

Kunstmatige slibverwerkingsinstallaties in Zwitserland*)

Van 9-13 juni 1969 werd door enkele leden van de Slibcommissie NVA een bezoek gebracht aan enige kunstmatige slibverwerkingsinstallaties in Zwitserland.

In het onderstaande zal een beschrijving van de bezochte slibverwerkingsinstallaties worden gegeven en van de daarbij opgedane indrukken. Achtereenvolgens werden de volgende installaties bezocht:

1. Zürich, r.i. Werdhölzli (thermische conditionering van uitgestikt slib volgens Von Roll, ontwatering in persfilters);
 2. Thalwil (ontwatering van uitgestikt slib met centrifuges);
 3. Wädenswil (aerobe stabilisatie van slib, gevolgd door ontwatering in persfilters);
 4. Bülach (verbranding van vloeibaar slib en huisvuil in een etage-oven);
 5. Lausanne (ontwatering van vers slib met persfilters en verbranding van de koek in een etage-oven);
 6. Genève-Aire (thermische conditionering van uitgestikt slib volgens Porteous met ontwatering in persfilters);
- Cheneviers (verbranding van het in Aire ontwaterde slib in de huisvuilverbrandingsoven).

1. Zürich

(aerobe biologische zuivering volgens het Inka systeem voor 200.000 i.e.)

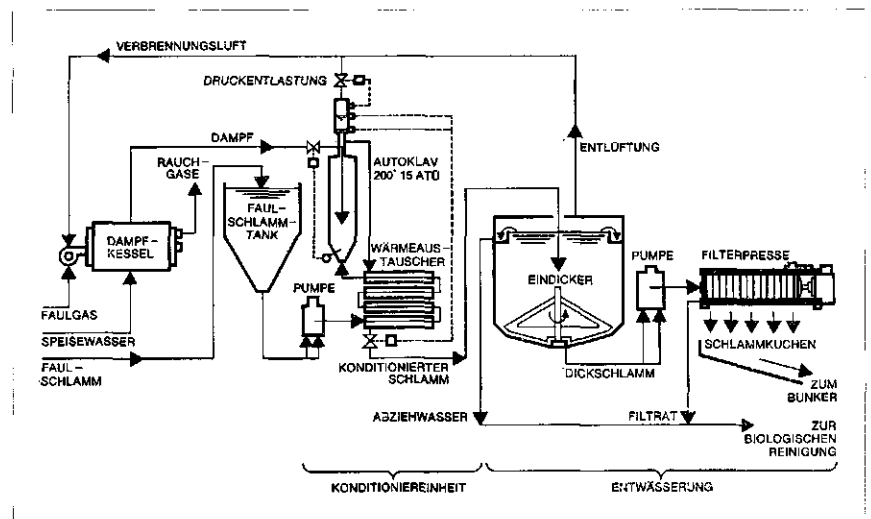
De slibverwerkingsinstallatie is gebouwd volgens het systeem Von Roll [1]. Dit is een thermische conditionering van slib, gevolgd door een ontwatering op persfilters (schema 1). Verwerkt moet worden het slib van 200.000 i.e., aangesloten op een gecombineerd rioolstelsel. De zuiveringsinstallatie zal in de toekomst worden uitgebreid tot 500.000 i.e. (à 600 liter per dag). Ook de slibverwerkings-

installatie zal dan 500.000 i.e. aan slib kunnen behandelen.

De Von Roll installatie voor 200.000 i.e. is opgezet in twee gelijke eenheden. Het gebouw, het betonwerk en de indickers zijn reeds afgestemd op vijf eenheden. Elke eenheid kan 7 m³ slib per uur verwerken. Er wordt voorlopig 16 uur per dag gewerkt, gedurende vijf dagen per week.

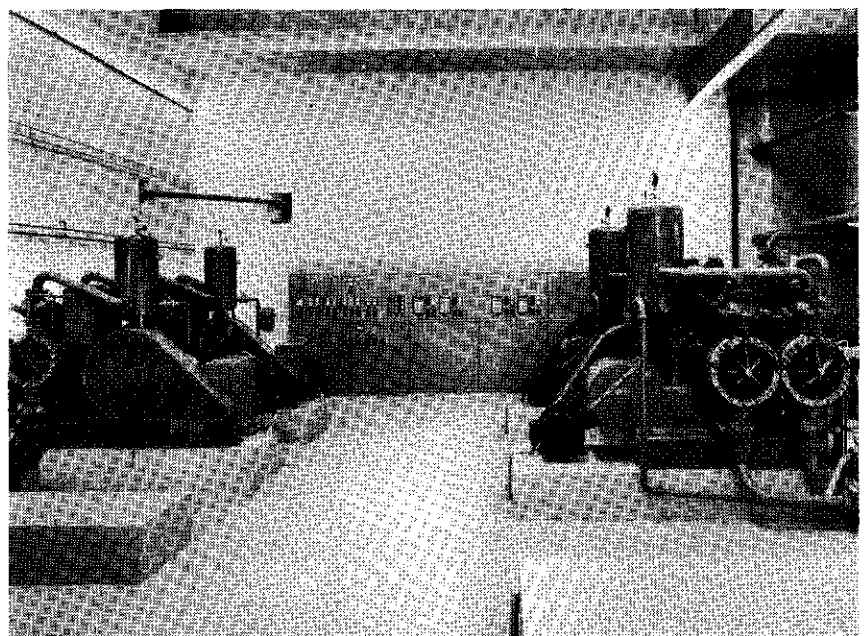
In de Von Roll installatie wordt uitgestikt slib verwerkt. De reden hiervoor is, dat de RWZ reeds gistingstanks bezat welke mede werden uitgebreid.

Het uitgestikte slib, dat door indikken op 92% watergehalte is gebracht, wordt in een Conduxmolen, type CKH 25, versneden en vervolgens door een wervelradpomp, merk Häni,



Schema 1 - Werking van de slibontwateringsinstallatie volgens Von Roll te Werdhölzli.

Afb. 1 - De opstelling van de slibpompen voor het transport naar warmtewisselaar (links) en persfilter (rechts).



*) Mededeling no. 6 van de Slibcommissie NVA, verslag van het bezoek aan enige kunstmatige slibverwerkingsinstallaties in Zwitserland.

in een buffertank met een inhoud van 50 m³ gepompt. Een dubbelwerkende zuigermembraanpomp, fabriek Abel (afb. 1) onttrekt het slib aan deze tank en perst het via een warmtewisselaar (afb. 2) in de autoclaaf (afb. 3).

De zuigers van de pomp verplaatsen water, dat een membraan doet in- en uitstulpen. Dit membraan bestaat uit stevige rubberschijven. Elke pomp heeft er twee, die nagenoeg tegen elkaar aan liggen. Dit om te voorkomen, dat als er één scheurt, het slib bij de zuigers zou kunnen komen.

