

**VAN WILDE BEVLOEIING
TOT
MODERNE AFVALWATERZUIVERING**

REDE

**UITGESPROKEN BIJ DE AANVAARDING
VAN HET AMBT VAN BUITENGEWOON HOOGLERAAR
IN DE WATERZUIVERING
AAN DE LANDBOUWHOGESCHOOL
TE WAGENINGEN OP 23 JUNI 1966**

DOOR

Dr. P. G. FOHR



H. VEENMAN & ZONEN N.V. - WAGENINGEN

„Das, was ihr, laienhaft erbost, ... eine Satansbrühe, eine ganz infame Suppe aus des Teufels Küche ... bezeichnet, nenne ich ruhig und wissenschaftlich das Produkt der reduzierenden Wirkung der organischen Stoffe auf das gegebene Quantum schwefelsauren Salzes“, sagte Adam Asche.

WILHELM RAABE (Pfisters Mühle)

*Mijne Heren Leden van het Bestuur der Land-
bouwhogeschool,
Dames en Heren Hoogleraren, Lectoren, Docen-
ten en Wetenschappelijke Medewerkers,
Dames en Heren Studenten
en voorts Gij allen, die door Uw aanwezigheid
blijk geeft van Uw belangstelling,*

Zeer gewaardeerde toehoorders,

In sommige gerechtshoven in het traditieminnende Engeland plegen de rechters een tuiltje verse bloemen bij zich te dragen, hetgeen het voorkomen van deze wat pompeus en somber uitgedoste ambtsdragers een vleugje frivoliteit vermag te verlenen. Deze edelachtbare traditie vindt zijn oorsprong in een tijd toen men de bedreiging voortkomende uit de verontreiniging van het levensmilieu nog niet met afdoende middelen aan de bron van het kwaad vermocht te bestrijden. Veeleer meende men toen zijn toevlucht te moeten zoeken, of kon men zijn toevlucht slechts vinden, in afwerende maatregelen. De rechters, en met hen vele andere lieden uit de goeode kringen van die voorbije tijd, trachtten „de geuren van de openhartige riolen te verdrijven met de zoetere geuren van roos, viooltje of sering, aldus hopende van de pest gevrijwaard te blijven”.¹⁾

De riolen waarvan zojuist sprake was, bestonden in de jaren vóór de tweede helft van de 19e eeuw in het algemeen nog niet uit de ondergronds aangelegde buizen, zoals wij die thans kennen. Het waren voornamelijk open straatgoten uitsluitend bedoeld voor de afvoer van hemelwater die echter door de burgers in de dichtbevolkte woonwijken van de grote steden dankbaar werden benut om er alle afval in te deponeren die men niet op andere wijze even gemakkelijk kon kwijtraken. Men zal licht geneigd zijn deze handelwijze te beoordelen tegen de achtergrond van de geringe geestelijke ontwikkeling en het daarmede gewoonlijk gepaard gaande gebrek aan besef voor orde en netheid van de toenmalige stadsbewoners. We behoeven echter slechts in onze hedendaagse steden waar te nemen hoeveel afgedankte auto's in sommige straten langs het trottoir staan te vergaan, om wat voorzichtiger te zijn met het trekken van een conclusie.

De stadsbestuurders moesten tenslotte verbodsbepalingen in het leven roepen teneinde aan het euvel paal en perk te stellen. Door tevens te verordonneren dat de faecaliën in beerputten verzameld en van daaruit naar het land buiten de stadsmuren afgevoerd moes-

¹⁾ D. van der Vat (Een bakermat in Babylon)

ten worden, kon men langzamerhand de steden in dit opzicht gaan saneren. Naarmate het inwonertal toenam ging het transport naar buiten steeds grotere problemen opleveren. De fatale klap werd dit afvoersysteem toegediend toen het watercloset algemeen in gebruik kwam. Het volume af te voeren vuil werd te groot voor deze wijze van transport.

De kortste en gemakkelijkste weg leidde, via klandestien aangelegde afvoerpijpjes, weer naar de open straatgoten! De tot in de betere wijken doordringende geuren die zich toen weer in de straten konden ontwikkelen, moesten weer met bloemetjes en reukwatertjes verdreven worden.

De gemeentelijke autoriteiten vaardigden andermaal verordeningen uit, die het kwaad moesten keren. Doch het verwachte resultaat bleef uit. Niet alleen omdat de burgers duidelijk genoeg hadden van de steeds terugkomende zorg voor een tijdige lediging van de verzamelputten en zich het gemak van de waterspoeling niet meer lieten ontzeggen, doch ook en vooral omdat geen aanvaardbaar alternatief voor de verboden afvoer geboden werd.

