

# De inzameling van het rioolwater van West-Berlijn en de afvoer daarvan op het Teltowkanaal

Ofschoon door de bouw van de zuiveringsinstallaties Ruhleben en Marienfelde grote verbeteringen tot stand zijn gekomen in de rioolwatersituatie van West-Berlijn, waarbij ook Oost-Berlijn en de DDR hebben geprofiteerd door de belangrijke ontlasting van de buiten het territorium van West-Berlijn gelegen vloeivelden, zijn de moeilijkheden nog niet geheel uit de wereld geholpen. Daarbij kan voorlopig buiten beschouwing blijven, dat een niet onbelangrijk gedeelte van de vloeibare afvalstoffen van het zuidelijk gedeelte van West-Berlijn



IR. J. J. HOPMANS  
oud-directeur Rijksinstituut  
voor Zuivering van  
Afwalwater

nog steeds wordt afgevoerd naar de zuiveringsinstallaties Stahnsdorf en Wassmannsdorf, alsmede zij het een geringe hoeveelheid naar de drainagevelden Karolinenhöhe. Na een uitbreiding van de inrichting Marienfelde, waarvoor het terrein reeds in het bezit is van de Berliner Entwässerungswerke en waardoor de capaciteit zal worden verdubbeld (in totaal dan 250.000 m<sup>3</sup> d.w.a. per dag) zal West-Berlijn geheel onafhankelijk worden van de zuiveringsfaciliteiten in de DDR. In dit verband verdient vermelding, dat het in de bedoeling ligt het mogelijk te maken ook na deze uitbreiding gezuiverd effluent van Marienfelde naar de zuidelijk gelegen vloeivelden Osdorf en Grosz Beeren af te voeren. Men heeft dan een grote vrijheid van handelen om gezuiverd rioolwater naar deze velden te leiden naarmate de culturen daar behoefte aan hebben. Ook het bevoeiingsareaal Karolinenhöhe zal binnen-

kort verdwijnen. De taak zal dan overgenomen worden door Ruhleben. Deze wijze van zuiveren met een uitermate primitieve voorreiniging kan in een zich steeds uitbreidende stad als West-Berlijn niet gehandhaafd worden. Bovendien doet zich in die omgeving in sterke mate de behoefte voor aan terrein voor woningbouw.

Ook de voor Ruhleben en Marienfelde bijzondere zorg eisende vraag, die door de ligging van West-Berlijn als enclave in een buurland, dat er bepaald niet op uit is de gang van zaken in West-Berlijn te vergemakkelijken, wordt geaccentueerd, namelijk 'waarheen met het slijk?' heeft bereids een bevredigende beantwoording gevonden door de verbranding na thermische behandeling en filtratie.

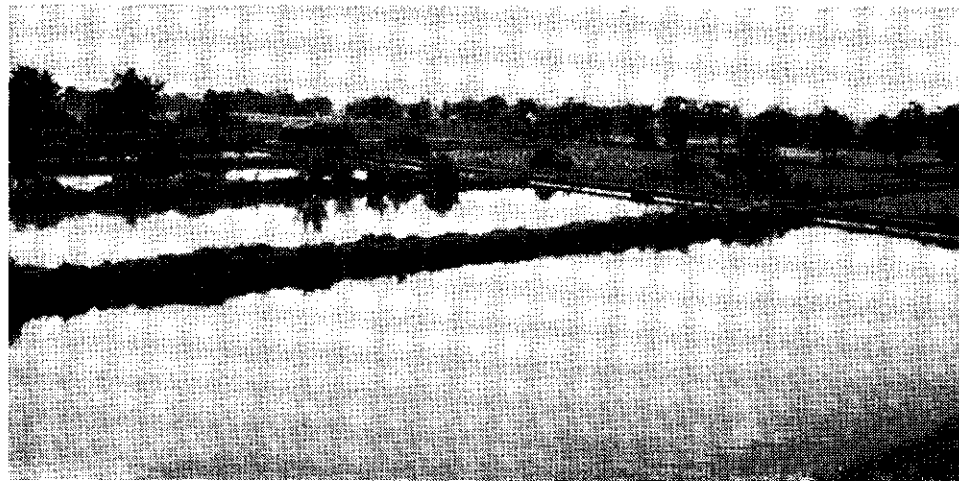
Evenmin zijn de moeilijkheden, die verbonden zijn aan het omschakelen van het rioleringsnet als gevolg van de wijzigingen van de locatie der eindpunten van dit net, noch van het transport van het kunstmatig biologisch gezuiverde rioolwater naar het ontvangende water, onoverkomelijk, zij het dat dit allermintst mag worden onderschat. Hierbij is o.m. van belang, dat een belangrijk deel van West-Berlijn volgens het gescheiden stelsel is gerioleerd en wel ca. 75 % van het bebouwde oppervlak. 25 % wordt derhalve volgens het gecombineerde stelsel ontwaterd, hetgeen verklaart, dat de op de zuiveringsinstallaties te behandelen r.w.a. in mindere mate dan normaal de d.w.a. overtreft. Het gecombineerde stelsel is voorts voorzien (in 1972) van een vijftal ondergrondse regenwaterbassins. Deze zijn zodanig bemeten, dat daarin ca. 70 % van de bezinkbare stoffen wordt teruggehouden bij een toevoer van de vier-voudige gemiddelde d.w.a. en een verblijftijd van rond 20 minuten. Medio 1972 beschikten de Berliner Entwässerungswerke o.m. over 4695 km riolering,