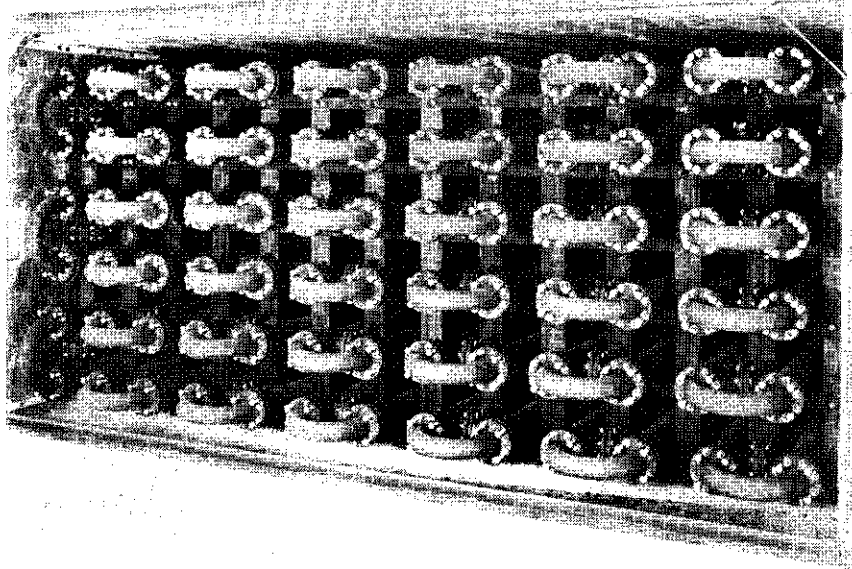
De doorgang van de kogelkleppen in de zuig- en persleiding van de pomp is 5 tot 10 mm.

De warmtewisselaar bestaat uit een stelsel van horizontaal liggende onderling verbonden concentrische pijpen. De binnenpijp heeft een inwendige doorsnede van 80 mm, de buitenpijp is rond 130 mm. Het totaal verwarmend oppervlak van de warmtewisselaar is naar schatting 120 m². Door de buitenpijpen stroomt het slib uit de autoclaaf met een temperatuur van 200° C. Het wordt hierin gekoeld tot een temperatuur van 60° C in tegenstroom met het koude uitgegiste slib dat de warmtewisselaar verlaat met een temperatuur van 160° C. Op deze wijze worden verstoppingen tot een minimum gereduceerd.

In de proefperiode bleek de installatie goed te functioneren; een stankprobleem moest echter tot oplossing worden gebracht. Men is er daarom toe overgegaan de warmtewisselaar van de tweede nog niet in bedrijf zijnde eenheid te gebruiken voor een verdere koeling van het behandelde slib van 60° C tot een temperatuur van 20° C met water. In de toekomst zal men dus de warmtewisselaarcapaciteit groter moeten maken dan was voorzien. Het voorgewarmde slib wordt in de autoclaaf door stoominjectie verhit tot 200° C bij een druk van 16 ato. De verblijftijd bedraagt gemiddeld 2 uur. Deze vrij lange verblijftijd zou volgens Von Roll nodig zijn om te allen tijde, ook wanneer de slibconditie minder gunstig is, een goede ontwatering te verkrijgen.

De hoeveelheid verbruikte stoom bedraagt gemiddeld 90 kg per m³ slib. De stoom wordt niet direct in de autoclaaf gebracht maar in de toevoerbuis ervoor, die de vorm van een omgekeerde U heeft. Dit ter verbetering van warmte-overdracht.

De bij het proces vrijkomende gassen hopen zich op in de top van de auto-



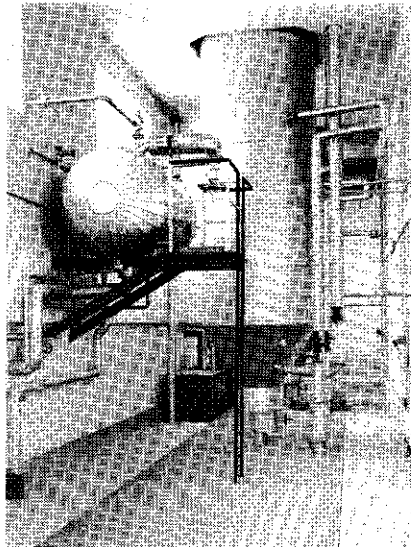
Afb. 2 - De warmtewisselaar.

claaf en worden automatisch afgelaten via een ventiel.

De afgassen van de autoclaaf (onder andere koolzuur bevattend) worden naar de brander van de stoomketel gevoerd, waar de stankverwekkende stoffen worden meeverbrand met het stookmiddel (rioolgas of olie).

Het slib wordt uit de autoclaaf afgevoerd door schuifafsluiters die vijf seconden per minuut openstaan. Men verkrijgt hierdoor voldoende stroomsnelheid en voorkomt verstoppingen. Het afgekoelde slib stroomt in een indikker, waarvan er twee met een totale inhoud van 500 m³ (voor vijf eenheden) zijn opgesteld. Het in de indikker afgescheiden water heeft een

Afb. 3 - De autoclaaf.



BOD²⁰⁵ van 5000-7000 mg/l, evenals het filtraat van de persfilters. De BOD-belasting van de aeratietanks wordt hierdoor met ongeveer 8% verhoogd.

Het ingedikte slib heeft een watergehalte van slechts 80-85%.

Het wordt door een enkelvoudige zuigermembraanpomp, type Abel, in een persfilter gepompt met een einddruk van 15 at. Bij het begin van het vullen van de pers is het pompdebiet 30 m³/uur. Dit daalt tot 2 m³/uur, op welk tijdstip het persen beëindigd wordt. Het persfilter heeft een inhoud van 2,9 m³ slibkoek. Het lossen van de koek en het schoonspuiten van de platen (na 12 charges) met water onder een druk van 90 at vergen geen handarbeid.

De filterkoek heeft een watergehalte van 40-45%.

Door een grijperkraan wordt de gebroken filterkoek uit de bunker opgenomen en via een stortbunker met bodemkleppen in een vrachtauto gestort. Aanvankelijk had men het voornemen om de filterkoek te verbranden, doch de prijs die de stadsvuilverbranding vroeg was te hoog (35 francs per ton). Men denkt nu meer aan gebruik in de agrarische sector; tijdens het bezoek was men bezig plantenborders aan te leggen met gebruikmaking van het filterkoekenslib. Momenteel wordt 1/3 deel van het slib op de beschreven wijze behandeld en 2/3 deel na uitgisten door slibboeren in vloeibare toestand afgehaald. Dit laatste kost de gemeente fr. 5.—/m³.

Het slibverwerkingsgebouw had 1 miljoen francs gekost (voor 5 eenheden) en de machinale uitrusting 3 miljoen francs (voor 2 eenheden).

