

## SUMMARY

**Resuming and supplementary considerations on the sludge-problem**

The contents of the lectures on the treatment of sewage-sludge in the vacationcours „Treatment of sewage” is resumed and elucidated. Some other systems of sludge treatment are mentioned. As far as possible a resumption is given, ruffly costs, that only can be based on 1 ton dry sludge.

For the treatment of sewage sludge will be spended about 1968 in the Netherlands f 50.000.000,— a year. It is recommended to create cooperation and research on this field and to vote therefor needed financial means.

## Samenvattende en aanvullende beschouwingen over het slibvraagstuk\*)

„Er zit heel wat vast aan slib”

Uit de hieraan voorafgaande voordrachten is wel duidelijk geworden de juistheid van bovenstaande uitspraak van prof. Haas in zijn inleidende beschouwing. Het vraagstuk van de slibverwerking is van het begin van de praktijk van de afvalwaterzuivering het zorgenkind geweest van degenen, die zich met de reiniging van afvalwater bezighielden. De ontdekking van het anaërobie gistingproces door Mouras onafhankelijk van de vinding van Pasteur samengevat in zijn uitspraak „La vie sans air” deed in deze kringen een zucht van verlichting opgaan. Daarnaast zijn — vooral in Engeland — van oudsher pogingen in het werk gesteld om door mechanische middelen te komen tot een reductie van de geproduceerde slibvolumina door het verlagen van het watergehalte. Dunbar [1] vermeldt, dat daartoe reeds in 1855 te Leicester proeven zijn genomen met het centrifugeren van slib. In het begin van deze eeuw waren in Duitsland in verschillende grotere steden centrifuges voor dit doel in bedrijf. Daarvan heeft de Schäfer-Ter Meer-installatie te Frankfurt a.M. wel de grootste bekendheid verkregen. De centrifuge, waarvan de toepassing b.v. voor de ontwatering van de eindproducten van de suiker- en aardappelmeelindustrie een grote uitbreiding heeft ondergaan, is voor het ontwateren van rioolslib later in onbruik geraakt. De oorzaak van dit verschil ligt in de aard van het water, dat aan het rioolslib a.h.w. veel vaster gebonden is dan aan de bovengenoemde producten. Na de tweede

wereldoorlog zijn er nieuwe constructies aan de markt gekomen, die zich tot nu toe geen blijvende plaats hebben kunnen veroveren. Uiteraard is het mogelijk door centrifugeren een indikking te verkrijgen, doch o.a. in Enschede heeft de ervaring geleerd, dat het z.g. overloopwater van de slibcentrifuge veel te veel fijnere slibdeeltjes bevat. Tegen terugvoer van deze vloeistof naar het ruwe rioolwater heeft men terecht bezwaren [2]. Ook de *Starcosa-centrifuge*, die oorspronkelijk deel uitmaakte van de slibverwerkingsinstallatie te Stuttgart-Mühlhausen, waarover Bos en Koster [3] rapporteerden, heeft men aldaar inmiddels verlaten. De gehele slibproductie wordt d.m.v. vacuümfiltratie als eerste trap ontwaterd, waarna de koek wordt verbrand.

Dezelfde bezwaren worden ondervonden met de *Rhewum-zeef* en de *Heymann-zeef*, waarbij de zeefwerking in sterke mate wordt ondersteund door deze apparaten in hoog frequente trilling te brengen. Deze apparaten hebben het grote voordeel van een compacte opstelling, een eenvoudige bediening en een laag energieverbruik. Het lijkt dan ook de moeite waard om na te gaan in hoeverre door flocculatie met behulp van moderne coagulatiemiddelen, eventueel door elutriatie het overloopwater van de centrifuge en het filtraat van de zeven geschikt gemaakt kan worden voor ontwatering door middel van deze toestellen of anderszins. Over de werking van deze coagulatiemiddelen geeft Peters [4] nadere informatie.

Uit mededelingen van Wismeyer [5] is wel duidelijk geworden waar de oorzaken van deze moeilijkheden schuilten. Het is met name het colloï-

daal en capillair gebonden water, dat zich door mechanische middelen bezwaarlijk laat afscheiden, om van het cellulaire water, dat slechts door verhitting is te verwijderen, maar niet te spreken. Over de hoeveelheden energie, die nodig zijn voor de verwijdering van deze verschillende soorten water, geeft Koot [6] cijfers, die een en ander duidelijk demonstreren. Over de andere eigenschappen, die aan het slib „vast” zitten en die ons noodzaken dit materiaal een zorgvuldige en kostbare behandeling te doen ondergaan, refereren de meeste sprekers van de cursus slibbehandeling. Deze eigenschappen zijn in hoofdzaak de aanwezigheid van pathogene kiemen en wormeieren, alsmede de neiging om tot zure gisting met alle daaraan verbonden onaangename gevolgen over te gaan.

Nu geeft het anaërobie slibgistingproces met de daarmee gepaard gaande methaanontwikkeling, dat door Peters [7] wordt beschreven, wel soulaas t.a.v. de informatie van het verse slib in een materiaal, dat geen aanleiding geeft tot stankbezwaren. Van dit proces geeft Koot [6] de historische ontwikkeling. Ook de volumevermindering en gunstiger ontwateringscondities zijn belangrijke voordelen van deze werkwijze. De hygiënische betrouwbaarheid van het uitgegiste slib moet echter sterk worden betwijfeld, ofschoon een belangrijk deel van de pathogene kiemen daardoor tengronde gaat en bij voldoende gistingstijd volgens Liebmann [8] ook de wormeieren afsterven. Scheltinga [9] bespreekt dit onderwerp uitvoerig en geeft de mogelijkheden aan om hygiënische bezwaren op te heffen, o.a. door pasteurisatie.

\*) 2e Vakantiecursus in behandeling van afvalwater, gehouden door de Afdeling der Weg- en Waterbouwkunde van de T.H. Delft, op 30 en 31 maart 1967, Les 8.

Het laatste woord over de slibgisting is echter nog niet gesproken. Dit geldt niet alleen voor de bouwkundige constructie van de gistingstanks en de daarbij behorende mechanische apparatuur, doch ook en wellicht in sterkere mate voor de mogelijkheden het proces te versnellen.

