiloo	Alkmaar	actiefslibstelsysteem, préprecipitatie (FeCl ₃), slibgisting, centrifuge	préprecipitatie met FeCl ₃	witte dunne laag, niet gelijkmatig aanwezig	centraalleiding: wit (gelaagd)	openbaring afzettingen	secundair slibpomp: maart 1995 voortontwateringsstrommel zee- bandpers: half 1995 (de overgang van FeCl ₃ op FeClSO ₄ heeft tot meer problemen met afzettingen geleid)	beluchtingselementen: jan. 1996	centraalleiding: jan. 1996 augustus 1996: FeCl ₃ -doseerleiding	actiefslibstelsysteem, préprecipitatie (FeCl ₃), slibgisting, centrifuge	openbaring afzettingen	secundair slibpomp: maart 1995 voortontwateringsstrommel zee- bandpers: half 1995 (de overgang van FeCl ₃ op FeClSO ₄ heeft tot meer problemen met afzettingen geleid)

Rwzi:	Nieuwegein	Utrecht	De Groote Lucht	Houtrust
zuiveringssysteem	actiefsilbysteem, préprecipitatie (FeCl ₃), silbigisting, centrifuge	twee-traps actiefsilbysteem, précipitatie in tweede trap (FeCl ₃), silbigisting, centrifuge	oxidatiebedden, actiefsilbysteem, préprecipitatie met FeClSO ₄ , silbigisting, zeebandpers	actiefsilbysteem (zuivere O ₂), préprecipitatie (FeClSO ₄), silbigisting, centrifuge
openbaring afzettingen	mei 1995: één maand na in gebruik name van de centrifuge	eind 1994: trommel van de centrifuge, centraatafvoerleiding 1996: silbpomp naar silbigisting	juli 1994	oktober 1995 (sinds in gebruik name silbontwatering): centrifuge, centraatleiding eind 1994: bedrijfswaterinst.
Mogelijke oorzaken	préprecipitatie met FeCl ₃ + PE (vanaf 1992) verandering van het type PE voor de silbontwatering lijkt het scalingsprobleem te verminderen	(drie maanden na verhoging van de Fe-dosering, na verlaging van de dosering verminderen de problemen	toepassing chemische defosfatering (eerst FeCl ₃ , later FeClSO ₄ + PE)	dosering FeClSO ₄ + PE verhoging van de ijzerdosering leidt tot meer scaling
beschrijving afzetting	zwart, bruin, grijs, breeikbaar, gelaagd, hard	licht bruin, gelaagd, bros	ontw. trommel zeebandpers: zwart filterbanden zeebandpers: bruin voor- en na-indikker: rood-bruin NBTS: geel-rood (poedervormig) brandolelementen AT: wit/grijs debietmeter + persleiding naar SGT: zwart/grijs (filament) cilinderkop gasmotor: grijs/geel	centrifuge: grijs, bruin, gelaagd bedrijfswaterinstallatie: bruin, bros, homogeen
samenstelling afzetting	mei '95: 58%CO ₂ , 0,4%Fe, 1,5%Ca december 1995: 13%CaO, 30%Fe ₂ O ₃ , 17%PO ₄ , 11%CaCO ₃ 1996: vnl. Fe, PO ₄ , Ca en CO ₂ (vrijantiet is bepaald)	Ca (33 g/kg ds), CO ₂ (42 g/kg ds), Fe (79 g/kg ds), PO ₄ (108 g/kg ds), NH ₄ (4 g/kg ds), Mg (1 g/kg ds)	niet bekend	vnl. Fe, Ca, PO ₄ en CO ₂ ; de specifieke samenstelling varieert rondom de centrifuge
gevolg afzettingen	dichtslibben centraatvoer opstart centrifuge bemoeilijkt	dichtslibben centraatvoer opstart centrifuge bemoeilijkt	verstoring silbontwatering onbetrouwbare debietmeting	vastlopen centraatpompen, dichtslibben leidingen
(tijdelijke) oplossingen	spoelen met 'Alumex', gevolgd door handmatige verwijdering	spoelen met verdund H ₂ PO ₄	spoelen met water (hoge druk) schoonmaken debietmeter	behandeling met HCl

Rwzi:	Losser	Oldenzaal	Denekamp	De Drie Ambachten
zuiveringssysteem	actiefslibstelsysteem (propstomer) met voordennitrificatie, chemische defosfatering (FeSO_4)	actiefslibstelsysteem, chemische defosfatering ($\text{Al-loog} + \text{FeSO}_4$), slibgisting	oxidatiesloot (Ladox), chemische defosfatering ($\text{Al-loog} + \text{FeSO}_4$), aerobe slibstabilisatie	Schreiber-installatie, chemische defosfatering/vlokverzwaaring in selector (poly- AlCl_3), slibgisting (+ FeCl_3 -dosering), kamerfilterpers
openbaring afzettingen	vanaf begin FeSO_4 -dosering	vanaf begin dosering Al-loog	vanaf begin dosering Al-loog	niet bekend
mogelijke oorzaken	bij lagere temperaturen is de kans op verstopping groter	bij lagere temperaturen is de kans op verstopping groter	bij lagere temperaturen is de kans op verstopping groter	niet bekend
beschrijving afzetting	groene kristallen	witte kristallen	witte kristallen	slibleidingen: slibachtig filtraatleiding filterpers: slibachtig FeCl_3 -leiding: roest-bruin
samenstelling afzetting	niet bekend	niet bekend	niet bekend	niet bekend
gevolg afzettingen	ophoping uitgekristalliseerd materiaal in de opslagkelder verstopping leidingwerk	verstopping leidingwerk ophoping uitgekristalliseerd materiaal in de opslagtank	verstopping leidingwerk ophoping uitgekristalliseerd materiaal in de opslagtank	niet bekend
(tijdelijke) oplossingen	installeren mixer in de doseerkelder spoelen van leidingen	spoelen leidingwerk schoonmaken opslagtank flexible leiding i.p.v. stijve PVC-leiding membraanpomp vervangen door slangpomp	spoelen leidingwerk schoonmaken opslagtank flexible leiding i.p.v. stijve PVC-leiding	periodiek schoonspuiten leidingwerk met water onder hoge druk

Rwzi:	Westpoort-Industrieel	Westpoort-Huishoudelijk	Amsterdam Oost	" ±20 rwzi's in Friesland
zuiveringssysteem	actiefslibsysteem, simultane defosfatering FeSO_4 (zie Westpoort-Huishoudelijk)	actiefslibsysteem, simultane defosfatering (FeSO_4)	actiefslibsysteem (propstromer), chemische defosfatering (FeSO_4), slibgisting, centrifuge/kamerfilterpers	nvt
openbaring afzettingen	1985: half jaar na in bedrijf name rwzi problemen met verstopte beluchtingselementen	eind 1995: verstopte FeSO_4 -doseerleidingen en pompen, half jaar na toepassing defosfatering	juli 1995: afzettingen in doseerleiden, tanks en pompen, circa 5 maanden na toepassing defosfatering	doseerleidingen van FeSO_4
mogelijke oorzaken	niet bekend	gebruikte chemicaliën	chemische defosfatering	niet bekend
beschrijving afzetting	wit/beige (poederachtig)	beige-kleurig (blubberig)	klei-achtig	glasachtig kristal
samenstelling afzetting	1995: P-tot (72 g/kg ds), Ca (220 g/kg ds), S (8 g/kg ds), zand (32%)	niet bekend	75% amorf, 25% kristallijn hydronium-jarosiet (basisch ijzersulfaat): $\text{H}_3\text{O}^*\text{Fe}_3(\text{OH})_6(\text{SO}_4)_2$ titaan aanwezig	hoog titaangehalte
gevolg afzettingen	drukverhoging luchtleidingen, minder zuurstofoverdracht	verstoppingen van leidingen en pompen	verstopping van leidingen en afsluiters, slijtage pompen	verstopping van leidingen
(tijdelijke) oplossingen	mierenzuurdosering (85%) in luchtleidingen	leidingwerk spoelen met HCl en bedrijfswater	leiding: spoelen met HCl pomp: membraan vervangen	spoelen met HCl

Rwzi:	Droniten	Dieverbrug	Garnervolde	Delfzijl
zuiveringssysteem	actiefslibstelsysteem, chemische defosfatering in de slijplijn (Ca(OH) ₂), (an)aerobe slijbgisting (+FeCl ₃)	actiefslibstelsysteem, simultane defosfatering (FeCl ₃)	actiefslibstelsysteem (propstromer), simultane precipitatie (FeCl ₃), slijbgisting (+ Fe-houdend drinkwaterslib), filterpers	actiefslibstelsysteem, chemische defosfatering (FeSO ₄)
openbaring afzettingen	half jaar na in bedrijf name	maart 1995	juni 1996: afzettingen op wand en bodem van de AT en de nabezinktank	najaar 1996 (vanaf in gebruik name) problemen met afzettingen in het voorraadvat FeSO ₄ , in de aanzuigleiding en in de doseerpompen
mogelijke oorzaken	procesontwerp fosfaatfloculatietank	chemische defosfatering (FeCl ₃) sinds februari 1995 scaling wordt bevorderd door intermitterende beluchting	chemische defosfatering (sinds juli 1995)	niet bekend
beschrijving afzetting	wit	dunne zwarte aanslag op Brandol-beluchtingselementen en binnenwand van de AT	AT: roest-bruin NBT: roest-bruin/blauw	groene kristallen
samenstelling afzetting	niet bekend	Fe (12 g/kg ds), P (1 g /kg ds) overig niet bepaald	NBT: 53% gloeirest, P (70 g/kg), Ca en Fe niet geanalyseerd	niet bekend
gevolg afzettingen	verstoppingen in leidingwerk en pompen fosfaatconcentratie in het effluent loopt op	verstopping beluchtingselementen, hoger energieverbruik voor zuurstofinbreng	niet bekend	problemen met Fe-dosering
(tijdelijke) oplossingen	spoelen met HCl	verlaging Fe-dosering (vermindert de problemen) continu beluchten HCl-dosering in luchtleiding	niet bekend	voetklepjes in aanzuigleiding verwijderd en continu bijdoseren