Als bijzonderheid van de installatie werd nog genoemd, dat deze ook is te gebruiken als pasteurisatie-eenheid door het slib met dubbel debiet door de autoclaaf te leiden, bij atmosferische druk (temperatuurverhoging tot 60° C). Zodoende zou het slib dus het gehele jaar door in de landbouw en veeteelt kunnen worden afgezet.

Ten slotte nog enige opmerkingen ten aanzien van de stankbezwaren.

Het gehele gebouw is van een ventilatie-inrichting voorzien; de kwalijk riekende gassen uit de autoclaaf worden onschadelijk gemaakt in het vuur van de stoomketel. Desondanks waren er in de proefperiode nog stankbezwaren.

Hieraan werd tegemoet gekomen door:

1. afkoeling van het thermisch behandelde slib tot 20° C in plaats van tot 60° C. Deze verdere koeling vindt plaats in een extra warmtewisselaar met effluent als koelmedium;
2. de afgassen van de indickers worden behandeld in een straalwasser (Körting). In de straalwasser heerst een sterk corrosief milieu, zodat de materiaalkeuze hieraan dient te worden aangepast. Soms wordt ook nog chloor aan de wasvloeistof toegevoegd.

De installatie is nog maar kort in bedrijf.

2. Thalwil

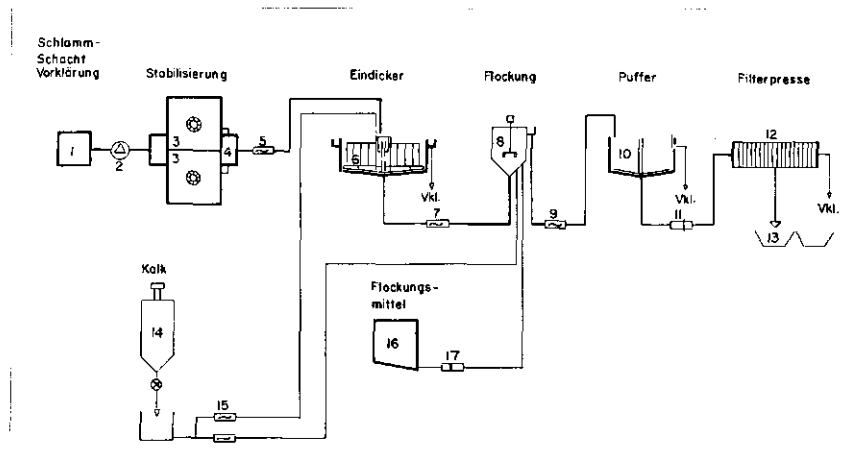
(aerobe biologische zuivering van 40.000 i.e. volgens Inka systeem met derde zuiveringstrap)

Het beschikbare grondoppervlak voor de bouw van de rioolwaterzuiveringsinrichting was zo gering, dat 85% van het bouwvolume ondergronds aangebracht moest worden.

De bouwput kreeg hierdoor een diepte van 14 meter.

Rond de Züricher See dienen alle rioolwaterzuiveringsinstallaties een inrichting te bezitten voor de fosfaatverwijdering uit het effluent. Zowel bij de installatie Thalwil als bij de later te beschrijven r.i. Wädenswil bestaat deze uit een doseerinstallatie, waaruit ijzer(III)-chloride-oplossing druppelt in de „mixed liquor”, welke naar de nabezinkinrichting afstroomt. Mede hierdoor was het effluent van de r.i. sprankelend helder.

De slibverwerking bestaat hier uit



Schema 2 - Principe van de slibbereiding.

een anaerobe vergisting gevolgd door een ontwatering door centrifugeren.

Het verse slib wordt ingedikt en door middel van schijfrotorpompen (goratoren) in de gistingsruimte gebracht. Het uitgegiste slib bleek nog (of weer) te grof om gecentrifugeerd te kunnen worden. Daarom heeft men later nog een gorator geïnstalleerd om het uitgegiste slib te versnijden.

Aanvankelijk werd het zogenaamde carboflocproces voor de slibconditionering toegepast (behandeling van slib met koolzuurhoudende verbrandingsgassen en kalkmelk) in combinatie met de toevoeging van een polyelectrolyet. Deze werkwijze bevredigde echter niet.

Thans wordt het slib geconditioneerd met kalk (12 kg per m³ slib met 8% droge stof), terwijl voorts nog polyelectrolyet (separan) wordt toegevoegd. Vervolgens wordt het slib ontwaterd in een Flottweg centrifuge met een capaciteit van ongeveer 8 m³/h.

Het watergehalte van de „slibkoek” bedraagt 60 tot 70%. De slibkoek werd verbrand in een installatie in het naburige Horgen; thans wordt deze naar een stortplaats gebracht.

Het aflopende water wordt in een cilindervormige indikker (100 m³) geconcentreerd. Het overloopwater hieruit heeft een vastestofgehalte van omstreeks 0,5 g/l en wordt weer bij het aankomende rioolwater gevoegd.

De centrifuge is thans slechts een halve dag per week in bedrijf. In hoofdzaak wordt het uitgegiste slib zonder meer per tankwagen naar de landbouw afgevoerd.

De reden hiervan is, dat weliswaar fr. 5.— per m³ betaald moet worden voor de afvoer van nat uitgegiste slib, maar dat de slibontwatering met centrifuges inclusief afvoerkosten toch

nog ongeveer het dubbele hiervan draagt. Zolang het uitgegiste slib op adequate wijze landbouwkundig verwerkt kan worden, geniet deze methode in Thalwil de voorkeur.

3. Wädenswil

(aerobe zuivering voor 50.000 i.e. met compressorlucht en derde zuiveringstrap)

De installatie Rietliu in Wädenswil bezit enige voor de ingewijde zeer bezienwaardige onderdelen. Zo wordt de perslucht voor de beluchtingstanks geleverd door drietrapsventilatoren. De actiefslibinrichting heeft twee cirkelvormige nabezinktanks; één is uitgevoerd met centrale invoer en mechanische slibruiming, de andere is een zogenaamde Rim-Flo tank met toevoer aan de periferie en slibafzuiginstallatie. Dit veroorzaakt een vergelijking van de bedrijfsresultaten van deze tanks onder analoge omstandigheden.

Evenals in Thalwil worden fosfaten met FeCl₃ neergeslagen door een oplossing hiervan bij de „mixed liquor”, welke naar de nabezinktank afloopt, te druppelen.

Het slib, dat een mengsel is van riool-slib, actiefslib en precipitaat door de FeCl₃-dosering wordt niet uitgegist zoals oorspronkelijk de bedoeling was, maar aerob gestabiliseerd en vervolgens in een persfilter ontwaterd (schema 2). De reden voor de aerobe stabilisatie is, dat de industrie een groot aandeel in de hoeveelheid afvalwater heeft, waardoor een anaerobe behandeling naar de mening van de ontwerpers eerder gestoord zou kunnen worden dan een aerobe.