Deze situatie leidde tenslotte tot de ontwikkeling van het stelsel van ondergrondse gesloten buisleidingen dat wij thans onder het begrip riolering verstaan. Daarmede trad men in de voetsporen van oude culturen die eeuwen geleden reeds goede rioolssystemen tot stand hadden gebracht. Zo kenden o.m. de Romeinen de riolering, doch met de verwaarlozing van de fysieke aspecten van het menselijk bestaan gedurende de Middeleeuwen was ook dit goed in de vergetelheid verzonken geraakt.

Na 1845 gingen gaandeweg alle grote Engelse steden rioleren. Die op het vaste land volgden korte tijd daarna. Eindelijk konden de veel geplaagde burgers letterlijk weer vrijer ademen. Maar alras kwam men tot de onprettige ontdekking dat na het in gebruik nemen van een rioolstelsel het probleem in wezen slechts verschoven was naar de waterkant. De kanalen en rivieren waarin de riolen uitmondten konden in de meeste gevallen het toegevoerde vuil niet op natuurlijke wijze verwerken en veranderden in korte tijd in gigantische open riolen. De visstand werd uitgeroeid, de omwonenden kregen de uitwasemingen van het bedorven water te verdragen en de drinkwatervoorziening werd met besmetting bedreigd.

Maar ook de industrieën klaagden over de snel achteruitgaande kwaliteit van het beschikbare oppervlaktewater dat als bedrijfs-water nauwelijks meer te gebruiken viel. Overigens begonnen ook de fabrieken in toenemende mate bij te dragen in de vervuiling van het openbare water.

Aan de oevers van de Thames die dwars door Londen loopt, was het op warme windstille dagen nauwelijks uit te houden. De leden van het Lagerhuis verlieten zich kennelijk niet op de werking van tuiltjes bloemen. De Speaker liet als het te erg werd de vensters van

het Parlementsgebouw sluiten, hetgeen de behandeling van de aanhangig gemaakte wetsvoorstellen ter bestrijding van de watervervuiling ongetwijfeld zal hebben bespoedigd. Ook het belang van de recreatie, waarmede heden ten dage bij de vuilwaterbestrijding categorisch rekening gehouden moet worden, zal de toenmalige Members of Parliament wel voor ogen gezweefd hebben. Hun voorgangers hadden zich in het begin van de 19e eeuw nog tussen twee zittingen door kunnen ontspannen met het vissen op zalm. In hoeverre de omstandigheid dat de Haagse Hofvijver niet in ernstige vervuilde toestand verkeert, er mede toe heeft geleid dat wij het in Nederland tot op de huidige dag nog zonder een wet op de waterverontreiniging moeten stellen, is een vraag die zich hier aan ons opdringt.

Wat in Engeland met de Thames, de Mersey en vele andere rivieren was gebeurd herhaalde zich o.m. in de Seine beneden Parijs, in de Spree bij Berlijn, en in bijzonder ernstige vorm in de Emscher en de Ruhr in het gebied tussen Essen en Dortmund. In Nederland met zijn betrekkelijk grote waterrijkdom en zijn toentertijd nog geringe mate van industrialisatie en urbanisatie speelde het probleem van de watervervuiling omstreeks de eeuwwisseling nauwelijks een rol. Wel begon daar toen enige verontrusting op te treden naar aanleiding van de vervuiling van de veenkoloniale wateren door het afvalwater van de strokarton- en aardappelmeelindustrie.

De hogere overheid moest ingrijpen. Doch de problemen hadden t.o.v. die, welke men binnen de stadsgrenzen tot een oplossing had moeten brengen een schaalvergroting ondergaan. Bovendien was men legislatief en administratief onvoldoende toegerust. Maar ook toen in Engeland krachtens de Local Government Act van 1858 de steden het recht ontzegd kon worden de openbare wateren langer op ergerlijke wijze te verontreinigen, kon dat weinig of geen soulaas bieden aangezien de rioolwaterafvoer niet in te dammen viel. Het verbod faalde, niet alleen omdat er een duidelijke schroom bestond de steden en de opkomende industrie veel moeilijkheden in de weg te leggen, maar vooral aangezien nauwelijks aangegeven kon worden wat er dan wél met het rioolwater moest geschieden.