In dit verband moge gewezen worden op het experimentele werk van *Offhaus* [10]. In een proeftank van 500 l inhoud werden twee elektroden aangebracht, die gedurende 1 minuut onder spanning stonden, waarna de stroomdoorgang gedurende 4 minuten werd onderbroken. Er werd gewerkt met een spanning van 6 Volt en een stroomsterkte van 2 Ampère. De stroomdichtheid bedroeg 11.1 milliampère. Het energieverbruik was zeer laag nl. 0.0024 kWh per dag. In vergelijking met een controleproef was de gasproductie 89 % hoger, terwijl de samenstelling van het gas dezelfde was. Deze proeven worden op uitgebreider schaal voortgezet in de verwachting, dat deze voorlopige resultaten nog verbeterd kunnen worden. Door *Zijlstra* [11] is o.m. gewezen op een vraagstuk, dat zich bij droging van uitgestikt slib op open droogbedden steeds meer naar voren dringt, nl. dat van de grote oppervlakten, die daarvoor benodigd zijn. Dit speelt met name een rol bij grotere installaties en als voorbeeld wordt aangehaald de zuiveringsinstallatie in de Waarderpolder van Haarlem. Voor een capaciteit van 250.000 inwoner-equivalenten nemen deze bedden een oppervlakte van 5,7 ha of wel ruim de helft van het totaal benodigde terrein in beslag. De tegenwoordige landhonger, vooral in het Westen des Lands, maakt het steeds moeilijker over dergelijke oppervlakten de beschikking te krijgen, een zorgbarende omstandigheid. Daarnaast spelen een rol de kosten van de handenarbeid voor het verwijderen van het gedroogde materiaal van de bedden. Doch ook hier is de techniek te hulp gekomen en wel door de constructie van apparaten, die mechanisch dit werk kunnen verrichten. Bovendien kunnen deze machines de korst, die zich bij droging vormt aan de oppervlakte, omploegen, waardoor de afsluiting van dit oppervlak van de lucht wordt teniet gedaan en het droogproces wordt versneld. Volgens nog niet gecontroleerde mededelingen zou op deze wijze het oppervlak van de droogbedden tot de helft worden gereduceerd. Men dient hierbij niet uit het oog te verliezen, dat deze machi-

nes niet alleen zeer kostbaar zijn, doch ook een zwaardere en dus duurdere constructie van de tussenwanden van de bedden vereisen. Volgens duitse gegevens zou voor installaties met een capaciteit van 30.000 inwoner equivalenten en hoger deze methode financieel voordeel afwerpen. In hoeverre dit voor Nederlandse situaties opgaat zal nog moeten worden nagegaan. Dit geldt evenzeer t.a.v. de verkorting van de droogtijd.

Eveneens een zeer ernstig probleem vormt de beantwoording van de vraag: wat gebeurt er verder met het gedroogde uitgestikte slib? Een zeer eenvoudig antwoord zou zijn: verbranden, ware het niet, dat een dergelijke behandeling en zeer kostbare zaak is. Dumping, maar dan in de vorm van „controlled tipping” behoort zeker tot de mogelijkheden. Deze zijn echter zeer beperkt, vooral voor de toekomst, aangezien in Nederland de tendens bestaat deze wijze van behandeling terug te dringen, althans voor objecten van grotere omvang. Reeds vroeg zijn voor de verwerking van uitgestikt slib de gedachten uitgegaan naar een landbouwkundige en vooral tuinbouwkundige benutting van dit materiaal. Het lijkt geen twijfel, dat vooral een toediening van organisch materiaal aan de bodem in vele gevallen een groot voordeel zo niet een noodzaak kan zijn. *Schellinga* [12] behandelt deze toepassingsmogelijkheid; o.a. door het verspreiden van slib in vloeibare toestand. Hiervan worden een zevental voorbeelden in Nederland genoemd, naast enige grotere objecten in Engeland en Duitsland.

*Teensma* [13] oppert tegen deze wijze van verspreiding bezwaren, aangezien daardoor het gevaar ontstaat van een te sterke zinkaccumulatie in de bovengrond. De ervaring met de vloeivelden van Berlijn heeft aangetoond, dat hierdoor de z.g. bevoeiingsmoeheid werd veroorzaakt. Overigens wordt deze afzetmogelijkheid beperkt door de voorwaarde, dat de afstanden tussen de zuiveringsinstallatie en de te behandelen terreinen niet groot mogen zijn.

De uiteenzettingen van *Teensma* over de biologische omzettingen, die het compostingsproces beheersen, zijn interessant, niet in het minst, omdat daaruit blijkt, dat een doelmatige bedrijfsvoering daarvan en het verkrijgen van een waardevol product een deskundige leiding en voortdurende controle behoeft. Maar dan verkrijgt

men ook een compostkwaliteit, die aan strenge hygiënische eisen voldoet en voor de land- of tuinbouw aantrekkelijk is. Belangrijke factoren, die men in de hand moet houden, zijn daarbij o.a. de temperatuurregeling, de zuurstoftoevoer, de vochtigheidsgraad en de koolstof-stikstofverhouding.

Het vochtgehalte moet 50 à 55 % bedragen en dit lage percentage is in het Nederlandse klimaat bij droging aan de lucht bezwaarlijk te bereiken. Men kan echter een deel (ca. 30 %) van het slib afkomstig van huishoudelijk afvalwater kwijt als bevochtigingsmateriaal van te composteren huisvuil. Is een compostering in combinatie met een huisvuilverwerking niet mogelijk, dan zal men niet alleen geheel of gedeeltelijk kunstmatig moeten drogen, doch ook het slib moet verkrumelen. Dit laatste is noodzakelijk om een voldoende luchttoetreding tot de composthoop te waarborgen. Onder deze omstandigheden is het in Oost-Berlijn gelukt een goede compostering tot stand te brengen van niet uitgerot slib. Daarbij werd door zelfverhitting een temperatuur van 60° C bereikt. In het product kwamen geen pathogene microben en kiemkrachtige onkruidzaden meer voor. Dit is mede te danken aan de antibiotische werking, die in de composthoop optreedt. Bij dit alles moet men indachtig zijn de voorwaarde, dat in het uitgangsmateriaal de aard en hoeveelheid van de organische bestanddelen het mogelijk maken, dat bij de biologische oxydatie de nodige warmte wordt ontwikkeld om de gewenste temperatuurverhoging te verkrijgen.

Men heeft geschat, dat omstreeks 1980 per jaar ca. 400.000 ton steekvast slib zal worden geproduceerd, terwijl thans rond 200.000 ton huisvuilcompost wordt gemaakt. In deze verhouding is een mengsel van deze twee stoffen goed composteerbaar. Dit levert dan met inachtneming van ca. 15 % verlies door verdamping en oxydatie van organische stof rond 500.000 ton materiaal per jaar. Volgens de Commissie ingesteld door de Stichting Compost onder voorzitterschap van prof. Schuffelen is de compostbehoefte in Nederland 1.200.000 ton per jaar. Afzetmogelijkheden zijn dus aanwezig, mits de verkoop in handen is van een op dit gebied vakkundige organisatie, die over een bewaarde voorlichtingsdienst beschikt. Niets verkoopt zichzelf.

Terugkerende naar de kunstmatige

ontwatering dient in de eerste plaats te worden opgemerkt, dat volgens Dunbar [1] reeds 60 jaar geleden voor dit doel filterpersen in gebruik waren. Ook thans vindt dit apparaat nog toepassing, zij het in een meer geperfectioneerde vorm. Daarbij moet vooral gedacht worden aan een automatisering van het bedrijf en aan modern materiaal voor het filterdoek. Dergelijke persen zijn beschreven door Schutte [14].