Rwzi:	Bath	Dongemond	Nieuwveer	Kaatsheuvel
zuiveringssysteem	actiefslibstelsysteem (propstomer), simultane defosfatering (FeSO_4), slibgisting, zeebandpers	actiefslibstelsysteem (propstomer), simultane defosfatering (FeSO_4), slibgisting, zeebandpers	twee-traps actiefslibstelsysteem, simultane defosfatering (FeSO_4), slibconditionering (Zimpro) membraan-/kamerfilterpers	actiefslibstelsysteem, simultane defosfatering (FeSO_4), aerobe slibstabilisatie
openbaring afzettingen	FeSO_4 -doseerleiding, zeebandpers: na in bedrijf name defosfatering	okt. 1995: leiding van indikers naar SGT en de pomp FeSO_4 -doseerleiding: vanaf in gebruik name	meetapparatuur AT 1* trap: vanaf in gebruik name defosfatering zomer 1995: Zimpro-reactor FeSO_4 -doseerleiding: vanaf in gebruik name	FeSO_4 -doseerleiding: drie maanden na in gebruik name
<u>mogelijke</u> oorzaken	chemische defosfatering	chemische defosfatering	chemische defosfatering	chemische defosfatering
beschrijving afzetting	beluchtingselementen: kalkafzetting in de poriën zeebandpers: bruin/beige FeSO_4 -leiding: wit/beige, zacht	leiding SGT: blauw, hard FeSO_4 -leiding: amorf, zacht	meetapparatuur: bruin, dun Zimpro: kleine zwarte korrels FeSO_4 -leiding: geel, amorf, zacht	bruin, amorf, zacht
samenstelling afzetting	beluchtingselementen: vnl. Ca zeebandpers: Ca (348 g/kg ds), P (73 g/kg ds), Fe (28 g/kg ds), N_{KJ} (6 g/kg ds), Mg (4 g/kg ds)	pomp naar SGT: P (64 g/kg ds), CaCO_3 (7 g/kg ds), SO_4 (128 g/kg ds), Fe niet bepaald FeSO_4 -leiding: niet bepaald	Zimpro (as): 33% Fe_2O_3 , 24% CaO, 19% SO_3 , 10% P_2O_5 , 5% Al_2O_3 , 5% SiO_2 FeSO_4 -leiding: Fe (45 g/l), SO_4 (3 g/l), Ca (130 mg/l), mogelijk Ti (niet bepaald)	Fe (8 g/l), SO_4 (2 g/l), overig niet bepaald
gevolg afzettingen	verhoging luchtweerstand slechtere ontwatering vermindering chemicaliëndebiet	leiding SGT: verstopping, vermindering pompcapaciteit FeSO_4 -leiding: teruglopen debiet	foutief meetsignaal--> verstoring regelingen verstopping reactor/w.w. teruglopen FeSO_4 -debiet	teruglopen FeSO_4 -debiet
(tijdelijke) oplossingen	schoonmaken beluchtingselementen + micenzuurdosering zeebandpers periodiek reinigen met stoomcleaner dagelijks spoelen FeSO_4 -leiding	schoonmaken leidingwerk stator/rotor vervangen dagelijks spoelen van de FeSO_4 -leiding	meetapparatuur: schoonmaken met chloor korrels verwijderen preventief mechanisch reinigen van de FeSO_4 -leiding	dagelijks krachtig doorspoelen van de doseerleiding

Rwzi:	Leiden-zuidwest	Reeuwijk-Randenburg	Schalkwijk	Noordwijk
zuiveringssysteem	actiefslibstelsysteem (Rotoflow), simultane defosfatering (FeClSO_4), slibgisting, ontwateringscentrifuge	actiefslibstelsysteem, simultane defosfatering (FeClSO_4), aerobe slibstabilisatie, zeebandpers	actiefslibstelsysteem, simultane defosfatering (FeSO_4), aerobe slibstabilisatie	oxidatiebedden, préprecipitatie (FeClSO_4), slibgisting
openbaring afzettingen	augustus 1996: centraalleiding centrifuges	zomer 1995: band en rollen van de zeebandpers	na in gebruik name van de oplosin- stallatie van FeSO_4 (leidingwerk, pompen, doseerkelder, oploskelder)	1996: wand influentkelder (over- loopwater SGT)
mogelijke oorzaken	na overstap van FeCl_3 naar FeClSO_4 binnen 4 maanden harde afzettingen, daarvoor zachtere afzettingen	dosering FeClSO_4 vanaf begin 1995 (daarvoor FeCl_3)	niet bekend	chemische defosfatering
beschrijving afzetting	roestbruin, gelaagd	roestbruin, poederachtig	bruin, slurry (leidingwerk, kelderhoeken), schilfers (leidingwerk, pompkleppen)	roestbruin (buitenste laag), grijsbruin (binnenste laag), gelaagd
samenstelling afzetting	niet bekend	PO_4 (24 g/kg ds), Fe (361 g/kg ds), overig niet bepaald	niet bekend volgens leverancier vermoedelijk $\text{Fe}(\text{OH})_3$ + gips	niet bekend
gevolg afzettingen	verstopping leiding	slechtere ontwatering	verstopping leidingwerk en pompen afzettingen in de kelders	mogelijk schade aan influentpomp indien de afzetting loslaat
(tijdelijke) oplossingen	leiding demonteren en verwijderen afzetting	spoelen met HCl onder hoge druk schoonspuiten	schoonmaken	(binnenkort) handmatig verwijderen van de afzetting

Limmel	Wijre	Gouda	Haarlem-Warderpolder	zuiveringstelsysteem	actiefslibstelsysteem (Rotoflow), P-verwijdering in deelstroom (azijn-zuur, kalk) aerobe slijstabilisatie, zeebandpers	openbaring afzettingen	begin 1995: na toepassing defosfatering	zomer 1995: na overschakeling van $FeCl_3$ op $FeClSO_4$ harde aanslag in filtraatleiding zeebandpers en zachte aanslag op de overlooprand van de na-indikker	vanaf 1995 (dosering $FeCl_3+PB$) zijn de problemen met afzettingen in de zeebandpers toegenomen (met name bij de uitloop van het filtraatwater)	chemische defosfatering met $FeCl_3$	lichtgrijs tot donkerbruin/zwart, gelaagd	roestbruin, gelaagd	chemische defosfatering	roestbruin	niet bekend	niet bekend	verzamelbak filtraatwater loopt over door verstopte leiding	verstopping leidingwerk, niveauverhoging in de flocculatietank, volumeverkleining van de homogenisatietank	vermindering kalkconcentratie schoommaken met water (hoge druk)	filtraatleiding: momenteel tijdelijk een slang, in de toekomst wellicht een leiding met een groter afschot	dagelijks schoommaken (8 bar)	maandelijks schoommaken (160 bar)	schoommaken	(tijdelijke) oplossingen	gevoelg afzettingen	samenstelling afzetting	beschrijving afzetting	mogelijke oorzaken	openbaring afzettingen	beschrijving afzetting	samenstelling afzetting	gevoelg afzettingen	verstopping leidingwerk, niveauverhoging in de flocculatietank, volumeverkleining van de homogenisatietank	vermindering kalkconcentratie schoommaken met water (hoge druk)
--------	-------	-------	----------------------	----------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------	-----------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------------------	---------------------	-------------------------	------------	-------------	-------------	-------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	-------------	--------------------------	---------------------	-------------------------	------------------------	--------------------	------------------------	------------------------	-------------------------	---------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------

Rwzi:	Susteren	Weert	Roermond	Venray
zuiveringssysteem	actiefslibstelsysteem (propstomer), tot eind 1996 préprecipitatie (FeClSO_4), daarna biologische P-verwijdering, slibgisting, zeefbandpers	actiefslibstelsysteem, préprecipitatie (FeCl_3), slibgisting, zeefbandpers	actiefslibstelsysteem, préprecipitatie (FeCl_3), slibgisting, zeefbandpers	actiefslibstelsysteem, préprecipitatie tot eind 1996 (FeCl_3), slibgisting, zeefbandpers
openbaring afzettingen	niet bekend	begin 1995: na chemische defosfatering met FeCl_3	1993: na toepassing chemische defosfatering	1995: na toepassing chemische defosfatering
mogelijke oorzaken	chemische defosfatering	chemische defosfatering	chemische defosfatering	chemische defosfatering (de problemen met afzettingen nemen toe naarmate met ijzer wordt gedoseerd en zijn afgenomen nadat eind 1996 is gestopt met Fe-dosering)
beschrijving afzetting	bruin	bruin	bruin, gelaagd	zeefbandpers: zwart zeefbocht (filter) overstort indikker: zwart
samenstelling afzetting	niet bekend	niet bekend	niet bekend	niet bekend
gevolg afzettingen	afzettingen in en rondom de zeefband(pers): geen belemmering voor de bedrijfsvoering	bepaalde doorlaat van de zeefbanden	verstopping poriën van de zeefband	verstoppingen
(tijdelijke) oplossingen	niet bekend	schoonspuiten onder hoge druk en met chemicaliën	schoonspuiten onder hoge druk en chemicaliën	reinigen met aangezuurd water (4-5% HCl)