Uit de nood moest de techniek van de afvalwaterzuivering geboren worden. Met zeer gebrekkige middelen begon men hier en daar het rioolwater aan allerlei bewerkingen te onderwerpen, zoals sedimentatie, uitvloeking en filtratie, doch erg veel haalde dat aanvankelijk niet uit.

De Britse regering benoemde in 1857 een studiec commissie die de mogelijkheden van agrarische utilisatie van het rioolvocht moest onderzoeken. In 1868 volgde de instelling van de Rivers Pollution Commission die een minder beperkte taakomschrijving kreeg. Deze laatste commissie heeft onder de kundige leiding van SIR EDWARD FRANKLAND baanbrekend werk verricht.

Aanvankelijk zag men slechts één afdoende oplossing: het verspreiden van het rioolwater over bouw- of grasland waar het in de bodem kon verzinken en de groei van de gewassen ten goede kon komen door zijn water- en mestwaarde. Aanvankelijk gebeurde dit op een weinig doelmatige wijze en kon men spreken van een wilde bevloeiing. Teneinde de aanzwellende afvalwaterstroom het hoofd te kunnen bieden zag men zich allengs genoodzaakt veel meer water toe te voeren dan uit landbouwkundig oogpunt nodig of gewenst was. De betrokken percelen moesten derhalve worden gedraineerd.

Het doorgezegen water bleek nu de onaangename eigenschappen van het rioolwater verloren te hebben. Het was helder geworden, was zijn vieze geur kwijtgeraakt en ontwikkelde bij bewaren in een gesloten fles geen zwavelwaterstof meer. Dit gezuiverde, niet meer rotbare water kon zonder bezwaar op het openbare water afgevoerd worden.

De landbevloeiing nam een zeer hoge vlucht, temeer daar men zich veel voorstelde van de opbrengsten van de aldus geïrrigeerde gebieden. Vele grote steden zoals Birmingham, Leeds, en later ook Danzig, Berlijn en Maagdenburg legden grote vloeivelden aan, dikwijls op verre afstand van het stadsgebied. In het bijzonder in Duitsland voldeden die vloeivelden uitstekend, aangezien ze daar meestal op een goed doorlatende bodem ingericht en van een doelmatige drainage voorzien werden.

Per hectare vermocht men zo het rioolwater afkomstig van ongeveer 200 inwoners te zuiveren.

Er waren echter in de onmiddellijke omgeving van vele steden niet altijd voldoende grote oppervlakten geschikt terrein aanwezig. En ook omdat er steeds meer rioolwater te verwerken viel, zocht men naar middelen de capaciteit van de velden op te voeren. De eerste stap bestond in een voorafgaande verwijdering van het rioolslijk in bezinkbekkens. Met deze voorbehandeling bereikte men dat de grond minder snel „dichtsloeg”, zijn doorlatendheid langer behield.

Een volgende stap was dat men voor de bevloeiing ook terrein in gebruik ging nemen waar de eventueel aanwezige bouwvoor van de beter doorlatende onderliggende zandgrond verwijderd was. Bij het bedrijf zorgde men er dan voor dat er geen humuslaag van enige betekenis meer kon ontstaan. Noodgedwongen zag men dan van enig gebruik in landbouwkundige zin bewust af.

FRANKLAND ontwikkelde omstreeks 1870 uit deze, ook weer uit de nood geboren werkwijze de z.g. intermitterende bodemfiltratie. Hij kwam bij zijn zeer systematisch opgezette experimenten tot de bevinding dat de luchtzuurstof bij de zich in de grond afspelende afbraakprocessen een allesbeheersende rol vervult. Die zuurstof moet dan ook, zo stelde hij terecht, voldoende gelegenheid verschaft worden in de bodem binnen te dringen. Dit is uitsluitend mogelijk in-

dien het grondoppervlak niet voortdurend met een laag water bedekt is.

De intermitterende bodemfiltratie werd in de praktijk bedreven op omdijkte veldjes aangelegd op goed doorlatende zandgrond. De watertoevoer naar elk filtratiebedje duurde telkenmale 4 tot 6 uren, gevolgd door een rustfase die ongeveer driemaal zoveel tijd in beslag nam. In deze rustfase viel het filtratiebed droog en kon de zuurstof binnendringen. De in de voorafgaande periode geadsorbeerde organische stoffen konden dan oxydatief afgebroken, gemineraliseerd worden. Op deze wijze bleek het mogelijk per hectare het vooraf door bezinking behandelde rioolwater, afkomstig van 2000 tot 5000 inwoners te zuiveren tot een niet meer rotbaar effluent.