Een welhaast klassiek voorbeeld van de behandeling van rioolslib met filterpersen is de installatie te Bradford, die reeds door Dunbar is beschreven, doch ook thans nog volgens de oorspronkelijke grondgedachte volop in bedrijf is. Bradford is het centrum van de wolindustrie in Engeland en het rioolwater van deze stad bevat grote hoeveelheden wolvet en zeep. Het op de zuiveringsinstallatie aankomende rioolwater wordt zwak aangezuurd om uit de zeep de vetzuren vrij te maken. Aan het aan wolvet en vetzuren rijke slib wordt opnieuw zwavelzuur toegevoegd, verhit en vervolgens in een enorme filterbatterij, die uit ruim 100 persen van grote afmetingen bestaat, gefiltreerd. De persen worden met stoom tegen de 100° C gehouden en met het filtraat worden de gesmolten vetten en vetzuren afgevoerd. Dit filtraat wordt in een vrij omvangrijk chemisch bedrijf als onderdeel van de zuiveringsinstallatie verwerkt op een aantal producten, die variëren van zuivere lanoline voor de farmaceutische en cosmetische industrie tot smeervetten van uiteenlopende kwaliteit en additieven voor roestwerende verven. De filterkoek had ten tijde van Dunbar een merkwaardig afzetgebied; deze werd namelijk verkocht aan de koffieplantages in Brazilië. Thans vindt de vrij droge, stervrije, vetvrije en door vermaling strooibaar geworden koek vlot zijn weg naar de landbouw in het binnenland.

Naast de filterpers heeft het roterende vacuümfilter een plaats veroverd op het gebied van de slibontwateringsapparatuur. Peters [4] geeft hierover uitvoerige informatie, onder meer over de toepassing van organische polyelectrolyten als coagulatiemiddel ter bevordering van de filtreerbaarheid. Hieruit blijkt, dat de wijze van toevoeging en de dosering van deze stoffen van grote invloed zijn zowel op de capaciteit als op de economie van het bedrijf. Tegenover de veel kleinere hoeveelheden elektrolyt, die

voor een goede filtreerbaarheid nodig zijn in vergelijking met de oorspronkelijk toegepaste anorganische verbindingen als kalk, ijzer- en aluminiumzouten, staat de veel lagere prijs van laatstgenoemde stoffen. Een diepgaand onderzoek hierover lijkt geen overbodige luxe.

Peters [15] rapporteert ook over de resultaten van de verse slibfiltratie op practijkschaal van de zuiveringsinstallatie Eindhoven van het waterschap De Dommel met een Komline-Sanderson vacuümfilter. Daarvan dient vermeld te worden, dat in de filterkoek geen pathogene kiemen, met name Salmonelae konden worden aangetoond. Dit wordt toegeschreven aan de hoge alkaliteit van het slib als gevolg van de grote hoeveelheid kalk (50 à 60 kg carbidkalk per 1000 kg droge slibstoffen), die voor het conditioneren wordt toegevoegd. Daarnaast wordt nog 13 kg ferrosulfaat als kristal ( $\text{FeSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ ) per gelijke hoeveelheid slib gedoseerd.

Nadat men over de mogelijkheid van verwerking van de koek met huisvuil op het nabij gelegen VAM composteringsbedrijf te Mierlo geëxperimenteerd had, wordt thans de filterkoek aldaar volledig door dit bedrijf opgenomen.

Momenteel trekken een tweetal slibontwateringsmethoden, waarbij de filterpers een belangrijk onderdeel van de outillage uitmaakt, sterk de aandacht. Hiervan dient op grond van historische prioriteit in de eerste plaats genoemd te worden het z.g. *Porteous-proces*, dat door Schutte [14] is beschreven. Het essentiële hiervan bestaat in het koken van het door bezinking ingedikte slib bij 180° C gedurende ½ à 1 uur. Hierdoor wordt de ontwatering door filtratie nog beter bevorderd dan door coagulatiemiddelen. Na afzetting en indikking in een decanteertank wordt het gekookte materiaal ontwaterd op een filterpers, waarmede dan een koek met een vastestof gehalte van 50 à 60 % wordt verkregen. Deze koek kan worden gecomposteerd dan wel na droging aan de lucht gedurende ca. 1 maand tot ca. 75 % droge stof worden verbrand. Zowel het decantaat als het filtraat zijn zeer geconcentreerde vloeistoffen, die blijkens de ervaring zonder bezwaar met het overige afvalwater kunnen worden gezuiverd. Wel betekent dit een extra belasting van het oxydatief-biologische gedeelte van de zuiveringsinstallatie. Hulzebos [17] kan door proeven op semi-technische

schaal vaststellen met het slib van de voorreinigingsinstallatie te Oss, dat aldaar met dit procédé overeenkomstige resultaten als in Engeland al voor de tweede wereldoorlog konden worden bereikt. Wel bleek daarbij, dat de extra belasting door decantaat en filtraat te Oss belangrijk groter was dan door Engelse publicaties wordt aangegeven. Ter vermindering van stankbezwaren door de opgeslagen koek dienden te Oss enige voorzieningen, die een snelle afkoeling van het gekookte slib ten doel hebben, te worden getroffen. Voor de omstandigheden te Oss is een dergelijk procédé in zoverre aantrekkelijk, dat daarmede wordt ontgaan een slibgisting, die in verband met de aard van de aldaar gevestigde industrie vrijwel onoverkomelijke bezwaren zou opleveren.

Een belangrijk aspect is hierbij de recuperatie van de warmte, die door warmte-uitwisseling tussen het ingedikte slib en het verhitte materiaal tot stand wordt gebracht. Bij de daarvoor gebruikte apparatuur werden moeilijkheden ondervonden door verstopping van de warmtewisselaar, zodat vooraf zeven van het slib wordt aanbevolen.

Een tweede verwerkingsprocédé, waaraan de filterpers eveneens debet is, is het z.g. *Schlamm-Asche Verfahren*, dat door de Fa. Passavant wordt gepropageerd. Tot nu toe zijn besproken methoden, waarbij hetzij door toepassing van coagulatiemiddelen dan wel door verhitting de filtreerbaarheid van het slib wordt vergroot. Dit principe wordt ook bij dit proces toegepast, doch wijkt sterk af van het hiervoor genoemde. De conditionering geschiedt hier namelijk door bijmenging van vrij grote hoeveelheden as, afkomstig van de hierbij behorende verbrandingsinstallatie voor de as. Op 1 deel slib worden 1,5 à 2 delen as toegevoegd op basis van droge stof en afhankelijk van de aard van het slib en van de meest doelmatige filtratiesnelheid. Deze snelheid wordt bovendien bevorderd door het aanbrengen van een precoat op de doeken van de filterpers. Deze precoat heeft verder het voordeel, dat de koek bij het lossen van de pers, dat automatisch en hydraulisch geschiedt, direct van het doek loslaat. Het filterpersbedrijf behoeft derhalve een minimum aan bediening. Het resultaat van deze behandeling bestaat in een hoeveelheid as, die uitgaande van een watergehalte van 5 % en een asgehalte van 50 % in de droge stof van het uit-

gangsmateriaal slechts 2,5 % van het oorspronkelijke volume inneemt. De verdere verwerking van dit onschuldige materiaal kan nauwelijks een probleem genoemd worden.