Rwzi:	Amersfoort	Winterswijk	Varssveld
zuiveringsysteem	oxidatiebedden, préprecipitatie (FeCl_3), slibgisting, zeebandpers	actiefslibstelsysteem (Carrousel), simultane precipitatie (FeClSO_4), zeebandpers	actiefslibstelsysteem, simultane precipitatie (FeClSO_4), indikking, slibverwerking elders
openbaring afzettingen	mei 1995: één maand na toepassing chemische defosfatering afzettingen op betonwerk zandvangster (doseerpunt) en in de zeebandpers	bruine hardnekkige afzettingen op de zeebanden zijn waargenomen na dosering van FeClSO_4	lichtbruine kleuring van de wanden van de aëratietanks
mogelijke oorzaken	niet bekend	dosering van FeClSO_4	dosering van FeClSO_4
beschrijving afzetting	bruin	bruin	licht-bruin
samenstelling afzetting	niet bekend	niet bekend	niet bekend
gevolg afzettingen	verstopping zeeband en gaten in de gatenrollen, verkleuring tegelwerk, verstopping leidingen	veelvuldig moeten reinigen van de zeebandpers	geen belemmering voor de bedrijfsvoering
(tijdelijke) oplossingen	schoonmaken met water (+ eventueel met zuur) onder hoge druk handmatig verwijderen van de afzetting	verwijderen met zuur	wordt niets aan gedaan

BIJLAGE 2 ANALYSES VAN DE AFZETTINGEN

rwzi	P- verwijdering via ¹⁾	herkomst scalingsmonster	resultaat röntgendiffractie-analyse	drogestofgehalte (%)	gloeirest (%)	Fe (g/kg ds)	Ca (g/kg ds)	PO ₄ (g/kg ds)	SO ₄ (g/kg ds)
Bath	sim. (FeSO ₄)	beluchtingselement	amorf	-	74,8	270	67	250	7,7
De Groote Lucht	pré (FeClSO ₄)	beluchtingselement	te weinig monster	-	-	22	12	25	7,2
Land van Cuijck	-	beluchtingselement	amorf	-	-	13	19	23	29
Bath	sim. (FeSO ₄)	zeebandpers	calciet	62,4	91,4	12	45% CaCO ₃	26	2,6
Leiden-Z.W.	sim. (FeClSO ₄)	centraatleiding	amorf	100	61,9	250	49 (11% CaCO ₃)	130	4,0
Gouda	pré (FeClSO ₄)	centraatleiding	amorf	56,4	77,8	290	58 (3,6% CaCO ₃)	94	6,3
Hilversum	pré (FeCl ₂ +PE)	centraatleiding	amorf	100	61,3	170	79 (7,4% CaCO ₃)	220	3,8
Horstermeer	pré (FeCl ₂ +PE)	centraatleiding	amorf	100	62,4	180	68 (6,1% CaCO ₃)	230	4,7
Utrecht	2 ^e trap (FeCl ₂)	centraatleiding	vivianiet	100	54,1	140	72 (3,1% CaCO ₃)	240	3,9
Nieuwegein	pré (FeCl ₂)	zijkant centrifuge	amorf	-	-	180	120	240	6,5
Land van Cuijck	gisting (FeCl ₂) zeeband (FeCl ₂ +PE)	trommel zeebandpers	-	-	75,4	17	38	530	1,5
Noordwijk	pré (FeClSO ₄)	wand influenkeider (overloopwater SGT)	calciet	100	67,5	47	210 (32% CaCO ₃)	8,8	1,7
Nieuwveer	sim. (FeSO ₄)	doseerleiding FeSO ₄	-	15,4	89,4	270	0,32 (als CaO)	< 1,5	140

¹⁾pré-precipitatie; sim. = simultane defosfatering

BIJLAGE 3

**OVERZICHT VAN DE MEET- EN ANALYSERESULTATEN
(PRAKTIJKONDERZOEK OP TIEN RWZI'S)**

Naam rwzi:	Veenendaal
Bezoeknummer:	1
Datum bezoek:	31-3-98

Lokatie ---->	Afloop VBT	In SGT (primair)	Uit SGT	Centraat
Monstercodering	VBT	iSGT	uSGT	Cen
pH (-)	7,8	7,11	7,21	7,66
T (°C)		15,6	32,4	28,5
O2 (mg/l)		0,58	0,48	4,92
Geleidbaarheid (mS/cm)		8,6	9	8
Ca (mg/l)	52	37	30	34
Mg (mg/l)		2	7,4	8,3
Fe-totaal (mg/l)		0,4	0,4	0,6
Fe(II) (mg/l)		1,1	0,26	0,37
o-PO4 (mg/l)		220	230	300
Totaal S (mg S/l)				6,4
p-getal (mmol/l)	4,8	16,8	8,4	6,8
m-getal (mmol/l)	8,4	134,4	134,8	82,8
drogestofgehalte (%)		4,5	4,2	0,07 g/l
gloeirest (% van ds)		20,9	32,2	

	P-verwijdering/SVI	Ontwatering
Chemicalien:	Al t.b.v S.V.I-verbetering	
Leverancier	Lokaal	Allied Colloids
Type	-	Zetag 78 FS 40
Doseerlokatie	Overloop naar NBT	mengtrommel centrifuge
Verdunningsfactor	-	436
Dosering		
. g/m3	1,87	
. Me/P-verhouding	0,34	
. g 100% actief PE/kg ds		12 a 13 g/kg actief
type verdunningswater		proceswater
Slibverblijftijd gisting (dag)	22	
gem. influent-P (mg/l)	5 a 6	

Opmerkingen:
Alleen primair ingedikt slib bemonsterd

Naam rwzi:	Veenendaal
Bezoeknummer:	2
Datum bezoek:	28-04-98

Lokatie -->	Afloop VBT	In SGT (primair)	Uit SGT	Centraat
Monstercodering	VBT	iSGT	uSGT	Cen
pH (-)	7,6	6,39	7,63	8,06
T (°C)		14,6	27,3	21,2
O2 (mg/l)		0,06	0,04	4,67
Geleidbaarheid (mS/cm)		0,9	9,1	7
Ca (mg/l)	33	140	33	27
Mg (mg/l)		12	3,8	14
Fe-totaal (mg/l)		9,1	0,6	0,1
Fe(II) (mg/l)		2,3	0,4	<0,05
o-PO4 (mg/l)		11	180	210
SO4 opgelost (mg/l)				20
p-getal (mmol/l)	4	14	8,4	1,6
m-getal (mmol/l)	6,8	125,6	120,8	60,8
drogestofgehalte (%)		4,9	4	0,12 g/l
gloeirest (% van ds)		22,5	36,7	

	P-verwijdering/SVI	Ontwatering
Chemicalien:	Al t.b.v S.V.I-verbetering	
Leverancier	Lokaal	Allied Colloids
Type	-	Zetag 78 FS 40
Doseerlokatie	Overloop naar NBT	mengtrommel centrifuge
Verdunningsfactor	-	436
Dosering		
. g/m3	1,87	
. Me/P-verhouding	0,34	
. g 100% actief PE/kg ds	Me/P	12 a 13 g/kg
type verdunningswater		proces water
Slibverblijftijd gisting (dag)	22	
gem. influent-P (mg/l)	5 a 6	

Opmerkingen:
Alleen primair ingedikt slib bemonsterd

Naam rwzi:	Veenendaal
Bezoeknummer:	3
Datum bezoek:	28-05-98

Lokatie ---->	Afloop VBT	In SGT (primair)	Uit SGT	Centraat
Monstercodering	VBT	iSGT	uSGT	Cen
pH (-)	7,27	6,36	7,5	7,81
T (°C)		18,1	31,4	28
O2 (mg/l)		0,06	0,12	4,39
Geleidbaarheid (mS/cm)		0,9	8	6,8
Ca (mg/l)	39	100	35	33
Mg (mg/l)		11	4,3	10
Fe-totaal (mg/l)		1,1	0,5	0,3
Fe(II) (mg/l)		1,1	0,34	0,12
o-PO4 (mg/l)		5,2	180	160
SO4 opgelost (mg/l)				15,7
p-getal (mmol/l)	1,2	17,2	26	16
m-getal (mmol/l)	5,6	42	141,2	77,6
drogestofgehalte (%)		4,5	3,9	0,14 g/l
gloeirest (% van ds)		41?	38,8	

	P-verwijdering/SVI	Ontwatering
Chemicalien:	Al t.b.v S.V.I-verbetering	
Leverancier	Lokaal	Allied Colloids
Type	-	Zetag 78 FS 40
Doseerlocatie	Overloop naar NBT	mengtrommel centrifuge
Verdunningsfactor	-	436
Dosering		
. g/m3	1,87	
. Me/P-verhouding	0,34	
. g 100% actief PE/kg ds	Me/P	12 a 13 g/kg
type verdunningswater		proces water
Slibverblijftijd gisting (dag)	22	
gem. influent-P (mg/l)	5 a 6	

Opmerkingen:
Alleen primair ingedikt slib bemonsterd

Naam rwzi:	Etten
Bezoeknummer:	1
Datum bezoek:	14-4-98

Lokatie -->	Afloop VBT	In SGT	Uit SGT	Centraat
Monstercodering	VBT	iSGT	uSGT	Cen
pH (-)	6,71	7,38	7,41	7,72
T (°C)		34	25,7	20,3
O2 (mg/l)		0,06	0,06	4,81
Geleidbaarheid (mS/cm)		9,1	9,9	7
Ca (mg/l)	80	43	42	36
Mg (mg/l)		2,7	2,4	10
Fe-totaal (mg/l)		0,6	0,9	0,2
Fe(II) (mg/l)		0,34	0,58	0,13
o-PO4 (mg/l)		380	550	280
SO4 opgelost (mg/l)				60,5
p-getal (mmol/l)	1,6	11,6	12,4	4,8
m-getal (mmol/l)	10	128,8	134,4	60,8
drogestofgehalte (%)		4,6	4,4	0,22 g/l
gloeirest (% van ds)		32,6	30,9	

Chemicalien:	P-verwijdering	Ontwatering
Leverancier		Necarbo
Type		Presto 34-31
Doseerlokatie		Vlak voor centrifuge
Verdunningsfactor		
Dosering		
. g/m3		
. Me/P-verhouding		
. g 100% actief PE/kg ds		20
type verdunningswater		effluent
Slibverblijftijd gisting (dag)		24-25
gem. influent-P (mg/l)		

Opmerkingen:
 In SGT is monster net in de SGT gemengd met slib uit SGT.
 1/3 primair slib en 2/3 secundair slib gaat de SGT in.