FRANKLAND kan op grond van zijn wetenschappelijke arbeid als de vader van de biologische afvalwaterzuivering beschouwd worden, al zag hij zelf de mineralisatie nog als een zuiver chemisch gebeuren. Pas later leerde men de belangrijke rol die de micro-organismen hierbij spelen, kennen uit het werk van microbiologen zoals PASTEUR, WINOGRADSKY en onze landgenoot BEYERINCK.

De toepassing van de intermitterende bodemfiltratie heeft in Europa niet die verbreiding gevonden, die men had kunnen verwachten. Dit is niet uitsluitend te wijten aan het niet overal ter beschikking staan van goed doorlatende zandgronden en aan de mislukkingen die aan een onoordeelkundige bedrijfsvoering toegeschreven kunnen worden. Het was voornamelijk de weerstand voortspruitende uit de overweging dat het principieel verwerpelijk was de faecaliën niet meer als meststof aan de landbouw ten goede te laten komen, die hier de voornaamste rol speelde. JUSTUS VON LIEBIG, de grondlegger van de landbouwchemie en de bemestingsleer, had het al uitgeroepen: „Von der Lösung der Kloakenfrage hängt das Wohl der Staaten ab!” Vooral in Duitsland heeft deze tegenstand de ontwikkeling van de techniek van de afvalwaterzuivering nog lange tijd geremd.

Een uitgebreide toepassing vonden de intermitterende bodemfilters in de Verenigde Staten van Noord Amerika. In de jaren tussen 1887 en 1897 werd deze methode zeer uitvoerig onderzocht in het Lawrence Experimental Station van het Departement van Gezondheid in de staat Massachusetts. De onderzoekers van deze instelling betrokken tal van grondsoorten in hun experimenten. Onder de drang der omstandigheden zocht men het ter verhoging van de filtratiesnelheid in een steeds toenemende korrelgrootte van het filtermateriaal. Tenslotte gebruikte men filters gevuld met zulk grof materiaal, zoals kiezel, gietcokes en lavaslakken, dat van langzaam doorzigen van het opgebrachte water geen sprake meer kon zijn. De zuurstof kon nu ongehinderd en in ruime mate mee toetreden, zodat een continue toevoer van afvalwater in dit opzicht geen bezwaar

meer opleverde. De gelijkmatige verdeling van het opgebrachte water over het filteroppervlak leverde nu echter moeilijkheden op. Men paste derhalve een automatisch werkend hevelapparaat toe waarmede het water met tussenpozen van 20 tot 30 minuten over het filter uitgestort werd.

De verrassend gunstige resultaten van deze proeven met grof vulmateriaal, die in 1892 werden gepubliceerd, gaven de stoot tot de ontwikkeling van de z.g. continufilters of oxydatiebedden. Deze ontwikkeling vond merkwaardigerwijze aanvankelijk niet in Amerika doch weer in Engeland plaats. CORBETT en STODDART mogen hier met ere genoemd worden. In Duitsland was het de in Amerika geboren DUNBAR, die een belangrijke bijdrage leverde. WILLIAM DUNBAR de voortreffelijke hygiënist, bacterioloog en scheikundige, begaafd met een helder technisch inzicht, heeft ook met zijn klasiek geworden boek „Leitfaden für die Abwasserreinigungsfrage“ de vakwereld aan zich verplicht.

Het oxydatiebed in de vorm waarin het heden ten dage nog steeds wordt gebruikt, bestaat uit een cilindrisch bouwsel gevuld met brokken lavaslak, gebroken grind of ander geschikt materiaal. De vloer is geperforeerd t.b.v. de waterafvoer en de luchttoevoer. Het water wordt over het bovenoppervlak van het vulmateriaal verspreid d.m.v. roterende sproeiërs.

Van een eigenlijke filtratie is bij het oxydatiebed geen sprake. Het water sijpelt, zijn weg over en langs de brokken zoekend, omhoog. De reinigende werking berust primair op een adsorptie van de organische stoffen uit het rioolwater in de slijmlaag, die zich tijdens de inwerkperiode op de brokken ontwikkelt. Deze aangroeiing bestaat voor een belangrijk deel uit bacteriën, die de aangeboden organische stof onder verbruik van luchtzuurstof oxyderen. Als eindproducten ontstaan water, koolzuur, ammoniak, nitrieten en nitraten, fosfaten en een min of meer gestabiliseerde organische rest van een humusachtig karakter.