Een omvangrijke installatie van dit type is te Lausanne in bedrijf. Deze is door *Bos* en *Koster* [3] beschreven. Bij een bezoek aan deze inrichting eind 1967 bleek, dat men de werkwijze ingrijpend gewijzigd had. De doeken van de filterpers werden namelijk wel van een beschermende aslaag voorzien (precoating), doch het slib werd voorafgaande aan de filtratie niet meer gemengd met as.

Over een vrij uitgebreid onderzoek op semi-technische schaal met een proefinstallatie van de Fa. Passavant, uitgevoerd onder leiding van een technicus van deze firma te Ede is verslag uitgebracht door *Van Lohuizen* [17]. Tegen de verwachting bleek, dat filtratie van slechts gedeeltelijk uitgegist slib van de voorreinigingsinstallatie (koude gisting, inhoud ca. 40 l/i.e.) betere resultaten opleverde dan een behandeling met vers materiaal. De oorzaak van dit verschijnsel werd toegeschreven aan de aanwezigheid van relatief veel eiwit in het verse slib. Dit zou de vrij snelle verstopping van de filterdoeken tengevolge hebben. Overeenkomstige ervaring had *Hulzebos* met het slib van Oss. In beide plaatsen levert de vleeswarenindustrie een belangrijke bijdrage tot de hoeveelheid rioolwater. Mengsels van uitgegist slib en secundair slib van een oxydatiesloot en een continufilter installatie in de verhouding 1 : 1,5 verlaagden de snelheid van filtratie.

De filterkoek had een laag watergehalte, namelijk tussen 35 en 40 %. Vergeleken met de koek van het Porteous-proces, die 40 tot 50 % water bevat, schijnt dit een voordeel van het Schlamm Asche Verfahren te zijn. Bedenkt men, dat door de astoevoeging vóór de filtratie het asgehalte bijzonder hoog is, dan wordt het twijfelachtig of dit voordeel reëel is. Overigens blijkt uit het artikel van *Van Lohuizen*, dat de efficiëncy van het proces door velerlei factoren beïnvloed wordt. Dit betekent voor de praktijk, dat een voortdurende en nauwgezette controle van het bedrijf onmisbaar is, maar dit geldt in het algemeen voor elke slibverwerkingsmethode ter plaatse.

Een systeem, dat enige overeenkomst vertoont met het Porteous-proces, doch in wezen daarvan toch afwijkt, is het in de Verenigde Staten van

Amerika ontwikkelde moderne *Zimpro-proces*. Een verslag over een bezoek aan dit land, dat ten doel had hierover nadere informatie in te winnen, geeft *Vrijburg* [18]. Het principe is een „natte” oxydatie van de organische bestanddelen van het slib met luchtzuurstof bij hoge temperatuur en overeenkomstige druk. Oorspronkelijk werd gewerkt bij 300° C en 80 atm., doch naderhand bleek, dat bij lagere temperatuur (150 à 170° C) en druk (10 à 20 atm.) eveneens een reductie van het organische stof gehalte (namelijk 15 à 30 % op basis van het COD-cijfer) kon worden verkregen. Dit percentage ligt belangrijk lager dan bij gebruik van een hoge druk reactor. De kosten hiervan zijn evenwel veel hoger. Volgens *Vrijburg* komt de hoge druk reactor om economische redenen niet voor toepassing in Nederland in aanmerking. Met betrekking tot de lage druk reactor moet evenwel er wel mee rekening gehouden worden, dat wel de eigenschappen en de hoeveelheid van het geoxydeerde product van de hoge druk reactor bekend en voor een verdere verwerking en eventueel ontwatering gunstig zijn, doch dat op dit punt nog praktijkervaringen met het minder ingrijpende lagedruk proces ontbreken. Wel wordt vermeld, dat de resterende hoeveelheid slib van laatstgenoemd proces groter is dan die van een anaërobe slibgisting.

Het Zimpro-proces staat eigenlijk nog in de kinderschoenen. Het lijkt zeer wel mogelijk, dat deze natte verbranding kan worden geïntensificeerd, waardoor de afmetingen van het reactorvat kunnen worden gereduceerd.

Zeer jeugdig is ook het *Seiler-Koppers-systeem*, dat als voorbehandeling alleen een indikking verlangt en vervolgens het ingedikte slib direct aan een droging onderwerpt. De werkwijze is uiteengezet door *Karper* en *Verhagen* [19], die een dergelijke installatie te St. Gallen hebben bezocht. De droging geschiedt met op ca. 600° C verwarmde lucht aangezogen door een ventilator, waardoor een pneumatisch transport van het slib door een droogtrommel wordt verkregen. Deze om een horizontale as draaiende trommel bestaat uit drie concentrische cilindervormige behouders, die van binnen naar buiten door het luchtslibmengsel worden doorlopen. Een dergelijke werkwijze is uiteraard slechts aanvaardbaar bij een zeer hoog thermisch rendement van het droogproces. Dit is inderdaad

het geval; dit rendement bedraagt namelijk rond 90 %. Dit ongekend hoge percentage wordt toegeschreven aan de constructie van de droogtrommel. Uiteraard is hier de graad van indikking van doorslaggevend belang voor de economie van deze werkwijze. Hierop wordt nader teruggekomen, doch thans zij vermeld, dat *Van Melick* [20] becijfert, dat de kosten van de brandstof in Nederland (aardgas) rond 50 % van de totale jaarlijkse uitgaven uitmaken. Daarbij is uitgegaan van een droge stofgehalte van 6 % in het uitgangsmateriaal. Dit percentage zal voor vers slib van voorreinigingsinstallaties wel te bereiken zijn en bij een biologische installatie met oxydatiebedden kan dit waarschijnlijk wel benaderd worden. Of dit ook mogelijk zal zijn bij zuivering door middel van belucht slib is een vraag, die bezwaarlijk positief beantwoord kan worden. Zal b.v. de indikking niet verder gaan dan 3 % droge stof, dan zullen alleen al door het hogere brandstofverbruik de kosten met 50 % stijgen.

Het Seiler-Koppers-systeem heeft twee significante voordelen. Deze zijn een compacte opstelling en een eenvoudige bediening, alsmede de kwaliteit van het product. Dit wordt in houdbare en strooibare vorm afgeleverd en is volkomen vrij van pathogene kiemen, wormeieren en kiemkrachtige onkruidzaden. Volgens een mededeling van deskundige zijde is daarvoor in Nederland zeker een markt te vinden. In dit verband kan hieraan worden toegevoegd, dat reeds voor een in aanbouw zijnde installatie voor Bern, waarin uitgegist slijk volgens Seiler-Koppers zal worden gedroogd, een contract is afgesloten met een landbouwwerkgroep voor de afname van het product tegen f 32,— per ton, exclusief opzakken. *Van Melick* (l.c.) berekent de waarde van overeenkomstig materiaal op ca. f 55,— per ton voor slib met 10 % vocht, d.i. het gemiddelde vochtgehalte. De verkoopprijs ligt dan natuurlijk heel wat lager. Indien men vers slib van een belucht-slibinstallatie op deze wijze droogt, zal de waarde door een verhoogd gehalte aan organische stof en aan stikstof niet onbelangrijk hoger liggen. Men vergelijkte daarvoor de door *Scheltinga* [12] gegeven cijfers over de samenstelling van verschillende slibsoorten.