Naam rwzi:	Etten
Bezoeknummer:	2
Datum bezoek:	11-5-98

Lokatie --->	Afloop VBT	In SGT	Uit SGT	Centraat
Monstercodering	VBT	iSGT	uSGT	Cen
pH (-)	6,49	7,03	7,24	7,24
T (°C)		34,4	31,3	24,6
O2 (mg/l)		0,1	0,16	2,98
Geleidbaarheid (mS/cm)		8,6	8,2	3,6
Ca (mg/l)	n.b.	40	38	80
Mg (mg/l)		2,4	2,1	31
Fe-totaal (mg/l)		1	1	0,1
Fe(II) (mg/l)		0,18	0,48	0,24
o-PO4 (mg/l)		400	350	240
SO4 opgelost (mg/l)				81,9
p-getal (mmol/l)	2	33,2	3,4	9,6
m-getal (mmol/l)	8,4	136,4	75,6	41,6
drogestofgehalte (%)		4,9	4,8	0,33 g/l
gloeirest (% van ds)		34,8	33,5	

Chemicalien:	P-verwijdering	Ontwatering
Leverancier		
Type		
Doseerlokatie		
Verdunningsfactor		
Dosering		
. g/m3		
. Me/P-verhouding		
. g 100% actief PE/kg ds		
type verdunningswater		
Slibverblijftijd gisting (dag)		
gem. influent-P (mg/l)		

Opmerkingen:
 In SGT is monster net in de SGT gemengd met slib uit SGT.
 1/3 primair slib en 2/3 secundair slib gaat de SGT in.

Naam rwzi:	Etten
Bezoeknummer:	3
Datum bezoek:	26-05-98

Lokatie --->	Afloop VBT	In SGT	Uit SGT	Centraat
Monstercodering	VBT	iSGT	uSGT	Cen
pH (-)	6,92	7,15	7,33	7,44
T (°C)		31,7	28,7	21,3
O2 (mg/l)		0,14	0,24	5,02
Geleidbaarheid (mS/cm)		8,4	8,8	3,6
Ca (mg/l)	63	42	43	59
Mg (mg/l)		2,3	2,6	11
Fe-totaal (mg/l)		0,6	0,8	0,1
Fe(II) (mg/l)		0,34	0,52	0,3
o-PO4 (mg/l)		330	360	130
SO4 opgelost (mg/l)			33,9	75,6
p-getal (mmol/l)	0,4	13,6	7,2	2,8
m-getal (mmol/l)	5,6	127,2	104,4	32,8
drogestofgehalte (%)		4,7	4,6	0,28 g/l
gloeirest (% van ds)		34,6	35	

Chemicalien:	P-verwijdering	Ontwatering
Leverancier		
Type		
Doseerlokatie		
Verdunningsfactor		
Dosering		
. g/m3		
. Me/P-verhouding		
. g 100% actief PE/kg ds		
type verdunningswater		
Slibverblijftijd gisting (dag)		
gem. influent-P (mg/l)		

Opmerkingen:
 In SGT is monster net in de SGT gemengd met slib uit SGT.
 1/3 primair slib en 2/3 secundair slib gaat de SGT in.

Naam rwzi:	Heemstede
Bezoeknummer:	1
Datum bezoek:	11-06-98

Lokatie ---->	Afloop VBT	SGT in	SGT in	SGT uit	Slib/PE	Filtraat
Monstercodering	VBT	Primair	Secundair	uSGT	Slib	Cen
pH (-)	7,7	5,79	6,55	6,45	6,75	6,84
T (°C)		24,2	22,7	28,9	26,9	25,8
O2 (mg/l)		0,17	0,12	0,18	0,22	2,36
Geleidbaarheid (mS/cm)		2,6	1,0	3,8	3,8	3,8
Ca (mg/l)	29	750	110	150	140	150
Mg (mg/l)		36	30	28	26	29
Fe-totaal (mg/l)		2,7	1	<0,05	0,1	<0,05
Fe(II) (mg/l)		1,4	1,1	<0,05	0,091	<0,05
o-PO4 (mg/l)		0,58	110	21	42	40
SO4 opgelost (mg/l)						21
p-getal (mmol/l)	0,8	30,8	- (te dik)	10,4	7,6	4,4
m-getal (mmol/l)	3,6	75,6	- (te dik)	56	44,8	32,8
drogestofgehalte (%)		6	6	1,9	2	0,35 g/l
gloeirest (% van ds)		30,2	20,3	31	29,6	

	P-verwijdering	Ontwatering
Chemicalien:		
Leverancier		Allied Colloids
Type		Zetag 57
Doseerlokatie		4 meter voor zeefbandpers
Verdunningsfactor		
Dosering		
. g/m3		
. Me/P-verhouding		3,5
. g 100% actief PE/ton ds		Drinkwater
type verdunningswater		
Slibverblijftijd gisting (dag)	22	
gem. influent-P (mg/l)		

Opmerkingen:

Naam rwzi:	Heemstede
Bezoeknummer:	2
Datum bezoek:	15-6-98

Lokatie -->	Afloop VBT	SGT in	SGT in	SGT uit	Slib/PE	Filtraat
Monstercodering	VBT	Primair	Secundair	uSGT	Slib	Cen
pH (-)	7,09	4,99	6,45	6,16	6,2	6,5
T (°C)		23,4	21,4	29,9	26,3	25,1
O2 (mg/l)		0,19	0,14	0,21	0,22	2,48
Geleidbaarheid (mS/cm)		2,7	3,3	3,5	3,7	1,0
Ca (mg/l)	69	780	100?	160	160	150
Mg (mg/l)		33	24?	25	25	24
Fe-totaal (mg/l)		69	0,10?	0,1	0,1	0,1
Fe(II) (mg/l)		55	0,098?	0,082	0,069	<0,050
o-PO4 (mg/l)		4,6	35?	29	29	37
SO4 opgelost (mg/l)					22,1	21,5
p-getal (mmol/l)	0,8	36,8	n.b.	10,8	10	4
m-getal (mmol/l)	6	58	n.b.	48	55,2	28,4
drogestofgehalte (%)		5,5	6,2	2,9	2,9	0,06 g/l
gloeirest (% van ds)		33,8	20,6	30,4	31,5	

	P-verwijdering	Ontwatering
Chemicalien:		
Leverancier		Allied Colloids
Type		Zetag 57
Doseerlokatie		meter voor zeefbandpers
Verdunningsfactor		
Dosering		
. g/m3		
. Me/P-verhouding		
. g 100% actief PE/ton ds		3,5
type verdunningswater		Drinkwater
Slibverblijftijd gisting (dag)	22	
gem. influent-P (mg/l)		

Opmerkingen:

Naam rwzi:	Heemstede
Bezoeknummer:	3
Datum bezoek:	18-6-98

Lokatie --->	Afloop VBT	SGT in	SGT in	SGT uit	Slib/PE	Filtraat
Monstercodering	VBT	Primair	Secundair	uSGT	Slib	Cen
pH (-)	7,41	5,52	6,83	6,3	6,39	6,62
T (°C)		20,4	21,2	29,4	25,6	23,9
O2 (mg/l)		0,22	0,15	0,19	0,19	2,61
Geleidbaarheid (mS/cm)		2,1	1,3	3,5	3,3	3,3
Ca (mg/l)	93	310	84	150	140	140
Mg (mg/l)		26	19	24	22	22
Fe-totaal (mg/l)		11	0,1	0,1	0,1	<0,050
Fe(II) (mg/l)		1,9	0,061	<0,05	0,062	<0,050
o-PO4 (mg/l)		0,37	89	35	37	33
SO4 opgelost (mg/l)					18	22,2
p-getal (mmol/l)	0,8	40	n.b.	8,8	9,2	4,4
m-getal (mmol/l)	7,6	54	n.b.	44,8	45,2	27,2
drogestofgehalte (%)		6,5	5,1	1,9	2,9	0,38 g/l
gloeirest (% van ds)		32,5	21,2	32,2	32	

	P-verwijdering	Ontwatering
Chemicalien:		
Leverancier		Allied Colloids
Type		Zetag 57
Doseerlokatie		4 meter voor zeefbandpers
Verdunningsfactor		
Dosering		
. g/m3		
. Me/P-verhouding		
. g 100% actief PE/ton ds		3,5
type verdunningswater		Drinkwater
Slibverblijftijd gisting (dag)	22	
gem. influent-P (mg/l)		

Opmerkingen:

Naam rwzi:	Tiel
Bezoeknummer:	1
Datum bezoek:	31-03-98

Lokatie -->	Afloop VBT	SGT in	SGT uit	Slib/PE	Filtraat
Monstercodering	VBT	iSGT	uSGT	Slib	Cen
pH (-)	8,28	6,78	6,75	6,5	6,51
T (°C)		16,7	28,7	23,8	24,2
O2 (mg/l)		0,08	0,08	0,29	0,62
Geleidbaarheid (mS/cm)		1,8	4,4	5,1	5,3
Ca (mg/l)	88	170	170	200	180
Mg (mg/l)		22	31	42	37
Fe-totaal (mg/l)		1,1	0,1	17	3,5
Fe(II) (mg/l)		1,4	0,08	0,71	0,27
o-PO4 (mg/l)		150	120	2	0,17
Totaal S (mg S/l)				2	4,8
p-getal (mmol/l)	0,4	13,6	14	18,4	8,4
m-getal (mmol/l)	8,4	37,2	65,2	89,6	36,4
drogestofgehalte (%)		2,3	2	3	0,22 g/l
gloeirest (% van ds)		29,2	36,7	33,8	

	P-verwijdering	Ontwatering
Chemicalien:		
Leverancier	Kemwater	Chematec
Type	PIX-111 (FeCl3)	Nalco 41-92
Doseerlokatie	na harkrooster	zuigleiding slibpomp naar kamerfilterpers
Verdunningsfactor	-	90
Dosering	-	
. g/m3		
. Me/P-verhouding	0,5	
. g 100% actief PE/ kg ds		6
type verdunningswater		gefiltreerd effluent
Slibverblijftijd gisting (dag)	18	
gem. influent-P (mg/l)	6	

Opmerkingen:
 Fe-dosering uitgeschakeld i.v.m. problemen
 extern slib niet bemonsterd (te weinig voorhanden)
 gravitaire indikker primair + secundair slib ==> gisting
 uitgegist slib in buffer, PE-dosering in afvoerleiding naar filterpers

Extra pH metingen:	Slib/PE	Filtraat
pH 23-6	5,97	6
pH 24-6	6,12	6,18
pH 25-6	6,22	6,27
pH 26-6	6,24	6,31

Naam rwzi:	Tiel
Bezoeknummer:	2
Datum bezoek:	7-04-98

Lokatie -->	Afloop VBT	SGT in	SGT uit	Slib/PE	Filtraat
Monstercodering	VBT	iSGT	uSGT	Slib	Cen
pH (-)	8,6	6,74	7,09	8,02	6,12
T (°C)		15,3	27,6	13,3	13,6
O2 (mg/l)		0,06	0,06	0,24	1,99
Geleidbaarheid (mS/cm)		1,2	3,4	4,6	4,9
Ca (mg/l)	56	150	180	320	310
Mg (mg/l)		18	27	50	47
Fe-totaal (mg/l)		5,2	0,5	130	51
Fe(II) (mg/l)		2,9	0,56	93	8,8
o-PO4 (mg/l)		57	72	0,06	<0.005
Totaal S (mg S/l)				2,8	5,6
p-getal (mmol/l)	1,2	10	12,4	21,2	8,4
m-getal (mmol/l)	8	51,6	55,2	59,2	21,2
drogestofgehalte (%)		2,8	1,8	3	0,387 g/l
gloeirest (% van ds)		34,2	39,9	34,6	

	P-verwijdering	Ontwatering
Chemicalien:		
Leverancier	Kemwater	Chematec
Type	PIX-111 (FeCl3)	Nalco 41-92
Doseerlokatie	na harkrooster	zuigleiding slibpomp
Verdunningsfactor	-	90
Dosering	-	
. g/m3		
. Me/P-verhouding	0,5	
. g 100% actief PE/ kg ds		6
type verdunningswater		gefiltreerd effluent
Slibverblijftijd gisting (dag)	22	
gem. influent-P (mg/l)	6	

Opmerkingen:
Fe-dosering functioneel
extern slib niet bemonsterd (te weinig voorhanden)
filterpers net schoongemaakt met zoutzuur en schoonmaakmiddel

Naam rwzi:	Tiel
Bezoeknummer:	3
Datum bezoek:	22-06-98

Lokatie -->	Afloop VBT	SGT in	SGT uit	Slib/PE	Filtraat
Monstercodering	VBT	iSGT	uSGT	Slib	Cen
pH (-)	7,18	5,68	6,2	n.b.	n.b.
T (°C)		22	30,4	n.b.	n.b.
O2 (mg/l)		0,18	0,18	n.b.	n.b.
Geleidbaarheid (mS/cm)		3,2	3,3	n.b.	n.b.
Ca (mg/l)	95	230	150	n.b.	n.b.
Mg (mg/l)		31	29	n.b.	n.b.
Fe-totaal (mg/l)		3,7	0,2	n.b.	n.b.
Fe(II) (mg/l)		1,9	0,13	n.b.	n.b.
o-PO4 (mg/l)		18	25	n.b.	n.b.
SO4 opgelost (mg/l)			15	n.b.	n.b.
p-getal (mmol/l)	1,2	21,6	13,2	n.b.	n.b.
m-getal (mmol/l)	10,4	61,2	59,6	n.b.	n.b.
drogestofgehalte (%)		3,8	2,4	n.b.	n.b.
gloeirest (% van ds)		37,6	46,4	n.b.	n.b.

	P-verwijdering	Ontwatering
Chemicalien:		
Leverancier	Kemwater	Chematec
Type	PIX-111 (FeCl3)	Nalco 41-92
Doseerlokatie	na harkrooster	zuigleiding slibpomp
Verdunningsfactor	-	90
Dosering	-	
. g/m3		
. Me/P-verhouding	0,5	
. g 100% actief PE/ kg ds		6
type verdunningswater		gefiltreerd effluent
Slibverblijftijd gisting (dag)	22	
gem. influent-P (mg/l)	6	

Opmerkingen:
 extern slib niet bemonsterd (te weinig voorhanden)
 slib/PE en centraat niet bemonsterd vanwege test met slib van andere rwzi
 geringe hoeveelheid bruine aanslag op de filters van de pers waargenomen

Naam rwzi:	De Bilt
Bezoeknummer:	1
Datum bezoek:	19-05-98

Lokatie --->	Afloop VBT	SGT in	SGT in	SGT uit	Slib/PE	Filtraat
Monstercodering	VBT	Primair	Secundair	uSGT	Slib	Cen
pH (-)	6,86	6,48	6,76	6,89	6,93	7,15
T (°C)		17,2	18,3	33,8	23,1	22,8
O2 (mg/l)		0,14	0,08	0,11	0,25	2,51
Geleidbaarheid (mS/cm)		1,4	0,8	5,3	3,5	3
Ca (mg/l)	35	52	120	120	89	77
Mg (mg/l)		10	19	23	15	13
Fe-totaal (mg/l)		3,9	53	0,6	0,3	0,1
Fe(II) (mg/l)		1,2	9,1*	0,49	0,18	0,12
o-PO4 (mg/l)		3,9	0,15	19	18	14
Totaal S (mg S/l)					5,6	
SO4 opgelost (mg/l)						32,1
p-getal (mmol/l)	1,6	19,2	4,8	7,6	9,6	3,2
m-getal (mmol/l)	8,8	72,8	20	92,4	55,6	28,4
drogestofgehalte (%)		3,9	1,5	3,1	1,7	0,048 g/l
gloeirest (% van ds)		30,9	20,4	38	40,1	

	P-verwijdering	Ontwatering
Chemicalien:		
Leverancier	Kemwater	Cytec
Type	PIX-111 (FeCl3) + PE	Superfloc SD 2081
Doseerlokatie	na zandvanger	voor slibtoevoerpomp
Verdunningsfactor	-	5
Dosering	-	
. g/m3	0,65	
. Me/P-verhouding		
. g 100% actief PE/kg ds		7,1
type verdunningswater	effluent	effluent
Slibverblijftijd gisting (dag)		
gem. influent-P (mg/l)		

Opmerkingen:
 secundair slib wordt normaal gemengd met extern slib uit Bunnik
 dit keer alleen secundair slib De Bilt
 • indicatieve waarde wegens matrixstoring

Naam rwzi:	De Bilt
Bezoeknummer:	2
Datum bezoek:	28-05-98

Lokatie -->	Afloop VBT	SGT in	SGT in	SGT uit	Slib/PE	Filtraat
Monstercodering	VBT	Primair	Secundair	uSGT	Slib	Cen
pH (-)	6,63	6,28	6,03	6,94	6,85	7,09
T (°C)		17	19,5	27,2	26,4	24,8
O2 (mg/l)		0,19	0,18	0,22	0,27	2,34
Geleidbaarheid (mS/cm)		1,5	3,7	4,8	4,7	4,3
Ca (mg/l)	36	150	170	110	110	100
Mg (mg/l)		17	53	22	20	17
Fe-totaal (mg/l)		110	0,8	0,4	0,4	0,3
Fe(II) (mg/l)		38	0,35	0,15	0,29	0,14
o-PO4 (mg/l)		0,34	300	32	22	15
Totaal S (mg S/l)			21,4			
p-getal (mmol/l)	0,4	21,2	13,6	11,2	11,2	5,6
m-getal (mmol/l)	7,2	52,4	38	75,6	65,2	38
drogestofgehalte (%)		4,4	4,1	3	2,8	0,01 g/l
gloeirest (% van ds)		36	24,5	44,7	43,8	

	P-verwijdering	Ontwatering
Chemicalien:		
Leverancier	Kemwater	Cytec
Type	PIX-111 (FeCl3+PE)	Superfloc SD 2081
Doseerlokatie	na zandvanger	voor slibtoevoerpomp
Verdunningsfactor	-	5
Dosering	-	
. g/m3	0,65	
. Me/P-verhouding		
. g 100% actief PE/kg ds		7,1
type verdunningswater	effluent	effluent
Slibverblijftijd gisting (dag)		
gem. influent-P (mg/l)		