In vergelijking tot zandfilters, waarin de mineralisatie van de organische bestanddelen uit het afvalwater op principieel dezelfde manier verloopt, kan men oxydatiebedden veel hoger belasten zonder dat verstopping optreedt. Er is tussen de grovere brokken meer vrije ruimte. De gevormde humus kan met het gereinigde water weggespoeld worden en zonodig daaruit door bezinking verwijderd worden.

Met de ontwikkeling van het oxydatiebed is de afvalwatertechniek letterlijk van de grond gekomen. Toen de vroeger zo noodzakelijke en heilbrengende binding met het agrarische bedrijf geheel verdween, werd men vrijer in de plaatskeuze voor het zuiveringsbedrijf. Het was niet meer nodig rekening te houden met de specifieke eisen van de landbouw en met langdurige perioden van regenval en vorst waarin men met het rioolwater geen weg wist. Men kon

nu ook met veel minder terrein toekomen. Per hectare oppervlak aan oxydatiebedden kon nu het rioolwater van ruim 80.000 inwoners gezuiverd worden!

De „sewage farm” maakte plaats voor de „sewage purification plant”. Bouwkundigen en werktuigbouwers kregen nu hun kans bij de bouw en inrichting van de zuiveringsinstallaties, machinefabrieken gingen zich interesseren voor de afvalwaterreiniging. Er was heel wat te mechaniseren en te rationaliseren: de ruiming van slib uit de bezinkbekkens, het verpompen van water en van slib, het afscheiden van vet en zand, en vele bewerkingen meer.

Het lag voor de hand dat men bij het speurwerk naar doelmatige zuiveringsmethoden voor afvalwater het inmiddels ook was gaan proberen in een andere richting. Reeds lang, en vele oude volksgezegden brengen dat tot uiting, wist men dat stromend water het vermogen bezit zich zelf te reinigen. In een gedicht van DARBY DAWNE uit het jaar 1716 worden de voorwaarden voor dit zelfreinigingsproces bijzonder treffend geformuleerd:

Give it Motion, Room and Air
Its purity will ne'er impair.

Dit natuurlijk gebeuren verleent rivieren met een min of meer turbulente stroming (Motion), die dientengevolge de benodigde luchtzuurstof (Air) met voldoende snelheid via het wateroppervlak kunnen opnemen, het vermogen nog betrekkelijk veel organische afvalstoffen zonder hinderlijke bijverschijnselen te mineraliseren. Doch in deze vorm verloopt het proces te langzaam en benodigt derhalve te veel ruimte (Room) om het met voordeel in een zuiveringsinstallatie toe te passen.

Intensieve beluchting van afvalwater zonder meer leverde teleurstellende resultaten op. Een stap verder kwamen CLARK en medewerkers van het reeds genoemde Lawrence Experimental Station. De aanwezigheid van een algenbegroeiing aan de wanden van hun glazen beluchtingsvaten bleek bij de behandeling van elke volgende portie afvalwater een verhoogd zuiverend effect te veroorzaken. De Engelsman FOWLER die in de herfst van 1912 tijdens een studiereis deze experimenten van CLARK had gezien, bracht na terugkeer uit Amerika de chemici ARDERN en LOCKETT er toe overeenkomstige proeven te verrichten. Ook zij verkregen een biologisch actieve massa. Aangezien hun beluchtingsvaten tegen het licht afgeschermd waren, bestond nu deze actieve massa niet uit algen, doch uit bacterievlokken die zich bij uitschakelen van de luchtdoorblazing als een goudbruin bezinsel afzetten. Naarmate de hoeveelheid „activated sludge” die men voor een volgende proef kon terughouden, steeg, verliep de reiniging van het water sneller. Tenslotte kon in ca. 10 uren bereikt worden waar in de natuur of bij eenvoudige beluchting evenveel dagen voor nodig geweest zouden zijn. Een nieu-

we zuiveringsmethode was geboren! Reeds in 1916, te Worcester, kon de eerste grotere actief-slibinstallatie, waarin een continue werkwijze werd toegepast, in gebruik worden genomen. Evenals het oxydatiebed was het actief-slibproces in Engeland ontwikkeld na kennisneming van onderzoekingen van een min of meer oriënterend karakter die in Amerika waren verricht. Welke waarde het bijhouden van de literatuur en het maken van studiereizen kan hebben, wordt hier eens te meer geïllustreerd.