Het z.g. *Brikkolare-proces*, toegepast in Schweinfurt en beschreven door *Meyer* [21], mengt vermalen huisvuil

met de koek van een vacuümfilter, dat uitgegist slib na conditionering met poly-electrolyt (Separan of Praestol) ontwaterd tot op 70 % vocht. De gewichtsverhouding koek : huisvuil is thans 1 : 5,6 en zal na gereedkomen van de oxydatief-biologische installatie te Schweinfurt 1 : 2,6 worden. Het mengsel wordt in een slagpers tot briketten samengedrukt, die na ca. 3 weken bewaren in een drooghal een watergehalte krijgen van 20 %. Bij verder drogen in de buitenlucht loopt dit percentage terug tot 6 à 8 %. Als het grote voordeel van deze werkwijze wordt genoemd de plaatsbesparing. Gedurende de eerste droogfase treedt reeds een biologische omzetting op, die zich demonstreert door schimmelvorming aan de buitenkant van de op elkaar gestapelde briketten. Indien men echter het product wil verkopen als rijpe compost dan moet het samengeperste materiaal weer worden bevochtigd, verkruid en op hopen gezet met een rijpingstijd van 3 tot 4 weken. Voorzover nodig of gewenst kunnen de briketten ook direct worden verbrand.

Een procédé, dat grote overeenkomst vertoont met de methode, die in de bietsuikerindustrie wordt toegepast voor de zuivering van het dunsap en aldaar de carbonatatie wordt genoemd, is het *carbo-floc-proces*. Het slib wordt na menging met kalk door bezinking ingedikt en met een droge stof gehalte van 10 tot 15 % geneutraliseerd met koolzuur tot een pH-waarde van 8,5 à 9,5. Hierna volgt afscheiding van het water door centrifugeren, waarbij een verhoging van het droge stof gehalte wordt bereikt van 40 tot 45 dan wel 35 tot 45 % resp. voor uitgegist en voor vers slib. Het centrifugaat, dat kennelijk ook hier nog vrij veel zevende deeltjes bevat, wordt in kringloop teruggevoerd naar de indikker. On deze wijze zouden de moeilijkheden met het overloopwater worden opgelost. Bijzonderheden hierover vindt men bij *Sonthheimer* [22].

Evenals bij het Seiler-Koppers-proces streeft men bij de constructie van de *slijkoncentrator* naar het vermijden van enige voorbehandeling, behoudens dan de altijd toe te passen indikking door bezinking. De bewerking geschiedt in twee trappen. De eerste is een ontwatering door middel van een roterende cylinder bespannen met een nylonfiltergaas. Het slib wordt binnen de cylinder ingevoerd en het teruggehouden materiaal gaat

naar de tweede trap, het compressiefilter. Dit bestaat eveneens uit een cylinder ook weer roterend om een horizontale as met een diameter van 75 cm. De buitenomtrek is bespannen met een gevlochten gaas, waarop een filtergaas van roestvrij staal is aangebracht. Het voorontwaterde slib wordt hier aan de buitenzijde van de cylinder toegevoerd en door twee gietijzeren rollen tegen het filtergaas uitgeperst. Aldus zou men het droge stof gehalte op kunnen voeren tot 25 à 33 %.

De roterende cylinder heeft voorlopers in de stofvanger voor het afvalwater van de papierindustrie en een apparaat, dat in een suikerfabriek wordt gebruikt voor het terughouden van pulpdeeltjes uit het diffusie- en pulpperswater. De concentrator heeft in principe enige overeenkomst met de perswalsen van de Rhewum-zeef, die het op de zeven teruggehouden slib verder moeten ontwateren. Als voordelen van dit apparaat worden genoemd het ontbreken van conditioneringsmiddelen en het lage energieverbruik. Hiervoor wordt opgegeven een totaal motorvermogen van 3 PK, echter zonder vermelding van de capaciteit. Bij ontwatering van mengsels met een groot percentage uitgegist slib of surplusslib of van deze slibsoorten als zodanig moet echter een vezelig materiaal, b.v. papierpulp, ter verbetering van de filtreerbaarheid worden toegevoegd en wel 10 à 15 % op basis van de hoeveelheid droge stof in het slib. Gezien de ervaring met andere slibzeven rijst hier de vraag of het filtraat van de eerste cylinder, c.q. het persvocht van het compressiefilter voldoende vrij is van gesuspendeerde deeltjes om moeilijkheden met deze vloeistoffen te voorkomen.

De *verbranding van slib* is reeds ter sprake gekomen bij de bespreking van het Schlamm-Asche-Verfahren. De promotor van dit systeem beveelt hiervoor aan een étageoven. Een dergelijke oven is in Stuttgart-Mühlhausen in gebruik. In Lausanne wordt de filterkoek verbrand in een „fluosolids oven”. Hierover geven *Bos* en *Koster* [3] de nodige details, evenals van een viertal andere oventypen. Van al deze typen zijn weer allerlei uitvoeringsvormen aan de markt. Verbranding van voorgedroogd slib is kennelijk geen probleem. De moeilijkheid ligt eerder in de keuze van het toe te passen systeem. Daarbij spelen het organische stofgehalte en de

vochtigheidsgraad van het te verbranden materiaal een belangrijke rol. Deze worden op hun beurt bepaald door de aard van het slib en de wijze van voorbehandeling.

Als laatste oplossing van het slibprobleem moet besproken worden de afvoer naar zee. Dit onderwerp is behandeld door *Zijlstra* [11, 23, 24], waarbij gewezen wordt op de noodzaak van de bescherming van de badstranden en van de zeevisserij.

*Korringa* [25] gaat dieper in op de gevaren, die zowel de volksgezondheid als de visserij bedreigen, indien deze lozing niet met grote omzichtigheid geschiedt. Wat de volksgezondheid betreft gaat het niet alleen om de bacteriologische contaminatie van badstranden. Indirecte besmettingen door het consumeren van organismen, die reeds zeer sterk verdund rioolwater filteren en de verontreinigingen biologisch sterk concentreren, zijn dikwijls voorgekomen. Daartoe is ook te rekenen een vergiftiging door het eten van mosselen, waarin zich als gevolg van het optreden van waterbloei van de dinoflagellaat *Prorocentrum micans* dit organisme zich had opgehoopt. Dit heeft geleid tot gastro-intestinale stoornissen en zelfs tot ziektegevallen van paralytische aard, die vaak dodelijk waren. Ook metaal-ionen kunnen met een factor 100.000 in een in de zee levend organisme worden geaccumuleerd. Een bekend en angstwekkend voorbeeld is het optreden van de Minimata-ziekte in Japan. Dit is in wezen een kwikvergiftiging, die veroorzaakt werd door het eten van schelpdieren, waarin deze accumulatie had plaats gevonden zonder dat deze dieren daardoor zelf waren omgekomen.