Het slib (2% droge stof) uit de voorbezinktanks wordt met een gorator

naar twee parallel bedreven mineralisatietanks gebracht, die een inhoud hebben van 600 m³ ieder, zodat het slib een verblijftijd krijgt van 7 tot 10 dagen. De beluchting geschiedt door Gyrox oppervlaktebeluchters. Het slib ondergaat bij deze behandeling een zelfverteringsproces, waardoor een deel van de organische stof wordt afgebroken. Hoe groot deze afbraak is, is niet bekend. Belangrijk van deze wijze van werken is, dat het stankbezwaar verbonden aan de buffering van ruw slib wordt tegengegaan. Het beluchte slib wordt in een ronde indikker met roerder en ruimer gedurende een gemiddelde verblijftijd van 7 dagen geconcentreerd tot 8% droge stof. Kalk wordt aan de indikker toegevoegd, waardoor een goede indikking wordt verkregen. Naar onze mening vormt deze dosering bovendien een extra beveiliging tegen eventuele stankontwikkeling (PH-verhoging) tijdens het indikken.

Aan het ingedikte slib worden in een flocculatietank coaguleermiddelen toegevoegd in de vorm van 19 l FeCl₃ (als 14%-oplossing) en 15 kg kalk per m³ slib. Vanuit een bufferruimte wordt het slib naar het persfilter (Rittershaus en Blecher) gepompt door een zuigermembraanpomp.

Het filteroppervlak bedraagt 200 m² en het kamervolume is 3 m³. De maximaal toegepaste filtratiedruk bedraagt 15 ato. Het persfilterbedrijf kan worden onderverdeeld in het sluiten van de pers (5 minuten), filtratie (60-120 minuten) en het openen en automatisch lossen van de filterkoeken (20 minuten).

De reiniging van het filterdoek geschiedt met waterstralen onder hoge druk. De inrichting is zodanig geconstrueerd dat de doeken niet van het filter behoeven te worden losgemaakt. Bij het automatisch lossen van de filterkoek deed zich hier het probleem voor, dat de koek aan het weefsel bleef kleven, zodat bij het lossen een handje geholpen moest worden.

Toepassing van doek, bestaande uit een weefsel van monofilamenten biedt betere vooruitzichten, aldus onze zeggeman.

De slibbehandelingsinstallatie kostte ruim fr. 2.10⁶.

4. Bülach

(huisvuil-slibverbranding voor 120.000 i.e.)

In het Zürcher Unterland heeft men zich van het begin af aan op het standpunt gesteld, dat de slibverwer-

king gemeenschappelijk met het huisvuilprobleem opgelost dient te worden. Ebingen en Dübendorf waren in dit opzicht reeds voorgegaan. Met de bouw van de verwerkingsinrichting, een verbrandingsinstallatie, werd de firma Lurgi belast. In totaal zal een hoeveelheid vaste afval van 120.000 inwoners (29 gemeenten) verwerkt kunnen worden in een bedrijf in tweeloegendienst gedurende vijf dagen per week. De installatie zal uit twee gelijke eenheden bestaan.

De rioolwaterzuiveringsinrichting Bülach is met een slibpersleiding met de verbrandingsinstallatie verbonden; andere gemeenten zullen het slib op gelijke wijze of met tankwagens aanvoeren. De gemeente Eglisau heeft het plan om filterkoeken af te leveren, die als huisvuil behandeld zullen worden.

Het verschil tussen het onderhavige proces en het „Ebinger verfahren” is gelegen in het feit, dat in het eerste geval rioolslib zonder machinale ontwatering, dus alleen na indikking, in de oven wordt gebracht. Dit proces lijkt dus veel op dat in Dübendorf (Zw.). Bij een toevoer van slib en huisvuil van een gelijk aantal inwoners behoeft de concentrering van het slib niet verder te gaan dan tot 8-9% vaste stof.

De verbranding wordt uitgevoerd in een etage-oven. Deze heeft 7 etages, waarvan de bovenste vier dienen voor droging van het op de eerste etage ingebrachte slib.

Het grove huisvuil wordt in een

Hazemag slagmolen verkleind. Het normale huisvuil wordt te zamen met het verkleinde grofvuil door twee Bühler hamermolens vernalen. Via een Bühler transportinstallatie, bestaande uit een combinatie van sleepkettingen en transportbanden wordt het verkleinde huisvuil toegevoerd door een vulschacht aan de derde etage van onderaf gerekend. Hier vindt de verbranding plaats van het huisvuil en van het op de bovengelige etages voorgedroogde slib. De verbrandingstemperatuur is ongeveer 850° C, de hete rookgassen doorstromen de bovenste etages waar zij het slib voordrogen en zelf koelen tot 350° C. Het slib wordt hierbij niet verder opgewarmd dan tot 90° C, waarna het in de verbrandingszone met een temperatuur van 850° C valt (afb. 4). Door deze gang van zaken zou geen stankontwikkeling optreden omdat geen „smeulzone” aanwezig is. Of inderdaad bij de toegepaste droogtechniek geen kwalijk riekende dampen vrijkomen kon tijdens het bezoek niet worden geconstateerd, doch wordt dezerzijds wel betwijfeld. De capaciteit van de etage-oven is 2,5 ton huisvuil en 2,8 m³ slib per uur. De rookgassen worden ontstof in een elektrofilter, nadat de grove as is afgevangen in een bezinkkamer. De schoorsteen heeft een hoogte van 25 m boven maaiveld.

In tegenstelling tot bekende uitvoeringsvormen van deze installatie, ook van Lurgi (Ebingen, Dordrecht) worden de rookgassen niet door middel van een waterwasinstallatie gereinigd, dit in verband met corrosieverschijnselen.

De afvoer van de slakken geschiedde aanvankelijk met een sleepketting via een waterbad. Deze constructie voldoet niet en wordt gewijzigd in een dubbele sleepketting zonder waterbad maar met besproeien van de slak. De installatie is beveiligd tegen explosies o.a. door lucht af te zuigen uit de verkleiningsinrichtingen. Deze lucht wordt na passage van cyclonen door een ventilator aangezogen.

Opgemerkt moet nog worden dat het huisvuil voordat het verbrand wordt, wordt ontijzerd. Dit ijzer wordt gezuiverd door het af te branden in een oliegestookte trommeloven. Het residu wordt samengeperst tot pakketten.

Het merkwaardige verschijnsel doet zich voor dat de schoorsteen zingt, waarschijnlijk doordat deze als orgelpijp werkt. Helaas kon de omgeving deze muzikale noot niet waarderen.

Afb. 4 - Inwendige van de etage-oven in Bülach.