Andermaal kon men bogen op een vermindering van het benodigde terreinoppervlak. Het afvalwater van meer dan een half miljoen inwoners kon per ha oppervlakte aan beluchtingstanks getransformeerd worden tot gezuiverd water, dat beoordeeld naar de thans algemeen gebruikte maatstaf van de biochemische zuurstofbehoefte, in kwaliteit zeker niet behoefde onder te doen voor de effluenten van de eerder besproken zuiveringsmethoden.

In de loop der jaren zijn met betrekking tot de mechanische of pneumatische beluchting, tot de wijze van watertoevoer, slibterugvoer en de continu bedreven slibafscheiding in sedimentatietanks, vele verbeteringen aangebracht. Verbeteringen die, met behoud van de door ARDERN en LOCKETT aangegeven principes, de biologische zuivering d.m.v. actief slib gemaakt hebben tot de zuiveringsmethode bij uitstek, in het bijzonder voor zeer grote installaties.

Toen tegen het einde van de dertiger jaren de capaciteit van oxydatiebedden aanzienlijk opgevoerd bleek te kunnen worden door een versterkte spoelkracht van het doorsijpelende water (bijvoorbeeld d.m.v. recirculatie) hebben de z.g. hoogbelaste oxydatiebedden nog tot omstreeks 1950 de overhand kunnen behouden.

Het is vooral te danken aan de onderzoekingen van PASVEER, WUHRMANN en VON DER EMDE dat daarna ook in Europa de toepassing van het actief-slibproces een hoge vlucht heeft genomen. Zij toonden o.m. aan dat door een combinatie van intensieve zuurstoftoevoer, een grote slibvoorraad en een sterke micro-turbulentie in de beluchtingstank de zuiveringscapaciteit aanzienlijk kon worden opgevoerd. Bij de geringe afmetingen van de slibvlokken in sterk turbulente slib suspensies kan de in het water gebrachte zuurstof tot in het centrum van die bacterie-agglomeraten doordringen alvorens in de meer oppervlakkig gelegen lagen volledig te zijn verbruikt.

Een belangrijke bijdrage leverden machinefabrieken door de vervaardiging van beluchters met een steeds hoger zuurstofinbrengvermogen. Hier was een vooruitgang van de zuiveringstechniek geboekt als gevolg van een meer fundamenteel gericht onderzoek en niet zoals tot dusver meestal het geval was geweest, als resultaat van empirie.

De wetenschap loopt dikwijls achter op de techniek, hetgeen zich duidelijk ook bij de biologische zuivering heeft voorgedaan. Van

een gedetailleerde kennis en theoretisch inzicht omtrent het mechanisme en de kinetiek van het gebeuren in en om de bacterievlokken was vóór de tweede wereldoorlog nauwelijks sprake. Daarna is een aanzwellende stroom publikaties over deze onderwerpen losgekomen die nog steeds aanhoudt. Gaandeweg zijn we op de hoogte gekomen van de factoren die bepalend zijn: voor de snelheid en het verloop van het zuurstofverbruik, voor het tempo waarin de verontreinigingen geëlimineerd worden, voor de aanwas van het „biologisch slib” en de hoedanigheid van deze substantie, en voor vele zaken meer die voor ontwerp en bedrijfsvoering van belang zijn. We denken hier, om enige namen te noemen, aan het werk van HOOVER, HEUKELEKIAN, MCKINNEY, MCCARTY, WUHRMANN, DOWNING. Het in praktijk brengen van de verworven kennis en het verkregen inzicht levert moeilijkheden op. Deze moeilijkheden vinden voornamelijk hun oorzaak in de zowel kwalitatief als kwantitatief wisselende aanvoer van het te zuiveren water. Dit is in het bijzonder het geval indien op het desbetreffende rioolstelsel ook een aanmerkelijke hoeveelheid afvalwater afkomstig van industriële bedrijven afgevoerd wordt. Experimenten op grotere schaal met behulp van proefinstallaties zijn dan noodzakelijk teneinde de gegevens te verschaffen voor een doelmatig en economisch verantwoord ontwerp.