407 km persleiding en 58 rioolgemalen. Alweer als gevolg van de ligging van West-Berlijn als enclave wordt een deel van de pompen elektrisch, een ander deel door dieselmotoren aangedreven. Uiteraard zal bij voorkeur in de speruren de benodigde energie voor het verpompen van het rioolwater door de dieselaggregaten worden opgewekt. Deze aggregaten zijn evenwel vooral opgesteld om het mogelijk te maken dat wanneer door storingen in de brandstoftoevoer naar de centrales van West-Berlijn de elektriciteitsvoorziening tekort zou schieten, de dieselmotoren toch het rioolwater en het regenwater kunnen verpompen. De Berliner Entwässerungswerke houden dan ook grote hoeveelheden dieselolie in voorraad.

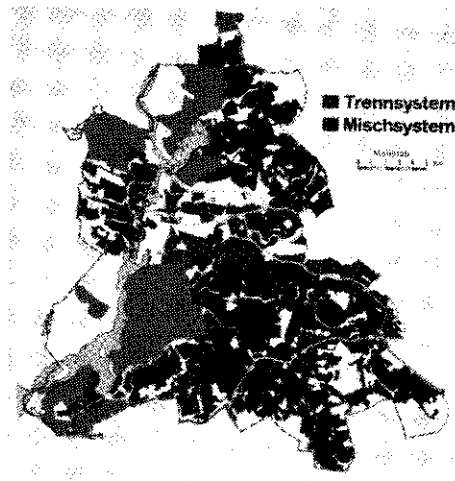
De wens tot personeelsbesparing heeft geleid tot een zo volledig mogelijke automatisering van een groot aantal ondergemalen. Als einddoel van dit streven staat voor ogen dat van de reeds genoemde 58 pompstations slechts 9 hoofdgemalen bemand zullen worden. Afb. 3 geeft weer de machinehal van één van belangrijkste hoofdgemalen, namelijk het gemaal Charlottenburg.

Uit afb. 4 blijkt, dat de jaarlijkse investeringen van de Berliner Entwässerungswerke vanaf 1963 sterker zijn gestegen dan in de voorafgaande jaren. Dit vindt ongetwijfeld zijn oorzaak in de in 1962 begonnen werkzaamheden voor de bouw van de installatie Ruhleben en de daarmee verband houdende wijzigingen van het riolennet. In de periode 1950 - 1966 werd ruwweg 600 mio DM geïnvesteerd, doch in de periode 1967 - 1971 ruim 500 DM, terwijl dit bedrag voor de jaren 1972 - 1976 op ca. 630 mio DM wordt geschat. Sedert 1962 hebben de afdelingen riolering c.a. en rioolwaterzuivering en de afdeling drinkwatervoorziening van West-Berlijn een gemeenschappelijke hoofddirectie.

Afb. 1 - Gegraven bezinkbassins van de vloeivelden Karolinenhöhe. Op de achtergrond slijkdroogbedden.