Opmerkingen:
secundair slib is gemengd met slib uit Bunnik

Naam rwzi:	De Bilt
Bezoeknummer:	3
Datum bezoek:	4-06-98

Lokatie --->	Afloop VBT	SGT in	SGT in	SGT uit	Slib/PE	Filtraat
Monstercodering	VBT	Primair	Secundair	uSGT	Slib	Cen
pH (-)	7,29	6,96	6,04	6,89	6,9	7,06
T (°C)		16,9	18,8	24,2	22,2	21,2
O2 (mg/l)		0,09	0,17	0,16	0,24	2,68
Geleidbaarheid (mS/cm)		1,1	3,8	3,7	3,3	3,1
Ca (mg/l)	34	92	100	93	82	73
Mg (mg/l)		14	48	16	14	13
Fe-totaal (mg/l)		50	0,6	0,3	0,2	0,2
Fe(II) (mg/l)		11	0,23	0,29	0,1	n.b.
o-PO4 (mg/l)		<0,0050	140	5,9	5,7	4,9
SO4 opgelost (mg/l)			-		10,9	23,3
p-getal (mmol/l)	1,2	25,2	?	8,8	7,2	4
m-getal (mmol/l)	5,6	76,8	?	72	53,2	39,2
drogestofgehalte (%)		3,5	4,1	3,1	1,8	0,08 g/l
gloeirest (% van ds)		32,4	23,2	41,1	41,4	

	P-verwijdering	Ontwatering
Chemicalien:		
Leverancier	Kemwater	Cytec
Type	PIX-111 (FeCl3+PE)	Superfloc SD 2081
Doseerlokatie	na zandvanger	voor slibtoevoerpomp
Verdunningsfactor	-	5
Dosering	-	
. g/m3	0,65	
. Me/P-verhouding		
. g 100% actief PE/kg ds		7,1
type verdunningswater	effluent	effluent
Slibverblijftijd gisting (dag)		
gem. influent-P (mg/l)		

Opmerkingen:
secundair slib is gemengd met slib uit Bunnik

Naam rwzi:	Deventer
Bezoeknummer:	1
Datum bezoek:	14-04-98

Lokatie →	Afloop VBT	In SGT (primair)	Uit SGT	Centraat
Monstercodering	VBT	iSGT	uSGT	Cen
pH (-)	6,63	5,95	7,45	7,91
T (°C)		15	25	21
O2 (mg/l)		0,07	0,07	4,61
Geleidbaarheid (mS/cm)		3	9,5	9,7
Ca (mg/l)	59	480	200	160
Mg (mg/l)		38	33	31
Fe-totaal (mg/l)		390	1,2	0,7
Fe(II) (mg/l)		320	0,41	0,43
o-PO4 (mg/l)		0,66	0,25	1,8
SO4 opgelost (mg/l)				22,4
p-getal (mmol/l)	1,6	51,2	5,2	4,8
m-getal (mmol/l)	7,6	118,4	154,8	104
drogestofgehalte (%)		7,7	4,3	0,258 g/l
gloeirest (% van ds)		32	45,8	

Chemicalien:	P-verwijdering	Ontwatering
Leverancier	Melchemie	Allied Colloids
Type	Ferrimel (FeClSO4)	Zetag 66
Doseerlokatie	Inloop VBT	centrifuge
Verdunningsfactor		
Dosering		
. g/m3		
. Me/P-verhouding		
. g 100% actief PE/kg ds		6,5 a 7
type verdunningswater		
Slibverblijftijd gisting (dag)		
gem. influent-P (mg/l)		

Opmerkingen:
blauwe aanslag op transportschroef van monopomp indikker
In SGT is primair slib, secundair slib is niet te bemonsteren.

Naam rwzi:	Deventer
Bezoeknummer:	2
Datum bezoek:	11-5-98

Lokatie -->	Afloop VBT	In SGT (primair)	Uit SGT	Centraat
Monstercodering	VBT	iSGT	uSGT	Cen
pH (-)	6,67	5,74	7,18	7,51
T (°C)		16,3	27,7	28,4
O2 (mg/l)		0,13	0,14	3,56
Geleidbaarheid (mS/cm)		3,5	8,7	9,5
Ca (mg/l)	78	500	130	110
Mg (mg/l)		44	41	41
Fe-totaal (mg/l)		320	1,1	0,9
Fe(II) (mg/l)		210	0,78	0,45
o-PO4 (mg/l)		0,57	0,58	2,1
SO4 opgelost (mg/l)				19,6
p-getal (mmol/l)	1,2	60	24,4	13,2
m-getal (mmol/l)	13,2	112,8	169,2	104
drogestofgehalte (%)		6	4	0,208 g/l
gloeirest (% van ds)		35,2	44,6	

Chemicalien:	P-verwijdering	Ontwatering
Leverancier	Melchemie	Allied Colloids
Type	Ferrimel (FeClSO4)	Zetag 66
Doseerlokatie	Inloop VBT	centrifuge
Verdunningsfactor		
Dosering		
. g/m3		
. Me/P-verhouding		
. g 100% actief PE/kg ds		6,5 a 7
type verdunningswater		
Slibverblijftijd gisting (dag)		
gem. influent-P (mg/l)		

Opmerkingen:
In SGT is primair slib, secundair slib is niet te bemonsteren.

Naam rwzi:	Deventer
Bezoeknummer:	3
Datum bezoek:	26-05-98

Lokatie -->	Afloop VBT	In SGT (primair)	Uit SGT	Centraat
Monstercodering	VBT	iSGT	uSGT	Cen
pH (-)	6,54	5,66	7,19	7,54
T (°C)		17,3	26,1	27,4
O2 (mg/l)		0,21	0,16	3,09
Geleidbaarheid (mS/cm)		2,9	8,8	9,5
Ca (mg/l)	37	450	67	91
Mg (mg/l)		37	43	43
Fe-totaal (mg/l)		340	0,8	0,7
Fe(II) (mg/l)		330	0,37	0,33
o-PO4 (mg/l)		0,39	0,65	1,1
opgelost SO4 (mg/l)				18,7
p-getal (mmol/l)	0,4	67,6	12,4	7,2
m-getal (mmol/l)	9,2	210,8	144,8	96,4
drogestofgehalte (%)		6,9	3,3	0,514 g/l
gloeirest (% van ds)		34,1	46,5	

Chemicalien:	P-verwijdering	Ontwatering
Leverancier	Melchemie	Allied Colloids
Type	Ferrimel (FeClSO4)	Zetag 66
Doseerlokatie	Inloop VBT	centrifuge
Verdunningsfactor		
Dosering		
. g/m3		
. Me/P-verhouding		
. g 100% actief PE/kg ds		6,5 a 7
type verdunningswater		
Slibverblijftijd gisting (dag)		
gem. influent-P (mg/l)		

Opmerkingen:
In SGT is primair slib, secundair slib is niet te bemonsteren.

Naam rwzi:	Bath
Bezoeknummer:	1
Datum bezoek:	03-06-98

Lokatie --->	Afloop VBT	SGT in	SGT in	SGT uit	Slib/PE	Filtraat
Monstercodering	VBT	Primair	Secundair	uSGT	Slib	Cen
pH (-)	7,54	6,38	6,6	6,79	6,95	7,48
T (°C)		20,5	20,4	29,4	23,4	22,7
O2 (mg/l)		0,07	0,06	0,11	0,23	4,66
Geleidbaarheid (mS/cm)		2,6	3,0	6,8	7,2	5,4
Ca (mg/l)	44	81	85	140	120	90
Mg (mg/l)		14	20	32	27	20
Fe-totaal (mg/l)		0,4	0,3	0,4	0,3	0,2
Fe(II) (mg/l)		0,3	0,33	n.b.	0,096	n.b.
o-PO4 (mg/l)		26	11	29	41	17
SO4 opgelost (mg/l)					26,7	108
p-getal (mmol/l)	2	11,6	7,2	14,4	7,6	2,4
m-getal (mmol/l)	10,8	113,6	63,2	131,2	106,8	46
drogestofgehalte (%)		6	4,4	3,7	2,8	0,366 g/l
gloeirest (% van ds)		43,9	37,5	49	46,7	

	P-verwijdering	Ontwatering
Chemicalien:		
Leverancier	Melchemie	Allied Colloids
Type	FeSO4.7H2O	Zetag 87
Doseerlocatie	beluchting 2e sectie	toevoer zeebandpersen
Verdunningsfactor	5	+/- 4
Dosering		
. g/m3		
. Me/P-verhouding	0,43 (gem. waarde 1996)	
. g 100% actief PE/ton ds		5
type verdunningswater	gefiltreerd effluent	gefiltreerd effluent
Slibverblijftijd gisting (dag)	20	
gem. influent-P (mg/l)	11 (gem. waarde 1996)	

Opmerkingen:

Naam rwzi:	Bath
Bezoeknummer:	2
Datum bezoek:	09-06-98

Lokatie -->	Afloop VBT	SGT in	SGT in	SGT uit	Slib/PE	Filtraat
Monstercodering	VBT	Primair	Secundair	uSGT	Slib	Cen
pH (-)	7,49	6,19	6,22	6,89	6,99	7,58
T (°C)		21,6	21,9	29,9	23,7	21,8
O2 (mg/l)		0,11	0,12	0,17	0,23	5,58
Geleidbaarheid (mS/cm)		2,6	2,5	6,7	6,4	1,8
Ca (mg/l)	60	360	290	120	140	48
Mg (mg/l)		29	34	30	27	7,5
Fe-totaal (mg/l)		1	34	0,3	0,2	0,1
Fe(II) (mg/l)		0,97	2,8	0,099	0,073	<0,050
o-PO4 (mg/l)		<0,0050	0,14	12	21	1,1
SO4 opgelost (mg/l)					17	94,8
p-getal (mmol/l)	1,2	21,2	23,6	10,8	10,8	1,6
m-getal (mmol/l)	13,6	80,4	91,2	116,4	119,6	67
drogestofgehalte (%)		5,7	7,6	3,76	3,4	0,625 g/l
gloeirest (% van ds)		46,2	53	50,2	50,2	