Wat de visserijbelangen op zich zelf betreft, wijst *Korringa* op het verschijnsel van de biochemische inflatie, veroorzaakt door zelfs geringe kwalitatieve wijziging van de samenstelling van het zeewater. Dit kan zelfs leiden tot de dood van de daarbij betrokken organismen. Afvoer van afvalwater en slib kan bijdragen tot de vruchtbaarheid van het zeewater. Deze eutroficatie is niet altijd een gunstige factor en kan leiden tot hypertrofie, een ongewenste toestand. Tenslotte kan deze afvoer ook leiden tot smaakbezwaren, die de vis voor de consumptie ongenietbaar maken.

In het bovenstaande is nog niets gezegd over de mogelijkheid van het optreden van stankbezwaren bij de slibbehandeling en over de bestrijding

daarvan. Dit is een belangrijk facet, dat enige bespreking behoeft.

Het Porteous-proces heeft menigeen afgeschrikt op grond van het ontstaan van stankbezwaren bij het afblazen van het reactorvat. Oorspronkelijk heeft men gedacht hieraan tegemoet te kunnen komen door verbranding van de uit de reactor ontwijkende gassen in de oven, die de koek moest verbranden. Thans worden deze gassen onschadelijk gemaakt door deze in de aëratietanks te leiden. Volgens Schutte (l.c.) staat het echter nog niet vast, dat deze methode afdoende is. De mogelijkheid bestaat, dat men hier een adsorptiemiddel te hulp zal moeten roepen. In Genève is met goed resultaat het gas op 4 m diepte in de bodem gebracht.

De overige ontwateringssystemen, behoudens het Seiler-Koppers-proces, geven geen aanleiding tot het ontstaan van ernstige stankbezwaren. Past men als conditioneringsmiddel kalk toe dan ontwijkt, vooral bij behandeling van uitgegist slib, ammoniak. Dit kan voor het bedienend personeel zeer hinderlijk zijn, doch door een ruime ventilatie kan dit euvel op niet zeer kostbare wijze worden bestreden. Ook extern zal men dan daarvan niet veel last ondervinden.

Een goed verlopend gistingbedrijf met natuurlijke slibdroging baart hier evenmin zorgen.

Met de verbranding van voorgedroogd materiaal is het anders gesteld. De reiniging van de verbrandingsgasen is een moeilijke en kostbare zaak. In Lausanne is dit probleem volgens mondelinge mededeling gegrond op ervaring volledig opgelost door inschakeling van een stofcycloon en een electrofilter. De schoorsteen aldaar is 20 m hoog. Dit gunstige resultaat wordt mede toegeschreven aan de hoge verbrandingstemperatuur in de fluosolids oven (ca. 700° C). Bos en Koster [3] geven over een en ander nader informatie, die zich uitstrekt over de recuperatie van de verbrandingswarmte.

Dit voorbeeld is mede gegeven, omdat het demonstreert hoezeer het systeem van behandeling ook dit onderwerp beïnvloedt, zoals dit in het algemeen t.a.v. de onderlinge samenhang van vrijwel alle verwerkingsmethoden kan worden gezegd. Op dit gebied kan niets over één kam geschoren worden. Karper en Verhaagen [19] wijden de nodige aandacht aan dit probleem voor de Seiler-Koppers installatie te St. Gallen. Aldaar worden de gassen,

die uit de droogtrommel ontwijken, achtereenvolgens gewassen met alkalisch en zuur water. Hierdoor wordt echter geen reukeloosheid bereikt. Hoge verhitting van de gassen om het proces te vervolmaken zou te duur uitkomen. Katalytische verbranding heeft het onoverkomelijke bezwaar van vergiftiging van de katalysator. Als andere mogelijkheden worden genoemd behandeling met ozon en bestraling met ultraviolet licht, geen van beide een goedkope oplossing. Van Melick is van mening, dat een gaswasinstallatie systeem Körting hier uitkomst geeft.

Uit de diverse mededelingen is duidelijk naar voren gekomen, dat wat men ook met het slib gaat doen een indikking aan de verdere behandeling vooraf moet gaan. Er is echter een ander aspect aan de zaak, dat nauwkeurig moet worden overwogen. Bij de kunstmatige ontwatering gaat het om de verwerking van een grondstof, die van dag tot dag en zelfs van uur tot uur in hoeveelheid en samenstelling sterk kan uiteenlopen. Deze variaties zullen zelfs zeker in alle gevallen met wisselende frequentie optreden. Het is echter om voor de hand liggende redenen uitermate wenselijk, zo niet noodzakelijk, de toevoer naar de verwerkingsinstallatie ook weer kwantitatief en kwalitatief zoveel mogelijk constant te houden. Dit kan practisch alleen geschieden door inschakeling van een buffer- en egalisatiebassin. In hoeverre men een dergelijke tank met voordeel zal kunnen uitbouwen tot een gistingstank, eventueel met een gedeeltelijke graad van uitgisting, wordt uitsluitend bepaald door de locale situatie, die vooral door bovenbedoelde variaties wordt beïnvloed. Ook bij storingen van de ontwateringsapparatuur zal een opvang van de steeds doorgaande slibproductie noodzakelijk zijn.

In dit artikel mogen beschouwingen over de kosten van de verschillende processen niet ontbreken. Tracht men hierin enige richtlijnen te ontdekken, dan waant men zich weldra in een labyrint zo onoverzichtelijk van opzet, dat Ariadne over een stevig kabeltouw had moeten beschikken om Theseus heelhuids daaruit te krijgen. De tijd van de mythologie is echter voorbij en wij zullen moeten trachten op grond van summier en onvolledige gegevens althans een globale indruk te krijgen van het financiële aspect van de slibbehandeling. Men betreft de kosten meestal op een

inwoner-equivalent, maar dit is geenszins de meest geschikte parameter. Imhoff [21] geeft als dagproductie per huishoudelijk equivalent voor een voorreinigingsinstallatie 54 gr. en voor een zwak belaste beluchtslib installatie 85 gr. slib per dag aan, overeenkomende met resp. rond 20 en 30 kg per jaar. In Eindhoven werd volgens Peters [4] destijds jaarlijks 6000 ton droge stof (waarschijnlijk nog inclusief de conditioneringsmiddelen, die de slibproductie met ruim 5% verhoogt) door het vacuümfilter afgeleverd. Voor de 400.000 inwoner equivalenten aangesloten op de zuiveringsinstallatie komt dit overeen met 15 kg/i.e./jaar, in vergelijking met het cijfer van Imhoff voor een voorreinigingsinstallatie een laag getal.

Uit de gegevens van Van Melick kan daarentegen worden afgeleid een jaarlijkse slibproductie van 57 kg droge stof per i.e. en dit ligt belangrijk hoger dan de door Imhoff gegeven norm voor een beluchtslibinstallatie. Gaat men de kosten per i.e. voor Eindhoven, daarbij zelfs rekening houdende met een toeneming daarvan na uitbouw tot een biologische behandeling, vergelijken met het overeenkomstige cijfer voor Epe dan blijken tussen deze kosten grote verschillen te bestaan, die geen afdoende verklaring vinden in de veel grotere capaciteit van Eindhoven.