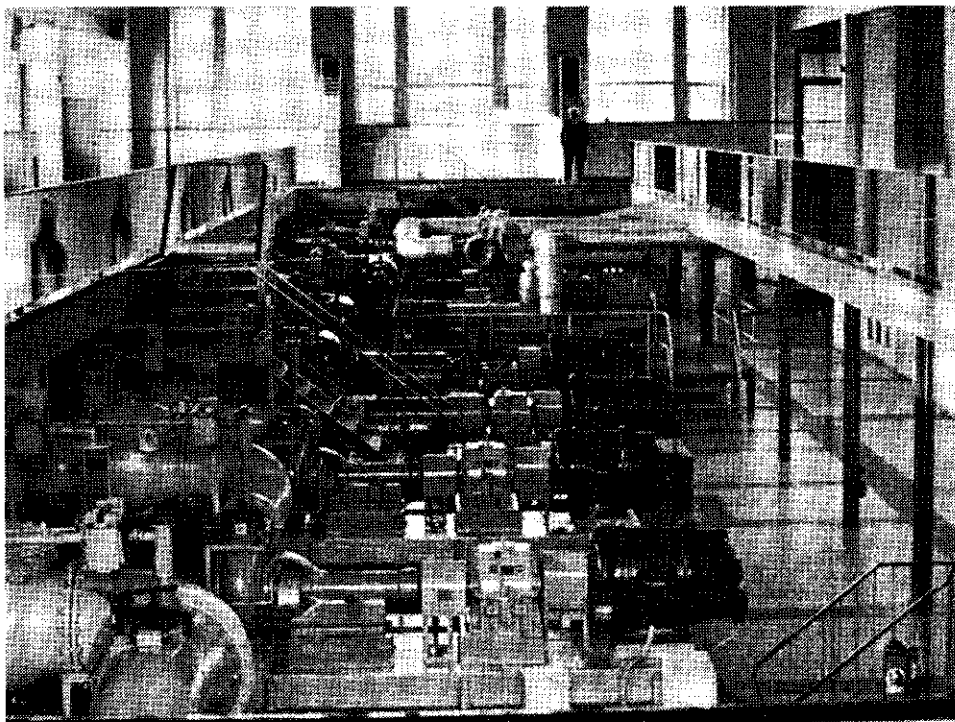
Afb. 2 - De gerioleerde oppervlakte van West-Berlijn.



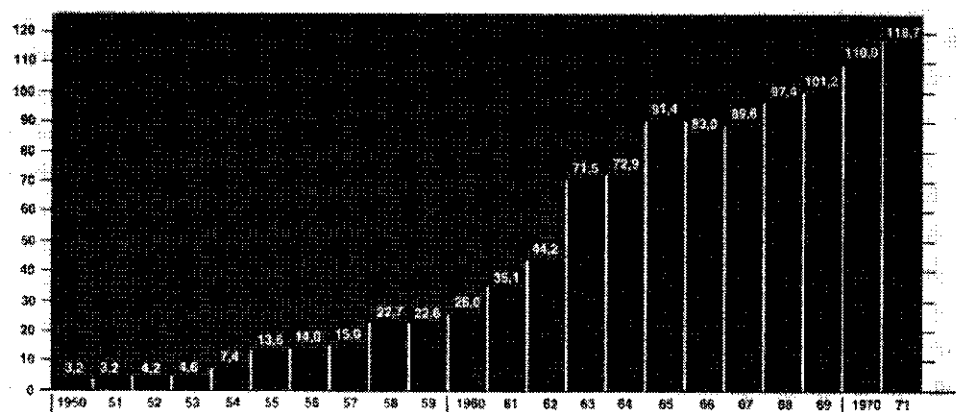
Beide afdelingen zijn en blijven echter in hun organisatie en hun activiteiten volledig van elkaar gescheiden en hebben hun zelfstandigheid behouden. Op 1 januari vond omdoping plaats tot Berliner Entwässerungswerke, waarbij tevens de organisatievorm en de financiële opzet zijn gewijzigd. In tegenstelling tot de drinkwaterleiding en het gasbedrijf mogen de Berliner Entwässerungswerke geen winst maken. Zelfs de rente van de geïnvesteerde bedragen mag niet in de tarieven worden betrokken. Deze komen geheel ten laste van het Land Berlijn.