	P-verwijdering	Ontwatering
Chemicalien:		
Leverancier	Melchemie	Allied Colloids
Type	FeSO4.7H2O	Zetag 87
Doseerlokatie	beluchting 2e sectie	toevoer zeefbandpersen
Verdunningsfactor	5	+/- 4
Dosering		
. g/m3		
. Me/P-verhouding	,43 (gem. waarde 1996)	
. g 100% actief PE/ton ds		5
type verdunningswater	gefiltreerd effluent	gefiltreerd effluent
Slibverblijftijd gisting (dag)	20	
gem. influent-P (mg/l)	11 (gem. waarde 1996)	

Opmerkingen:

Naam rwzi:	Bath
Bezoeknummer:	3
Datum bezoek:	16-06-98

Lokatie -->	Afloop VBT	SGT in	SGT in	SGT uit	Slib/PE	Filtraat
Monstercodering	VBT	Primair	Secundair	uSGT	Slib	Gen
pH (-)	7,5	5,58	6,55	6,66	6,67	7,15
T (°C)		21,7	20,3	26,9	28,7	23,4
O2 (mg/l)		0,15	0,12	0,16	0,22	4,16
Geleidbaarheid (mS/cm)		3,5	1,7	6,3	6,1	4,9
Ca (mg/l)	48	360	81	33	90	72
Mg (mg/l)		29	19	27	25	18
Fe-totaal (mg/l)		27	2,3	0,3	0,3	0,1
Fe(II) (mg/l)		1,7	0,96	0,12	0,054	<0,050
o-PO4 (mg/l)		0,77	0,33	0,58	1,4	1,1
SO4 opgelost (mg/l)						53,7
p-getal (mmol/l)	1,2	26,8	5,6	14,8	11,6	3,6
m-getal (mmol/l)	9,6	120,8	32,4	92,8	85,6	42,8
drogestofgehalte (%)		4	3,4	4	3,6	0,247 g/l
gloeirest (% van ds)		44,6	40,2	55,9	51,3	

Chemicalien:
Leverancier
Type
Doseerlokatie
Verdunningsfactor
Dosering
. g/m3
. Me/P-verhouding
. g 100% actief PE/ton ds
type verdunningswater
Slibverblijftijd gisting (dag)
gem. influent-P (mg/l)

Opmerkingen:

Naam rwzi:	Hilversum
Bezoeknummer:	1
Datum bezoek:	8-06-98

Lokatie -->	Afloop VBT	SGT in	SGT in	SGT in	SGT uit	Slib/PE	Filtraat
Monstercodering	VBT	Hilversum	Huizen	Blaricum	uSGT H'sum	Slib	Cen
pH (-)	7,95	5,96	5,58	6,07	6,78	7,14	7,43
T (°C)		18,8	20,8	17,8	30,5	22,5	22,6
O2 (mg/l)		0,13	0,15	0,19	0,18	0,24	3,53
Geleidbaarheid (mS/cm)		1,7	1,9	1,3	4,7	5,3	5,4
Ca (mg/l)	28	220	270	94	120	120	130
Mg (mg/l)		17	13	25	18	27	28
Fe-totaal (mg/l)		150	2,8	0,4	2,4	0,3	0,4
Fe(II) (mg/l)		100	2,5	0,61	1,2	0,092	<0,05
o-PO4 (mg/l)		<0,0050	0,58	180	<0,0050	26	39
SO4 opgelost (mg/l)						27	23,3
p-getal (mmol/l)	0,8	56	29,2	12,4	14	6	5,2
m-getal (mmol/l)	3,2	110	55,6	28	88	77,6	57,2
drogestofgehalte (%)		7	6,7	2,5	2,7	2,7	0,301 g/l
gloeirest (% van ds)		38,1	24,4	25,2	47,4	51,9	

	P-verwijdering	Ontwatering
Chemicalien:		
Leverancier		
Type		
Doseerlokatie		
Verdunningsfactor		
Dosering		
. g/m3		
. Me/P-verhouding		
. g 100% actief PE/ton ds		
type verdunningswater		
Slibverblijftijd gisting (dag)		
gem. influent-P (mg/l)		

Opmerkingen:
Gescheiden gistingstanks voor slib Hilversum en slib Huizen.Blaricum

Naam rwzi:	Hilversum
Bezoeknummer:	2
Datum bezoek:	15-06-98

Lokatie --->	Afloop VBT	SGT in	SGT in	SGT in	SGT uit	Slib/PE	Filtraat
Monstercodering	VBT	Hilversum	Huizen	Blaricum	uSGT H'sum	Slib	Cen
pH (-)	7,15	6,16	5,53	5,87	6,52	6,77	6,93
T (°C)		18,7	16,1	18,2	30,7	22,2	21,6
O2 (mg/l)		0,09	0,14	0,11	0,16	2,01	3,73
Geleidbaarheid (mS/cm)		1,4	2,0	2,2	5,0	3,9	5,1
Ca (mg/l)	41	180	250	100	250	130	140
Mg (mg/l)		22	14	31	19	26	28
Fe-totaal (mg/l)		130	2,8	0,2	1,8	0,4	0,4
Fe(II) (mg/l)		100	1,9	0,35	0,66	<0,05	0,05
o-PO4 (mg/l)		<0,0050	1,1	130	0,14	44	49
SO4 opgelost (mg/l)						26,8	26,8
p-getal (mmol/l)	0,8	30,8	12	16	10,4	7,6	4,4
m-getal (mmol/l)	3,6	75,6	30	38	56	44,8	32,8
drogestofgehalte (%)		6	6	3,5	1,9	2	0,349 g/l
gloeirest (% van ds)		30,2	20,3	26,6	31	29,6	

	P-verwijdering	Ontwatering
Chemicalien:		
Leverancier		
Type		
Doseerlokatie		
Verdunningsfactor		
Dosering		
. g/m3		
. Me/P-verhouding		
. g 100% actief PE/ton ds		
type verdunningswater		
Slibverblijftijd gisting (dag)		
gem. influent-P (mg/l)		

Opmerkingen:
Gescheiden gistingstanks voor slib Hilversum en slib Huizen.Blaricum

Naam rwzi:	Hilversum
Bezoeknummer:	3
Datum bezoek:	19-06-98

Lokatie --->	Afloop VBT	SGT in	SGT in	SGT in	SGT uit	Slib/PE	Filtraat
Monstercodering	VBT	Hilversum	Huizen	Blaricum	uSGT H'sum	Slib	Cen
pH (-)	6,6	6,03	5,62	5,98	6,52	7	6,88
T (°C)		20,5	21,2	19,5	30,5	24,5	24,2
O2 (mg/l)		0,13	0,12	0,16	0,14	0,62	2,78
Geleidbaarheid (mS/cm)		1,5	2,1	1,9	5,1	4,9	5,0
Ca (mg/l)	34	85	260	81	250	130	140
Mg (mg/l)		11	19	26	19	26	27
Fe-totaal (mg/l)		65	6,9	0,1	2,4	0,5	0,5
Fe(II) (mg/l)		19	4,7	0,12	1	<0,050	< 0,050
o-PO4 (mg/l)		0,091	0,6	220	0,078	37	43
SO4 opgelost (mg/l)						23,5	26,6
p-getal (mmol/l)	0,8	16,4	16	14,8	14,8	9,6	4,8
m-getal (mmol/l)	5,2	24,8	31,6	26,8	84	66	49,2
drogestofgehalte (%)		1,8	1,6	3,4	3,4	2,6	0,068 g/l
gloeirest (% van ds)		11,2	24,6	28,4	48,8	41,8	

	P-verwijdering	Ontwatering
Chemicalien:		
Leverancier		
Type		
Doseerlokatie		
Verdunningsfactor		
Dosering		
. g/m3		
. Me/P-verhouding		
. g 100% actief PE/ton ds		
type verdunningswater		
Slibverblijftijd gisting (dag)		
gem. influent-P (mg/l)		

Opmerkingen:
Gescheiden gistingstanks voor slib Hilversum en slib Huizen.Blaricum

Naam rwzi:	Gouda
Bezoeknummer:	1
Datum bezoek:	19-05-98

Lokatie --->	Afloop VBT	In SGT	Uit SGT	Slib/PE	Centraat
Monstercodering	VBT	iSGT	uSGT	Slib	Cen
pH (-)	6,52	6,31	6,71	6,82	6,82
T (°C)		19,2	29,6	20,9	21,3
O2 (mg/l)		0,04	0,05	0,06	1,3
Geleidbaarheid (mS/cm)		1,9	4,6	2,5	2,6
Ca (mg/l)	98	310	390	240	230
Mg (mg/l)		31	32	20	19
Fe-totaal (mg/l)		85	3,3	25	0,3
Fe(II) (mg/l)		11*	1	1,1	0,2
o-PO4 (mg/l)		0,23	0,47	0,068	0,066
Totaal S (mg S/l)				2,8	
SO4 opgelost (mg/l)					26,9
p-getal (mmol/l)	0,4	20,4	18	18	1,6
m-getal (mmol/l)	4,4	82,8	127,2	99,6	23,2
drogestofgehalte (%)		3	3	2,2	0,168 g/l
gloeirest (% van ds)		28,6	38,6	47,4	