Voor een prijsvergelijking kan men dan ook beter uitgaan van de kosten van verwerking van 1 ton droge slibstoffen. Deze parameter is weliswaar, gezien de verschillen in samenstelling van het slib van diverse installaties niet ideaal, doch geeft bij de huidige stand van kennis van zaken toch de meest bruikbare vergelijkingsmogelijkheid.

De in 1967 door Peters [4] gegeven cijfers van deze kosten behoeven echter voor een algemene toepassing enige correctie. Voor rente en afschrijving wordt 6,3% van de investering als annuïteit in rekening gebracht. Het is zeer wel mogelijk, dat het waterschap van de Dommel destijds tegen een zeer lage rente heeft kunnen lenen, doch thans zal de rentevoet niet lager liggen dan 6%. Bij een afschrijvingstermijn van 20 jaar, die voor een dergelijke inrichting niet aan de lage kant ligt, betekent dit een annuïteit van 8,5%. Ook de onderhoudskosten zijn met f 2000,— per jaar m.i. te laag aangegeven. Hiervoor zal men in dit geval rond 1,5% van de investering per jaar moeten reke-

nen. Met inachtneming van deze correcties en uitgaande van een watergehalte van 70 % van de koek van het vacuümfilter komt men tot een kostprijs van f 39,— per ton droge stoffen. Men verkeert dan in Eindhoven in de gelukkige omstandigheid, dat de koek ter plaatse aan het composteringsbedrijf kan worden afgezet. In hoeverre deze prijs zal worden beïnvloed door de toekomstige productie van surplus slib en de mogelijkheid van besparing op de kosten van de bediening door invoering van een meer ploegenstelsel zal moeten worden afgewacht.

Uit de mededelingen van *Van Melick* kan worden afgeleid, dat men voor Epe gerekend heeft op een slibproductie van 57 kg/i.e./jaar. Reeds hiervoor is opgemerkt, dat dit aan de hoge kant is, doch dit zou verklaard kunnen worden door de aanwezigheid van veel bezinkbare zwevende stof in het industriële afvalwater van Epe. Rekent men om op bruto kosten van per ton droog slib dan komt men op f 96,50, welk bedrag door toepassing van deelmineralisatie van het slib daalt tot f 79,—. Hierbij zijn twee factoren in rekening te brengen. In de eerste plaats verkrijgt men een product met een zodanige geldswaarde, dat bij een goed geleide verkoop daarvan de netto kosten niet onbelangrijk beneden het brutobedrag zouden komen te liggen. Verder is de installatie te Epe, wanneer men spreekt over kunstmatige ontwatering, van geringe capaciteit namelijk 42.000 i.e. Evenals voor de kosten van de gehele zuivering geldt ook hiervoor, dat deze sterk dalen met de toeneming van de omvang daarvan. Zou echter de slibproductie uitvallen beneden de vermelde 57 kg per jaar en per i.e., dan zou dit een stijging van de kosten per ton droge stof ten gevolge hebben. Voor installaties van grotere omvang zou daarentegen dit bedrag verminderen. Volgens becijferingen van *Van Melick* [20] zou voor een installatie voor ca. 15.000 i.e. het Seiler-Koppers proces kunnen concurreren met een mineralisatieinrichting met handgeruimde droogbedden.

Over de kosten van de oxydatieve slibmineralisatie („total oxydation”), waarvan de oxydatiesloot van Pasveer als prototype kan worden beschouwd, is onvoldoende bekend om daarover een uitspraak te doen. Terloops zij hierbij aangetekend, dat in een dergelijke sloot het aantal pathogene kiemen wel sterk afneemt, doch dat dit

systeem geen garantie geeft voor een in dit opzicht betrouwbaar effluent. Verwijdering van wormeieren vindt daar in het geheel niet plaats. De genoemde beïnvloeding door de omvang van het project op het financiële aspect van de kunstmatige ontwatering blijkt ook uit de cijfers, die *Schutte* [14] verstrekt over het Porteous-proces. Voor 200.000, 100.000 en 50.000 i.e. bedragen de jaarlijkse kosten per i.e. resp. f 1,85, f 2,15 en f 2,90.

Omgerekend op basis van 30 kg droge stof per jaar per i.e. leveren deze cijfers resp. bedragen van f 62,—, f 70,— en f 95,— per ton droge stof. Niet wordt vermeld voor welk vochtgehalte van het vooringedikte slib deze cijfers geldig zijn. Wel wordt aangegeven, dat een stijging van het watergehalte van dit slib van 91,5 tot 97,5 % gepaard gaat met een kostenverhoging van rond 70 %.

Bij vergelijking van deze bedragen met de prijs van de vacuümfiltratie moet worden bedacht, dat door het hogere watergehalte van de koek, de toevoeging van conditioneringsmiddelen en de uitloging bij het kookproces, het vacuümfilter een veel volumineuzer product geeft dan het Porteous-proces. Dumping of verbranding zijn dus bij het laatstgenoemde goedkoper. Bij de te Eindhoven toegepaste kalkdosering gaan de pathogene kiemen ten gronde, doch in hoeverre dit het geval is met wormeieren en onkruidzaden is niet bekend. Het Porteous-proces geeft in dit opzicht een afdoend resultaat.

Ook de cijfers, die *Bos* en *Koster* [3] geven over de kosten van verbranding demonstrenen het bovengenoemd verband tussen de uitgaven per i.e. en de capaciteit van de installatie. Voor inrichtingen ter grootte van 400.000 en 100.000 i.e. belopen deze resp. f 2,70 en f 4,65 per i.e. en per jaar, overeenkomende met resp. f 90,— en f 155,— per ton droge stof. Voor een installatie voor 50.000 i.e. zou laatstgenoemd bedrag stijgen tot f 300,—. Deze cijfers zijn berekend als gemiddelden van een aantal installaties in West-Duitsland en worden overigens met bijzonder voorbehoud gegeven. Kennelijk hebben deze kostenopgaven alleen betrekking op de verbranding; voor het totaal moeten de kosten van de mechanische ontwatering nog daarbij worden opgeteld.

Terecht merken *Bos* en *Koster* op, dat slibverbranding niet goedkoop is. Het zorgenkind van de bedrijfsleider van

de zuiveringsinstallatie is letterlijk gecremeerd, maar voor de contribuabelen verrijst het als een moderne en vrij dure Phoenix uit zijn as.

Vrijburg [18] deelt mede, dat volgens opgave van de fabrikant de bedrijfskosten van het lagedruk Zimproproces f 21,— per ton droge stof en de aanlegkosten voor 113.000 i.e., inclusief de droogbedden, f 900.000,— bedragen. Bij 300 bedrijfsdagen per jaar is de verwerkingscapaciteit dan 11 ton droge stof per dag.