Toen de vergunning tot lozing van het effluent van de installatie Marienfelde aan de orde kwam, werden door de waterbeheerder, mede op grond van adviezen van het Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene van het Bundesgesundheitsamt (Wabolu) de Berliner Entwässerungswerke zwaar aan de tand gevoeld. Terwijl aan het effluent van Ruhleben voor de eerste bouw fase (75.000 m<sup>3</sup>/d d.w.a.) in 1956 in hoofdzaak de vrij algemeen geldende eis van gemiddeld 20 mg BZV/l werd gesteld, werden de lozingsvoorwaarden voor Marienfelde sterk verzwaard. Zo werd o.a. verlangd een maximale BZV van 10 mg/l, terwijl de dagelijkse stikstofvracht van het effluent maximaal 3800 kg zou mogen bedragen.

Terwijl aan eerstgenoemde eis nog wel zou kunnen worden voldaan, zij het dat daarmee belangrijk hogere uitgaven gemoeid zouden zijn dan met de oorspronkelijk aan Ruhleben gestelde voorwaarde, bestond althans destijds onvoldoende ervaring over de meest efficiënte wijze van stikstofverwijdering uit gemeentelijk rioolwater. Het verdwijnen van stikstofverbindingen uit rioolwater kan twee oorzaken hebben. Deze kunnen in een zuiveringsinstallatie achtereenvolgens optreden. In de eerste plaats zal een deel van deze verbindingen worden omgezet in bacteriesubstantie; dus een assimilatieproces. Aërobe biologische zuivering gaat steeds gepaard met bacteriegroei, die in de vorm van humus bij de oxydatiebed methode of als surplus slib bij het belucht slib proces zich openbaart. Volgens de literatuur zou uit proeven op laboratoriumschaal blijken, dat betrokken op bezonken afvalwater deze verwijdering 25 tot 50 % kan bedragen. Ook het bezinkingsproces heeft een analoog effect, dat voor Ruhleben blijkens de ervaring als jaargemiddelde op 20% kan worden gesteld. Aangezien het rioolwater, dat te Ruhleben wordt gezuiverd, van vrijwel gelijke samenstelling is als dat te Marienfelde werd ervan uitgegaan, dat zowel door bezinking als door assimilatie te Marienfelde dezelfde



Afb. 3 - Machinehal van het hoofdrioolgemaal Charlottenburg. Op de achtergrond de diesel-agregaten.



Afb. 4 - Investerings van de Berliner Entwässerungswerke in de periode 1950 tot en met 1971 in mio DM.

verwijderingspercentages zouden worden bereikt.

De hierboven vermelde voorwaarde inhoudende een beperking van de stikstofvracht van het effluent tot 3800 kg per dag komt voor Marienfelde overeen met een verwijdering van tenminste 50 % van de stikstof uit het ruwe rioolwater.

Uitgaande van bovengenoemde reductie door het bezinkingsproces betekent dit, dat in het daarop volgende biologische oxydatieproces rond 60 % van de in het bezonken water aanwezige stikstof moest worden geëlimineerd. Dit percentage bleek in Ruhleben bij lange na niet haalbaar; als jaargemiddelde bedroeg het niet meer dan 15,7 %, met als maandgemiddelde maximaal 27 en minimaal 10 %.

De Berliner Entwässerungswerke besloten daarom op technische schaal te experimenteren over de mogelijkheden van stikstofverwijdering door middel van denitrificatie, m.a.w. via het reductieproces van het nitraat, waarbij organische stof optreedt als waterstofdonor en de stikstof als zodanig, dus in gasvorm uit het systeem ontsnapt. Op grond van locale en financiële bezwaren werden de fysisch chemische methode en de behandeling in vijvers met algenculturen niet in beschouwing genomen. Men besloot derhalve de proeven op te zetten volgens de door *Bringmann* en de door *Wuhrmann* voorgestelde werkwijzen. Deze onderscheiden zich van elkaar als volgt.