Het euvel denkt men te kunnen verhelpen door het aanbrengen van een vernauwing aan het uiteinde van de schoorsteen.

De oven is 16 uur per dag in bedrijf, het personeel bestaat uit een bedrijfsleider, een elektromonteur, twee stokers en drie hulpkrachten. De installatie maakt een uitstekende indruk qua opstelling, isolering, uitvoering en esthetisch aanzicht.

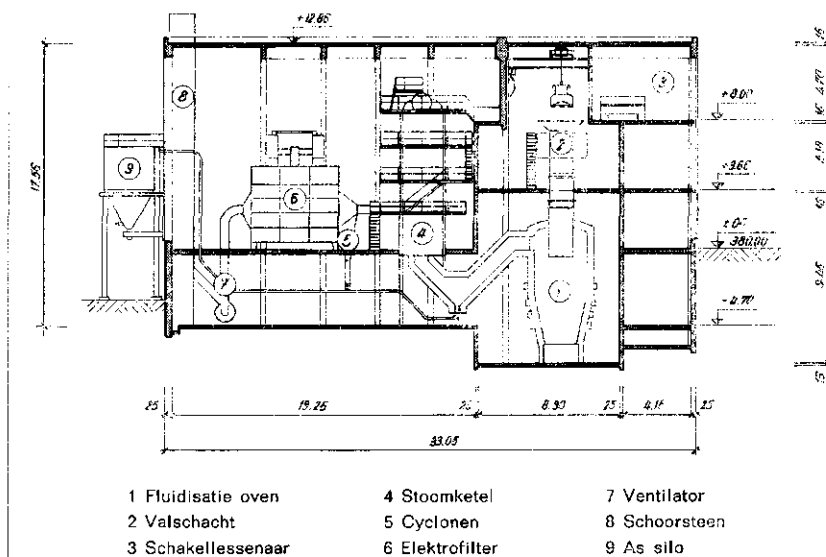
De bouwkosten bedroegen inclusief grondaankoop fr. 8,6.10⁶.

5. Lausanne

(aeroob biologische zuivering volgens het Inka systeem voor 220.000 i.e.)

In de rioolwaterzuiveringsinrichting Vidy te Lausanne wordt het mengsel van primair en actiefslib gedurende 72 uur ingedikt in cilindervormige indickers. Hierbij wordt kalk toegevoegd om stank te voorkomen. Hierna wordt het slib geconditioneerd met 6% FeCl₃ (30- tot 40-procentoplossing) en 20% kalk, alles berekend op de droge stof. Ontwatering vindt plaats in een persfilter, dat geprecoat wordt. De filterkoek heeft een drogestofgehalte van ongeveer 50% (25% organische stof) en wordt in een bunker van 200 ton inhoud gestort. Wanneer deze vol is worden de koeken buiten op een stapelplaats gedeponeerd (300 ton). Ten slotte wordt de indikker volledig met slib gevuld. Indien op deze wijze alle beschikbare ruimte voor nat en ontwaterd slib is benut, wordt een verbrandingsoven ontstoken, die gedurende 1 maand in vol bedrijf de geproduceerde koeken verbrandt (schema 3).

Vervolgens kan de oven 1 maand buiten werking gesteld worden. In de oven, die werkt volgens het fluidisatieprincipe wordt 40 ton slib per dag verbrand gedurende zeven dagen per week. Het slib wordt boven ingevoerd via een vultrechter; met een grijperkraan wordt het slib aan de doseerinrichting (rotorpennen) toegevoerd. Aanvankelijk werd het slib door middel van een transportband gedoseerd, doch deze voldeed niet. Thans wordt een pennemolen voor de toevoer naar de oven toegepast. Deze constructie is zo uitgevoerd, dat slechts een minimale hoeveelheid lucht via de vultrechter door de oven kan worden aangezogen. Tijdens het bezoek werd waargenomen, dat tijdens het ontladen van de grijper in de doseerinstallatie een stofwolk (rookgaswolk?) naar buiten trad via de vultrechter. De oven is

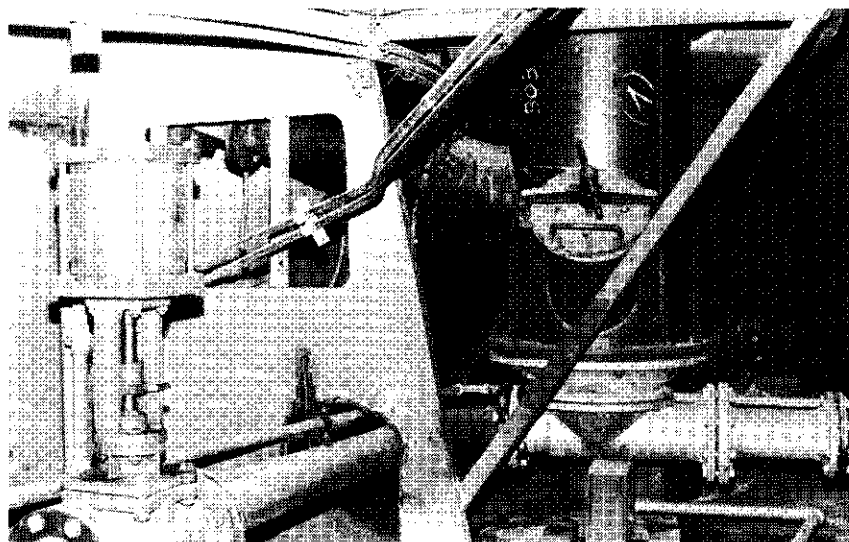


Schema 3

geheel gemetseld uitgevoerd, doch de isolatie is slecht, hetgeen een zeer hoge temperatuur in het gebouw (45° C) veroorzaakt. De bodem van de oven bestaat uit een rooster met openingen in de vorm van stalen pijpjes, die een conische vorm hebben. De druk van de onderwind is circa 600-1000 mm H₂O-kolom. Voordat de lucht onder het rooster wordt toegevoerd wordt deze verhit tot 600 à 700° C door middel van een oliebrander. Bij een belasting van 1,8 ton filterkoek per uur bedraagt de hoeveelheid lucht 2400 Nm³ per uur. Deze is samengesteld uit primaire lucht, die aan de oliebrander wordt toegevoerd en secundaire lucht, die via luchtkast en luchtregister wordt bijgemengd. De

lucht door de oliebrander is ongeveer 20% van de totale hoeveelheid lucht. Verder wordt nog tertiaire lucht toegevoerd via openingen in de zijwand boven het gefluidiseerde bed. Deze lucht wordt niet voorverwarmd. Het zandbed heeft een hoogte van 50 cm en de korreldiameter van het zand is 1,5 tot 2,5 mm. Zware asdeeltjes blijven achter in het bed, zodat regelmatig bedmassa afgevoerd moet worden door een spuikanaal dat schuin naar beneden is gericht. Vroeger werd de overmaat bedmassa pneumatisch afgevoerd, doch dit gaf stofproblemen. Thans wordt een proef uitgevoerd, waarbij het materiaal in water wordt afgevoerd (afb. 5). De lichte asdelen worden met het rookgas meegevoerd.