Zojuist is de aanwas van het biologisch slib genoemd. Bij de oxydatief biologische zuivering in een actiefslibinstallatie of een oxydatiebed is het namelijk zo, dat door de bacteriën slechts een gedeelte (ruwweg een derde tot twee derde) van het aangeboden substraat direct wordt geoxydeerd tot koolzuur en water. De bij deze oxydatieve assimilatie vrijkomende energie benutten de bacteriën bij de omzetting van de rest van de geresorbeerde organische stof tot nieuw celmateriaal. Onder bepaalde omstandigheden vindt ook nog opslag van reservevoedsel plaats. De bacteriemassa neemt dus toe en aangezien men de totale hoeveelheid biologisch actief materiaal in het zuiveringssysteem op een constant niveau moet houden, dient geregeld slib gespuid te worden.

Dit biologisch spuislib, moet men met het primaire rioolslib, dat voorafgaand aan de biologische zuivering uit het rioolwater in bezinkbassins pleegt te worden verwijderd, op een of andere manier zien kwijt te raken.

Ik ga hier verder niet in op de ontwikkeling van de methoden ter verwerking, afvoer of vernietiging van het zuiveringsslib. Ik wil U alleen zeggen dat een volkomen bevredigende oplossing voor het afvalprobleem, dat de afvalwaterzuivering zelf heeft geschapen, nog niet bestaat.

Ik zou echter gaarne, na onze gezamenlijke tocht door het verleden nog even met U in de toekomst willen kijken.

De ontwikkeling geschetst in het voorafgaande deel van mijn rede kan gezien worden als het resultaat van een strijd de aanzwel-

lende stroom rioolwater de baas te blijven met steeds minder plaatsruimte en energie vergende zuiveringsmethoden. Voor de toekomst zien we zeker voldoende reden op deze weg voort te gaan. Het realiseren van steeds kortere verblijftijden in de biologische zuiverings- en slibverwerkingsinstallaties is echter niet zonder bezwaar. LIEB-MANN heeft daar enige jaren geleden duidelijk op gewezen. De stabiliteit van de processen en de hygiënische betrouwbaarheid van de af te zetten of te lozen produkten lijdt er onder. In hoeverre dit bezwaar door chemische of fysische middelen op bedrijfszekere en economische wijze kan worden opgeheven is nog een open vraag.

Met het oog op de belangen van o.m. de recreatie, de drinkwatervoorziening en de tuinbouw, en gezien de toenemende kwantiteiten te lozen afvalwater zullen in de toekomst de waterbeheerders ongetwijfeld hogere eisen aan de kwaliteit van het gezuiverde rioolwater gaan stellen. Naast de beoordeling van het effluent op het vermogen de zuurstofhuishouding van het oppervlaktewater te beïnvloeden, zal zeker in de toekomst in vele gevallen méér aandacht besteed worden aan de kwaliteit in bacteriologisch opzicht. Het zuiveringsbedrijf zal dan aan deze verscherpte eisen aangepast dienen te worden.

Ik behoef het woord detergenten slechts uit te spreken om een ander probleem aan te snijden, dat ons in de toekomst bezig zal moeten houden. Een probleem dat gelegen is in het onvermogen van de biologische zuiveringsprocessen stoffen die niet of slecht biochemisch degradeerbaar zijn volledig uit het afvalwater te elimineren. Voorzover men deze groep stoffen, meestal synthetische produkten, niet uit het rioolwater kan weren en hun aanwezigheid in het effluent ontoelaatbaar te achten is, zal ook voor dit vraagstuk een oplossing gevonden moeten worden.

Afvalwater van industriële herkomst levert thans reeds vele moeilijkheden op, zowel bij medezuivering in een centrale zuiveringsinstallatie als bij individuele behandeling ter plaatse. Veel onderzoek zal nog verricht dienen te worden teneinde de zuiveringsprocessen zoveel mogelijk te kunnen aanpassen aan de bijzondere en dikwijls onaangename eigenschappen van de sterk wassende stroom industrieel afvalwater.

In 1825 werden de oeverbewoners van de Murtensee in Zwitserland opgeschrikt door een plotseling optredende bloedrode verkleuring van het water. Men herinnerde zich de verhalen over de bloedige slag tegen de Bourgondiërs in 1476, toen de vijand het meer was ingedreven. De rode algensoort *oscillatoria rubescens* die, tot een explosieve ontwikkeling gekomen, het angstwekkende natuurfenomeen had veroorzaakt, kreeg de naam Burgunderblutalge. Ook andere bergmeren volgden. Zo moesten in 1963 aan de Wörthersee in Oostenrijk pioniers worden ingezet om de onvoorstelbare massa wieren te ruimen.