Op basis van dezelfde rentevoet en afschrijvingstermijn als aangenomen is voor de slibfiltratie te Eindhoven zijn, inclusief de bedieningskosten, waarvoor dezerzijds is aangenomen een bedrag van ruim f 14.000,— per jaar, de totale jaarlijkse kosten van het Zimprobedrijf f 160.000,— voor een slibproductie van 3300 ton ofwel f 48,50 per ton droge stof. Hierin zijn niet begrepen de kosten van het slibuimen en verder transport. Bij toepassing van mechanische ruiming rekent *Van Melick* [20] op f 38,50 per ton droge stof. Door gebruik te maken van een slibwagen konden volgens *Peters* [7] te Schijndel deze kosten teruggebracht worden tot ca. f 25,—. De totale kosten van het Zimproprocédé zou men dan kunnen stellen op rond f 75,— per ton droge stof. Hierbij dient nog opgemerkt te worden, dat het product van de lage druk reactor blijkbaar zeer snel op droogbedden ontwaterd kan worden. Vrijburg [18] rekent namelijk voor de aanlegkosten van droogbedden voor uitgegist slib van een installatie voor 113.000 i.e., waarbij wat minder droge stof resulteert dan bij het Zimproproces, f 1.130.000,—, een bedrag, dat f 230.000,— hoger ligt dan de Zimproinrichting, inclusief droogbedden.

Overziet men dit alles, dan blijkt in de eerste plaats, dat een grote verscheidenheid van slibverwerkingsystemen voorhanden is, waarvan de kosten voor Nederlandse omstandigheden slechts bij benadering kunnen worden geraamd. Mede gezien de in aard en hoeveelheid uiteenlopende producten daarvan en de sterk variërende lokale omstandigheden, waarvan in de eerste plaats genoemd moet worden de samenstelling van het slib, alsmede het ontbreken van ervaring in Nederland, is het onmogelijk thans een keuze te maken uit de verschillende mogelijkheden. Wel kan worden gesteld, dat voor kleinere en althans voorshands voor middelgrote installaties de anaërobe slibgisting met droog-

ging op open bedden de meest doelmatige wijze van verwerking is. Daarbij verdient de mogelijkheid van vervanging van handruiming van de bedden door een meer of minder geperfectioneerde mechanische verwijdering van het gedroogde materiaal nadere overweging en onderzoek.

Wanneer men zich rekenschap geeft van de nog onvoldoende kennis en ervaring op het betrokken gebied en van de mogelijkheden tot verbetering van bestaande werkwijzen enerzijds en van de uitgaven, die in de zeer naaste toekomst gemoeid zijn met de slibverwerking anderzijds, dan dringt zich de vraag naar voren of het niet de hoogste tijd is, dat men in Nederland gezamenlijk de hand aan de ploeg slaat om tot een doelmatig georganiseerde samenwerking te komen op dit terrein. Daarbij moet niet alleen worden gedacht aan research en aan coördinatie van onderzoek en van uitwisseling van ervaringen, doch ook aan

de financiering van een en ander. Hiervoor zal ongetwijfeld veel geld ter beschikking moeten worden gesteld, maar ook hier geldt: research is een loterij zonder nieten en met hoge prijzen. In het jaarverslag van het Rijksinstituut voor Zuivering van afvalwater over 1965 [22] wordt geraamd, dat vanaf heden tot 1968 nog het afvalwater van ca. 16 miljoen equivalenten aan zuivering zal moeten worden onderworpen. Stelt men de kosten van de slibbehandeling op gemiddeld f 3,— per jaar per i.e., hetgeen zeker niet te hoog genoemd mag worden, dan zal men in 1986 tenminste 50 miljoen gulden per jaar voor dit doel moeten uitgeven. Het is toch zeker de moeite waard te trachten van dit bedrag wat af te knabbelen, maar hier geldt ook dat de kost voor de baat uitgaat.

Nogmaals: „Aan slib zit heel wat vast”.

#### Literatuur

1. Dunbar, *Leitfaden für die Abwasserreinigungsfrage*, 1912, p. 243 en 248.
2. Hopmans, J. J., *Erfahrungen und Ansichten über die Schlammbehandlung in den Niederlanden*, Münchener Beiträge zur Abwasser-, Fischerei und Flussbiologie, Band 13, 1966, Der Verwertung und Beseitigung von Häuslichen und industriellen Abwasserschlämmen, p. 136.
- 3.\* Bos, G. S. en Koster, E. L. C., *Verbranding van slib*, H<sub>2</sub>O (1) 1968, p. 264.
- 4.\* Peters, H., *Ontwatering van slib met vacuümfilters*, H<sub>2</sub>O (1) 1968, p. 264.
- 5.\* Wismeyer, A. A., *Slib, soorten en eigenschappen*, H<sub>2</sub>O (1) 1968, p. 42.
- 6.\* Koot, A. C. J., *Slibverwerking*, (Algemene inleiding), H<sub>2</sub>O (1) 1968, p. 22.
- 7.\* Peters, H., *Anaërobe slibgisting*, H<sub>2</sub>O (1) 1968, p. 109.
8. Liebmann, H., *Münchener Beiträge*, Band 13, 1966, p. 45 (zie 2).
9. Scheltinga, H. M. J., *Hygiënische aspecten van zuiveringsslib*, Water 51, 1967, p. 205; (Mededeling nr. 2 van de Slibcommissie NVA).
10. Offhaus, K., *Die Problematik bei der Intensivierung der Schlammausfäulung mit Hilfe niederfrequenter Wechselströme*, Münchener Beiträge, Band 13, 1966, p. 176 (zie 2).
- 11.\* Zijlstra, K. C., *Het vraagstuk van de slibverwerking*, H<sub>2</sub>O (1) 1968, p. 94.
12. Scheltinga, H. M. J., *Zuiveringsslib als meststof*, H<sub>2</sub>O (1) 1968, p. 216.
- 13.\* Teensma, B., *Het drogen van slib door biologische zelfverhitting, (composteren)*, H<sub>2</sub>O (1) 1968, p. 220.
- 14.\* Schutte, R., *Het Porteous-procédé*, H<sub>2</sub>O (1) 1968, p. 247.
- 15.\* Peters, H., *Filtratie van vers slib van de rioolwaterzuiveringsinstallatie Eindhoven*, Water 50, 1966, p. 55.
16. Hulzebos, W., *Mechanische ontwatering van afvalwaterslib*, Thermische coagulatie als voorbehandelingsmethode, Water 50, 1966, p. 233.
17. Van Lohuizen, C. J., *Onderzoekingen met het Schlamm Asche Verfahren te Ede*, Water 50, 1968, p. 377.
- 18.\* Vrijburg, R., *Oxydatie van afvalwaterslib met een Zimpro-installatie*, Water 50, 1966, p. 313.
19. Karper, R. en Verhaagen, J., *Slibdrooginstallaties volgens het Seiler-Koppers-systeem in Zwitserland*, Mededeling nr. 4 van de Slibcommissie NVA, H<sub>2</sub>O (1) 1968, p. 370.
20. Van Melick, L., *Toepassingsmogelijkheden en kosten van thermische slibdroging in Seiler-Koppers-installaties*, H<sub>2</sub>O (1) 1968, p. 372.
21. Imhoff, K., *Taschenbuch der Stadtentwässerung*.
22. Jaarverslag 1965. Mededeling nr. 3 van het Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater, 1966, Staatsuitgeverij 's-Gravenhage.

De met een \* gemerkte opgaven zijn in de Vacantiecursus in behandeling van afvalwater gehouden voordrachten.