Afb. 5 - Bedmassa afvoer van fluidisatie-oven.



De temperatuur in de oven wordt op 750 tot 850° C gehouden. Te hoge temperaturen geven aanleiding tot verweking van de vlieggas, zodat afzettingen veroorzaakt worden in de nageschakelde koudere delen van de installatie onder andere rookgaskanalen in de stoomketel.

De regeling van de temperatuur gebeurt met handbediening. Deze wordt bepaald door de vuurhaardtemperatuur en het temperatuurverschil tussen boven- en onderlaag van het fluidisatiebed.

Maatregelen ter regeling van de temperatuur zijn:

1. slibdoseersnelheid;
2. verbrandingsluchttemperatuur door regeling van de oliebrander;
3. tertiaire luchthoeveelheid.

De hoeveelheid olie, die bij dit bedrijf nodig is voor verhitting van de verbrandingslucht bedraagt 30-50 kg/juur of 17-28 kg per ton filterkoek. Oorzaak van temperatuurveranderingen in de oven zijn: ongelijkmatige dosering en ongelijkmatig vochtgehalte van de filterkoek. Bij een calorische waarde boven 1800 Kcal/kg slibkoek zou men niet behoeven voor te verhitten. De rookgassen worden afgevoerd uit de fluidisatie-oven via een kanaal dat naar de afgasketel leidt. Uit dit kanaal dat V-vormig is uitgevoerd worden de zwaardere deeltjes bij hogere temperatuur afgescheiden. Ook hier voldoet de pneumatische afvoer niet door de grote stofontwikkeling. Deze inrichting wordt vervangen door een waterspoeleinrichting.

In de afgasketel worden de rookgassen aan de onderzijde ingevoerd. Deze is uitgevoerd in twee rookgas„trekken”. De eerste trek wordt doorlopen van onder naar boven, de tweede van boven naar beneden, waarbij de gassen zijdelings worden afgevoerd. Onder in de eerste trek bevindt zich de stoomoververhitter. De verdere warmteafgifte gebeurt door een aantal achter elkaar geschakelde convectiebundels. De ketel was aanvankelijk ontworpen met een voorverhitter voor de verbrandingslucht. Vermoedelijk zijn, doordat de lucht op 600 tot 700° C moest worden opgewarmd, moeilijkheden ontstaan door verbranding van het uitwisselaarmateriaal. De temperatuur van de oververhite stoom wordt niet geregeld. De gasdoorlaat door de oververhitter is echter aangepast aan de warmteafgifte door bypassing van een deel van de rookgassen. De rookgassen hebben na het



Afb. 6 - Spilling-stoommotoren voor de opwekking van elektriciteit (Lausanne).

verlaten van de afgassenketel een temperatuur van omstreeks 300° C. De reiniging van de rookgassen vindt plaats door twee parallel geschakelde cyclonen voor de grovere delen en een elektrofilter. Daarna volgt een zuigtrekventilator in de schoorsteen, die ongeveer 1 meter boven het gebouw uitsteekt.

De capaciteit van de afgassenketel bedraagt 2,5 ton stoom per uur. De verbranding van 1 ton slib gaat gepaard met de produktie van 1 ton stoom. De concessiedruk is 20 ato, de werkdruk 18 ato. De temperatuur van de oververhitter is 320-400° C afhankelijk van de belasting.

De stoom wordt toegevoerd aan twee Spilling stoommotoren, die een stroomgenerator aandrijven (afb. 6). Het afgegeven vermogen is 120-200 kW. Het eigen vermogen van de installatie is 70 kW. Het surplus wordt afgegeven aan het elektriciteitsnet.

De afgewerkte stoom van de turbines wordt via een condensor teruggekoeld met effluent. Het suppletiewater wordt onthard.

Afgewerkte olie wordt niet in de installatie verbrand (men kan de temperatuur dan niet voldoende in de hand houden).

Wel wordt een deel van de olie vermengd met de slibkoek in de bunker. Men heeft thans een proefinstallatie in bedrijf, waarin in een verticale cilindrische oven de olie wordt verbrand.

De benodigde overmaat aan lucht voor de verbranding is betrekkelijk gering.

Het koolzuurgehalte in het afgas bedraagt 10-15%. De hoeveelheid vlieggas hierin is 70-89 mg/Nm³.

Men heeft bij het bedrijf in Vidy geen corrosie, noch erosie, hoewel men toch met FeCl₃ geconditioneerd slib werkt (het dauwpunt wordt niet onderschreden).

De bouwkosten van de slibverwerkingsinstallatie waren fr. 46.— per inwoner; de slibbehandeling geeft werk aan 20 personen, terwijl de bedrijfskosten ongeveer fr. 157.— per ton droge stof bedragen, indien de calorische benedenwaarde ongeveer 1800 Kcal/kg slibkoek is.

In Lausanne wordt gerekend met een rente en afschrijving van de apparatuur betrokken op een ton droge stof van fr. 107.—, zodat de totale kosten van slibverwerking fr. 264.— per ton droge stof zijn. De verbranding alleen kost alles inbegrepen fr. 108.— per ton

De installatie is in bedrijf sedert eind 1965.

6. Genève

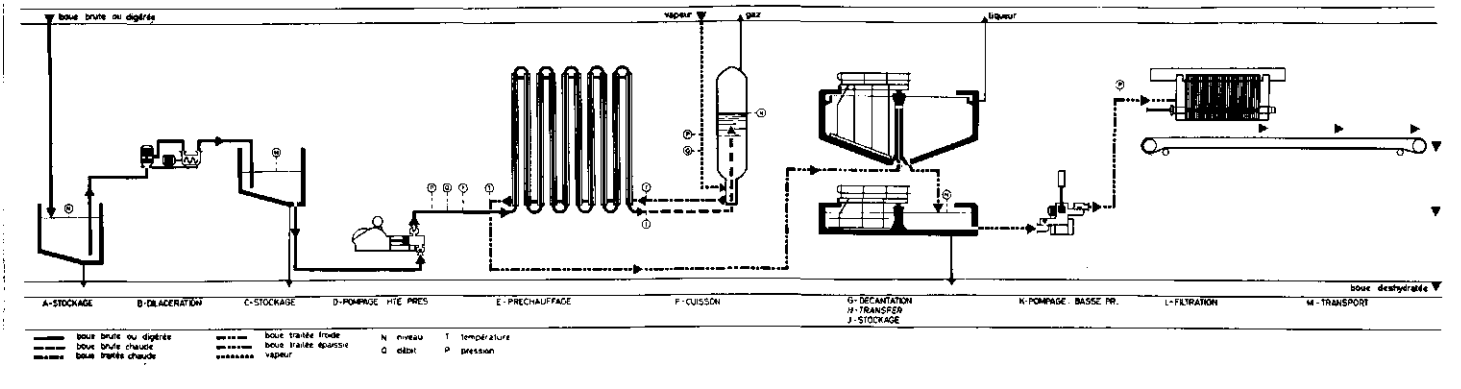
(aeroob biologische zuivering met compressorbeluchting voor 400.000 i.e.)