We hebben hier te maken met een verschijnsel dat toe te schrijven valt aan een eutrofiëring, een verhoging van het gehalte aan minerale voedingsstoffen, van het desbetreffende water, voor een belangrijk deel veroorzaakt door het lozen van afvalwater. Ook elders is men in de laatste tijden ernstige last gaan ondervinden van de gevolgen van eutrofiëring in weinig doorstroomde wateren, die uit een oogpunt van natuurbehoud, recreatie, waterbeheersing en watervoorziening een belangrijke functie vervullen.

Normale zuivering van het afvalwater helpt hier niets. Fosfaten, nitraten en ammoniumzouten, waar het om gaat, worden zelfs gevóómd bij de mineralisatie van de organische stoffen in een biologische zuiveringsinstallatie. Indien men het effluent niet naar elders zal kunnen afleiden, zullen deze minerale stoffen, ingeval eutrofiëring van het ontvangende water tot elke prijs voorkomen dient te worden, in de rioolwaterzuiveringsinstallatie moeten worden geëlimineerd.

Aan het einde van mijn rede gekomen, betuig ik mijn eerbiedige dank aan Hare Majesteit de Koningin, die mij in dit ambt heeft willen benoemen.

Mijne Heren Leden van het Bestuur van de Landbouwhogeschool,

Voor het vertrouwen dat U in mij hebt gesteld door mij voor dit ambt voor te dragen ben ik U zeer erkentelijk. Naar vermogen zal ik trachten het onderwijs en het onderzoek in de waterzuivering aan de Landbouwhogeschool te dienen en te stimuleren.

Dames en Heren Hoogleraren van de Landbouwhogeschool,

Een vruchtbare samenwerking met andere vakgebieden acht ik van vitaal belang voor een gezonde ontwikkeling van de waterzuivering. De prettige contacten die ik met enkelen van U reeds mocht hebben geven mij veel hoop voor de toekomst.

Hooggeachte Hellinga,

Uw stuwkracht en visie hebben in belangrijke mate bijgedragen tot de instelling van de studiespecialisatie waterzuivering aan de Landbouwhogeschool. De bijzonder collegiale wijze waarop U mij tegemoetgetreden bent, alsmede Uw waardevolle raadgevingen, zijn mijn acclimatisatie in Wageningen zeer ten goede gekomen.

Hooggeachte Mulder,

De zeer jonge afdeling waterzuivering heeft nog geen eigen behuizing. De gastvrijheid die U mij in Uw laboratorium voor microbiologie thans biedt, stel ik op hoge prijs. Uw grote belangstelling voor de waterzuivering, waarvan ook meerdere onder uw leiding

verrichte onderzoekingen getuigenis afleggen, doen mij onze persoonlijke contacten des te meer waarderen.

Geachte Heren van het bestuur en van de directie van de Vereniging Krachtwerktuigen,

Ik ben U zeer erkentelijk voor de mogelijkheid die U mij geboden hebt de benoeming tot buitengewoon hoogleraar te aanvaarden.

Dames en Heren collega's en medewerkers van Krachtwerktuigen, en medewerker van de afdeling waterzuivering der Landbouwhogeschool,

Voor de wijze waarop U mij de taak van het vervullen van een dubbele werkkring verlicht, wil ik hier gaarne mijn dank betuigen. Mijn dank gaat ook uit naar mijn vroegere collega's en medewerkers van het waterschap de Dommel, met wie het mij een voorrecht was, nu alweer vele jaren geleden, de eerste schreden op het modderige pad van de afvalwaterzuivering te mogen zetten.

Dames en Heren Studenten,

Uw belangstelling, enthousiasme en studiezijn zullen mede van invloed zijn op het groeiproces van de afdeling waterzuivering aan de Landbouwhogeschool. Daar een practicum nog ontbreekt, zijn de contacten tussen ons tot dusver nog betrekkelijk oppervlakkig gebleven. Dat ik desondanks heb kunnen ervaren hoezeer meerderen onder U door de problemen van de waterzuivering geboeid zijn geraakt, doet mij de toekomst met vertrouwen tegemoet zien.

Aan Uw wetenschappelijke vorming tot „waterzuiveraar”, die als onderzoeker of in de praktijk zijn bijdrage zal kunnen leveren tot het bewoonbaar houden van onze zo overbevolkt rakende planeet, zal ik gaarne medewerken.

Hiermede aanvaard ik officieel het ambt van buitengewoon hoogleraar in de Waterzuivering aan de Landbouwhogeschool te Wageningen.

Ik dank U voor Uw aandacht.