Chemicalien:	P-verwijdering	Ontwatering
Leverancier	Melchemie	Allied Colloids
Type	FeClSO4	Zetag 66
Doseerlokatie	30 meter voor VBT	20 meter voor zeefbandpers
Verdunningsfactor	-	-
Dosering	123ml Fe /m3 eff	
. g/m3		0,94
. Me/P-verhouding		
. g 100% actief PE/kg ds		
type verdunningswater	-	drinkwater
Slibverblijftijd gisting (dag)	18	
gem. influent-P (mg/l)		

Opmerkingen:

* indicatieve waarde wegens matrixstoring

Naam rwzi:	Gouda
Bezoeknummer:	2
Datum bezoek:	3-06-98

Lokatie --->	Afloop VBT	In SGT	Uit SGT	Slib/PE	Centraat
Monstercodering	VBT	iSGT	uSGT	Slib	Cen
pH (-)	6,12	6,38	6,62	6,7	6,78
T (°C)		19,8	29,9	21,2	21,2
O2 (mg/l)		0,06	0,08	0,13	0,33
Geleidbaarheid (mS/cm)		2,3	4,5	2,4	2,5
Ca (mg/l)	85	270	240	240	250
Mg (mg/l)		30	33	21	22
Fe-totaal (mg/l)		93	5,3	0,5	0,2
Fe(II) (mg/l)		91	1,7	0,27	0,23
o-PO4 (mg/l)		<0,0050	0,07	0,029	<0,0050
Totaal S (mg S/l)					
SO4 opgelost (mg/l)				< 5	11,1
p-getal (mmol/l)	1,2	19,2	11,2	9,6	3,6
m-getal (mmol/l)	6,8	74,4	60,8	83,6	23,6
drogestofgehalte (%)		2,5	4	4,4	0,193 g/l
gloeirest (% van ds)		41,3	53,2	47,7	

Chemicalien:	P-verwijdering	Ontwatering
Leverancier	Melchemie	Allied Colloids
Type	FeClSO4	Zetag 66
Doseerlokatie	30 meter voor VBT	20 meter voor zeefbandpers
Verdunningsfactor	-	-
Dosering	123ml Fe /m3 eff	
. g/m3		0,94
. Me/P-verhouding		
. g 100% actief PE/kg ds		
type verdunningswater	-	drinkwater
Slibverblijftijd gisting (dag)	18	
gem. influent-P (mg/l)		

Opmerkingen:

Naam rwzi:	Gouda
Bezoeknummer:	3
Datum bezoek:	8-06-98

Lokatie -->	Afloop VBT	In SGT	Uit SGT	Slib/PE	Centraat
Monstercodering	VBT	iSGT	uSGT	Slib	Cen
pH (-)	6,18	6,49	6,75	6,9	6,83
T (°C)		21,1	29,6	21,9	21,3
O2 (mg/l)		0,08	0,1	0,12	0,56
Geleidbaarheid (mS/cm)		2,2	4,4	2,4	2,5
Ca (mg/l)	84	280	340	190	220
Mg (mg/l)		29	33	21	19
Fe-totaal (mg/l)		98	20	1,4	0,2
Fe(II) (mg/l)		24	1,2	0,46	0,07
o-PO4 (mg/l)		<0,0050	< 0,0050	<0,0050	<0,0050
Totaal S (mg S/l)					
SO4 opgelost (mg/l)				< 5	11,8
p-getal (mmol/l)	0,8	19,2	12,8	6,4	4
m-getal (mmol/l)	4,8	77,6	97,6	93,6	23,6
drogestofgehalte (%)		3,4	2,8	5,2?	0,16 g/l
gloeirest (% van ds)		38,8	48,2	47,7	

Chemicalien:	P-verwijdering	Ontwatering
Leverancier	Melchemie	Allied Colloids
Type	FeClSO4	Zetag 66
Doseerlokatie	30 meter voor VBT	20 meter voor zeefbandpers
Verdunningsfactor	-	-
Dosering	123ml Fe /m3 eff	
. g/m3		0,94
. Me/P-verhouding		
. g 100% actief PE/kg ds		
type verdunningswater	-	drinkwater
Slibverblijftijd gisting (dag)	18	
gem. influent-P (mg/l)		

Opmerkingen:
scalingsmonster overloop na-indikker en zeefbandpers op 09/06 genomen

Naam rwzi:	Houtrust
Bezoeknummer:	1
Datum bezoek:	24-02-98

Lokatie -->	Afloop VBT	SGT in prim.	SGT in sec.	SGT uit	Centraat refrentie	Centraat preventie
Monstercodering	VBT	iSGTP	iSGTS	uSGT		
pH (-)	7,26	6,16	6,64	7,14	7,69	
T (°C)		15,2	19	29,3	29,2	
O2 (mg/l)		0,11	0,1	0,15	4,05	
Geleidbaarheid (mS/cm)		2,3	2,1	8,8	9,2	
Ca (mg/l)	110	250		140	180	
Mg (mg/l)		31		21	24	
Fe-totaal (mg/l)		28		0,5	0,8	
Fe(II) (mg/l)		15		0,41	0,47	
o-PO4 (mg/l)		0,95		11	24	
SO4 opgelost (mg/l)					21,7	
p-getal (mmol/l)						
m-getal (mmol/l)						
drogestofgehalte (%)						
gloeirest (% van ds)						

	P-verwijdering	Ontwatering
Chemicalien:		
Leverancier	Mel Chemie	Allied Colloids
Type	FeClSO4	Zetach 64
Doseerlokatie	Voorbezinktank	Centrifuge
Verdunningsfactor	30	0.3 naar 0.15 %
Dosering		
. g/m3	18-19 m3/dag	3 tot 4
. Me/P-verhouding		Boezemwater
. g 100% actief PE/kg ds		
type verdunningswater		
Slibverblijftijd gisting (dag)	22	
gem. influent-P (mg/l)	-	

Opmerkingen:
Scale-watcher niet in gebruik
één centrifuge in in gebruik

Naam rwzi:	Houtrust
Bezoeknummer:	2
Datum bezoek:	7-04-98

Lokatie ---->	Afloop VBT	SGT in primair	SGT in secundair	SGT uit	Centraat referentie	Centraat preventie
Monstercodering	VBT	iSGTP		uSGT		
pH (-)	7,21	6,43	6,75	7,28	7,61	7,78
T (°C)		17,4	21,7	30,3	28,3	27,9
O2 (mg/l)		0,07	0,06	0,07	3,08	3,83
Geleidbaarheid (mS/cm)		2,8	2,1	8,1	8,3	8,3
Ca (mg/l)	150	270	210	160	180	110
Mg (mg/l)		48	74	31	31	29
Fe-totaal (mg/l)		63	25	1,3	0,7	1
Fe(II) (mg/l)		8,8	4,2	1,5	0,63	0,87
o-PO4 (mg/l)		0,21	0,09	2,2	3,6	1,7
Totaal S (mg S/l)					8,3	10
p-getal (mmol/l)	2,4	27,2	32	8,8	6,4	5,2
m-getal (mmol/l)	8,4	134	236	180,8	81,2	76
drogestofgehalte (%)		8,1	6	4,4	0,46 g/l	0,762 g/l
gloeirest (% van ds)		32,2	24	44,7		

	P-verwijdering	Ontwatering
Chemicalien:		
Leverancier	Mei Chemie	Allied Colloids
Type	FeClSO4	Zetach 64
Doseerlokatie	Voorbezinktank	Centrifuge
Verdunningsfactor	30	0.3 naar 0.15 %
Dosering		
. g/m3	18-19 m3/dag	3 tot 4
. Me/P-verhouding		Boezemwater
. g 100% actief PE/kg ds		
type verdunningswater		
Slibverblijftijd gisting (dag)	22	
gem. influent-P (mg/l)	-	

Opmerkingen:
niet-functionerende Scale-watcher

Naam rwzi:	Houtrust
Bezoeknummer:	3
Datum bezoek:	4-06-98

Lokatie -->	Afloop VBT	SGT in primair	SGT in secundair	SGT uit	Centraat referentie	Centraat preventie
Monstercodering	VBT	iSGTP	iSGTS	uSGT		
pH (-)	7,45	6,04	6,45	6,94	7,45	7,24
T (°C)		20,1	23,7	31,7	30,6	31,1
O2 (mg/l)		0,1	0,08	0,09	0,22	3,54
Geleidbaarheid (mS/cm)		2,2	1,9	7,16	6,99	7,7
Ca (mg/l)	78	570	300	100	130	130
Mg (mg/l)		47	110	30	29	29
Fe-totaal (mg/l)		250	72	1	0,7	1,8
Fe(II) (mg/l)		210	1,5	0,77	0,6	1,4
o-PO4 (mg/l)		1,3	0,038	2,6	1,3	3,4
SO4 opgelost (mg/l)					21	12,2
p-getal (mmol/l)	2	50,4	n.b.	16	7,2	10
m-getal (mmol/l)	8,8	119,2	n.b.	162	74,8	90,8
drogestofgehalte (%)		7,9	6,1	5,1	0,386 g/l	0,923 g/l
gloeirest (% van ds)		32,8	27,9	47		

	P-verwijdering	Ontwatering
Chemicalien:		
Leverancier	Mel Chemie	Allied Colloids
Type	FeClSO4	Zetach 64
Doseerlokatie	Voorbezinktank	Centrifuge
Verdunningsfactor	30	0.3 naar 0.15 %
Dosering		
. g/m3	18-19 m3/dag	3 tot 4
. Me/P-verhouding		Boezemwater
. g 100% actief PE/kg ds		
type verdunningswater		
Slibverblijftijd gisti	22	
gem. influent-P (m	-	

Opmerkingen:
functionerende Scale-watcher