De eerste bouwfase van de rioolwaterzuiveringsinrichting Aire te Genève is berekend voor 400.000 i.e. De keuze van de behandelingswijze van het rioolslib werd bepaald door de wens naar een zo groot mogelijke bedrijfszekerheid en door de mogelijkheid van een gezamenlijke verdere verwerking met huisvuil. Als slibverwerkingsproces werd verkozen anaerobe gisting gevolgd door thermische conditionering en persfiltratie.

Het verse slib wordt allereerst aan een gisting onderworpen en wel om de volgende genoemde redenen.

1. Uitgegist slib kan, indien de verdere verwerking gestoord is, zonder meer worden gestort, zonder de omgeving last aan te doen.
2. Men verkrijgt bij vergisting een belangrijke reductie van de hoeveelheid verder te verwerken materiaal.
3. Het geproduceerde gas kan worden toegepast bij de verdere slibbehandeling.

Het tot 90-97% vochtgehalte ingedikte uitgegiste slib wordt in een tank gebracht van 110 m³ inhoud (schema

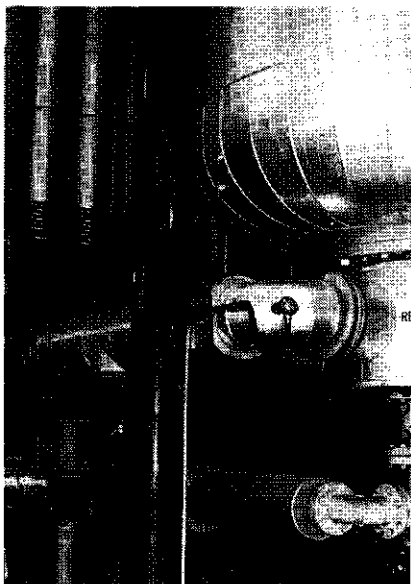


Schema 4

4). Vervolgens wordt het via een monomutator en een monopomp naar een tweede buffertank getransporteerd, waarna het slib een hittebehandeling ondergaat, volgens systeem Porteous. Dit proces heet onafhankelijk te zijn van de kwaliteit van het slib en van de hoeveelheid colloïdaal materiaal in het slib. De hoeveelheid uitgestist slib die met het systeem te Aire verwerkt kan worden is 510 m³/dag (95% watergehalte) of wel de hoeveelheid van 400.000 i.e.

De Porteous installatie bestaat uit drie lijnen, waarvan één een volledige reserve is. De eerste lijn is thans continu in bedrijf, de tweede 1/3 van de tijd. Elke lijn bestaat uit een driepunjerpomp (zonder membraan), die het slib naar een warmtewisselaar pompt, die uit verticale, afzonderlijk geïsoleerde concentrische pijpen bestaat, waarbij het koude slib door de binnenpijp stroomt. In tegenstelling

Afb. 7 - Warmtewisselaar en autoclaaf te Genève.



tot in Zürich is hier een verticale opstelling gekozen in verband met het feit, dat eventuele verstoppingen gemakkelijk gelokaliseerd zouden kunnen worden (afb. 7). Het slib wordt hier opgewarmd van ± 35 tot 150° C. Vervolgens doorloopt het slib de autoclaaf, waar door directe stoominjectie de temperatuur wordt opgevoerd tot 170-190° C.

De verblijftijd bedraagt 35-45 minuten, de werkdruk is 11 tot 13 ato. Het thermisch behandelde slib wordt teruggekoeld in de reeds genoemde warmtewisselaar tot 60-68° C. Aangezien dit slib nog stankbezwaren oplevert, wordt het verder gekoeld in de warmtewisselaar van de derde lijn tot een temperatuur van 28° C. Vervolgens wordt het slib in een indikker gebracht waar het 10 uur verblijft (afb. 8). Het 80 à 90% water bevattende slib stroomt vervolgens in een voorraadtank. Indikker en voorraadtank zijn boven elkaar geplaatst. De indikker had oorspronkelijk een open constructie; later is hij van een afdekking voorzien om stankverspreiding zoveel mogelijk te voorkomen.

Het slib wordt ontwaterd in persfilters (Progress, 60 platen). Voor elke Porteous lijn staan twee van dergelijke filters opgesteld. De persduur is afhankelijk van het drogestofgehalte van het ingebrachte slib; bij 5% droge stof is deze langer dan 6 uur, bij 10% 4 uur en bij 20% 1½ uur. Het watergehalte van de koek is slechts 35-40%, het filtraat heeft een BOD van 4000 tot 6000 mg/l en bevat zeer weinig vaste stof, namelijk 0,3 g/l.

De installatie in Aire verwerkt momenteel 10 tot 12 m³ slib per uur, waarvoor 700 tot 1200 kg stoom per uur nodig is. De filterkoecken worden in schuiten gestort en vervoerd naar de huisvuil-

verbrandingsinstallatie Cheneviers in de omgeving van Genève.

Hier wordt de slibkoek verbrand in de verhouding 40 ton slib op 60 ton huisvuil. Bovendien wordt dan nog afgewerkte olie toegevoegd. Naar de juiste wijze van gezamenlijke verbranding wordt momenteel nog gezocht.

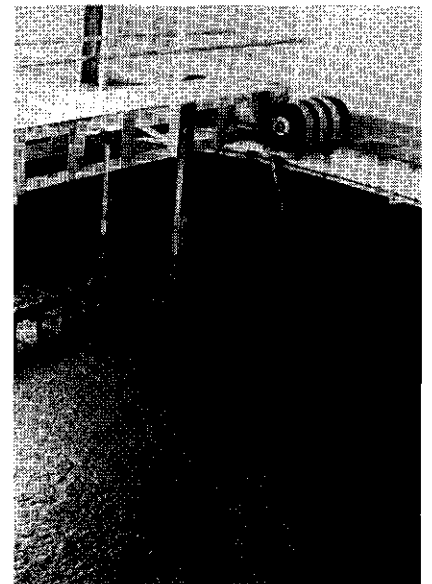
Ten slotte kan nog worden opgemerkt, dat het slibkoektransport fr. 17.— per ton kost en de verbranding fr. 31.— per ton. De investeringskosten bedroegen, exclusief de grondkosten, 11,5.10⁶ Zw.Fr.

De installatie is nu twee jaren in bedrijf zonder noemenswaardige storingen.

Nabeschouwing

Uit het bezoek aan Zwitserland blijkt in de allereerste plaats dat er meer kunstmatige slibontwateringsmethoden zijn, die tot een bevredigend resultaat leiden. In het huidige stadium van de

Afb. 8 - Indikker voor het thermisch behandelde slib te Genève.



techniek van de kunstmatige slibontwatering is het echter nog niet zo ver, dat één systeem zowel technisch als economisch als duidelijk favoriet kan worden aangewezen.

In Zwitserland bestaat geen duidelijke voorkeur voor de behandeling van vers slib in plaats van uitgegist slib.

In Genève, Zürich en Thalwil werkt men met uitgegist slib en in Lausanne gaat men direct van vers slib uit.

In Wädenswil wordt het slib aeroob in plaats van anaeroob gestabiliseerd. Ten aanzien van de laatste methode kan het volgende worden opgemerkt.

Afgezien van de vraag of industriële afvalwater een minder toxische invloed heeft op het aerobe dan op het anaerobe proces, wordt betwijfeld of een aerobe slibvoorbehandeling belangrijke voordelen biedt boven een anaerobe, om de volgende redenen.

a. Aerobe behandeling van slib geeft volgens de ervaring van de schrijvers slechts een geringe afbraak van de organische stof.

Anaeroob kan deze zonder meer tot 50% bedragen.

Een belangrijke vastestofreductie is hiervan het gevolg, waardoor het slib door waterafscheiding en wateraf laten tot 50% van het oorspronkelijke volume kan worden teruggebracht.

De capaciteit van de nageschakelde ontwateringsinrichting kan derhalve kleiner worden bemeten dan na aerobe voorbehandeling.

b. De reductie in hoeveelheid organische stof gaat in het anaerobe proces gepaard met de vorming van rioolgas dat als energiebron gebruikt kan worden.

Het aerobe proces vergt daarentegen een zeer belangrijke hoeveelheid energie.

c. De beluchting in Wädenswil vindt plaats bij een slib met 2% droge stof. Een hogere concentratie, zoals die bij slibgisting gebruikelijk is (4%) geeft waarschijnlijk moeilijkheden bij de zuurstofoverdracht en slibafzetting door onvoldoende circulatiestroming. Dit impliceert dat het bij aeratie benodigde tankvolume (7-10 dagen verblijftijd) nagenoeg gelijk is aan dat van een geïntensifieerde anaerobe slibgisting (14-20 dagen).

Bij de kunstmatige ontwatering van uitgegist slib moet, indien dit met kalk is geconditioneerd (pH-verhoging), wel rekening worden gehouden met ammoniakdampen, waarvan men veel minder last heeft bij aeroob gestabili-

seerd slib. Wellicht brengen hier de polymere vlokkingmiddelen uitkomst. Wat de slibconditionering betreft moet opgemerkt worden, dat het thermische proces boven chemicaliëndosering het voordeel bezit, dat de resulterende slibkoek een hoge calorische verbrandingswaarde behoudt, wat van voordeel is bij een nageschakelde verbrandingsinstallatie. Daarenboven is het thermisch geconditioneerde slib steriel geworden, zodat de slibkoek landbouwkundig zonder hygiënisch bezwaar verwerkt kan worden.

Een nadeel lijkt het dat een zeer gecompliceerde installatie nodig is voor de thermische behandeling, althans vergeleken met de chemicaliëndoseren en menginstallaties. Een ander nadeel is dat een belangrijk deel van de in het slib gebonden stikstof in oplossing gaat en de rioolwaterzuiveringsinstallatie en vervolgens het oppervlaktewater biochemisch belast. Fosfaat schijnt gelukkig weinig in oplossing te gaan bij deze slibbehandeling.

Het verschil tussen de thermische behandeling van het slib in Genève en Zürich is voornamelijk gelegen in de tijdsduur van het proces.

Naar de mening van de schrijvers lijkt het weinig zinvol om het slib langer te verhitten dan in Genève het geval is. Over corrosie is nog niets bekend bij deze installaties.

Wat de verdere ontwatering van het geconditioneerde slib betreft, krijgt men de indruk dat men ook hier, evenals in de omgeving van Stuttgart, persfilters prefereert boven vacuümfilters.

Voor de verbranding van slib is zowel de etage-oven als een fluidisatie-oven in bedrijf gezien. De afgassen van de fluidisatie-oven hebben een temperatuur van ongeveer 800°C. Ten gevolge van deze hoge temperatuur bevatten deze gassen geen onbrandbare verbindingen meer, waardoor stankoverlast vermeden wordt. Bij de etage-oven doorlopen de gassen uit de verbrandingszone de hierboven gelegen slibdroogzone in tegenstroom met slib waarbij deze gassen afkoelen en uiteindelijk de etage-oven verlaten met een temperatuur, welke niet hoger is dan circa 350°C. De kans dat deze gassen niet geheel reukvrij zijn is niet denkbeeldig, evenmin als de noodzaak de gassen een nabehandeling te moeten doen ondergaan, als b.v. katalytische naverbranding of gaswassing. Warmte-economisch lijkt de toepassing van de etage-oven aantrekkelijk. Tegen gezamenlijk verbranden van

huisvuil en slib in een etage-oven, zoals in Bülach wordt toegepast, zijn vroeger reeds bezwaren naar voren gebracht [2] na een bezoek aan Ebingen. Weliswaar vertoont de werkwijze in Bülach op verschillende punten verbeteringen ten opzichte van de oorspronkelijke opzet in Ebingen, zoals:

- a. de gescheiden invoer van slib en vaste afvalstoffen op verschillende plaatsen in de oven;
- b. het weglaten van de corrosiegevoelige natte rookgaswassing.

Als hoofdbezwaar blijft, dat het verbranden van het gehele pakket aan vaste afvalstoffen in de etage-oven slechts mogelijk is na een zeer gecompliceerde voorbereiding ter verkrijging van een homogene brandstof, te weten:

- het verkleinen van huisvuil;
- het tweemaal verkleinen van grof vuil in verschillende machines;
- het ontijzeren van het voorverkleinde grof vuil.

Een verdere complicatie is, dat verontreinigingen van het afgescheiden ijzer in een aparte draaitrommeloven moeten worden afgebrand, alvorens dit ijzer verkocht kan worden.

Ten slotte kan nog de opmerking gemaakt worden, dat men in Zwitserland allereerst poogt het slib in natte vorm kwijt te raken, ook op installaties waar men reeds kunstmatige ontwateringsmethoden toepast, zoals Zürich en Thalwil bewijzen.

Literatuur

1. Frey, H., Gas-Wasser-Abwasser, 49 (1969) no. 5.
2. Kunstmatige Slibverwerkingsinstallaties, Mededeling no. 5 van de Slibcommissie NVA, H₂O 2 (1969) no. 9, 210.