Volgens *Bringmann* wordt het effluent van

de nabezinktank, dus het aëroob-biologisch gezuiverde rioolwater gemengd met voorbezonden rioolwater, dat de waterstofdonors als de normale verontreinigingen bevat.

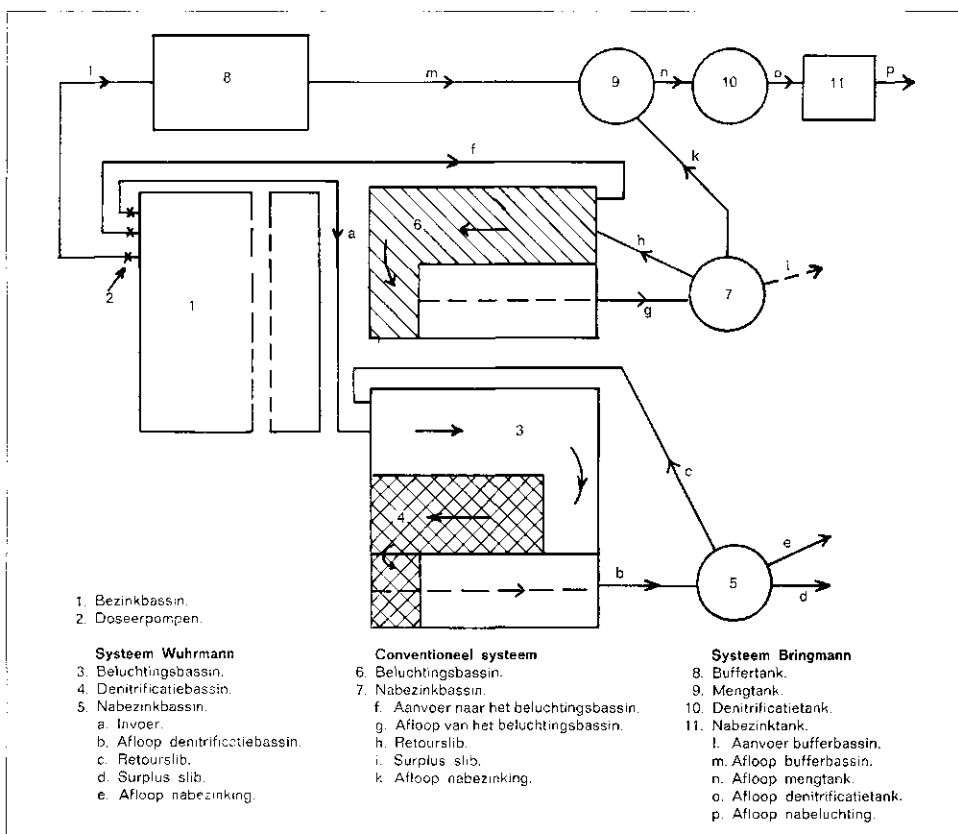
De volgende fase is de nitraatreductie in de denitrificatietank en tenslotte vindt een nabeluchting plaats in een afzonderlijk reservoir.

Wuhrmann benut het reducerend vermogen van belucht slib onder vrijwel anaëroobe omstandigheden (endogene ademhaling van de micro-organismen). Nadat het aëroobe zuiveringsproces in de eigenlijke aëratietank is beëindigd, wordt het water-slibmengsel een bepaalde tijd aan zichzelf overgelaten, waarbij om bodemafzettingen te voorkomen zeer langzaam wordt geroerd.

Voor beide werkwijzen werd een conventionele beluchtingstank met luchtdoorblazing voorgeschakeld, terwijl ten slotte nog een proefinstallatie werd bedreven waarbij het slibwater mengsel in een kringloop werd rondgevoerd met een beluchting door een mammothrotor. De verblijftijd in het circuit bedroeg gemiddeld 5,5 uur, evenals in de eerstgenoemde 'conventionele' proef-tanks. De tank met de rotorbeluchting was dus bepaald geen oxydatiesloot; men wilde met deze tank tevens ervaring opdoen met de rotorbeluchting in verband met de mogelijkheid van toepassing van deze werkwijze in de installatie Marienfelde.

Afb. 5 geeft een schema van de opstelling van de proefinstallaties volgens Bringmann en volgens Wuhrmann. Daarbij wordt dan onder conventionele installatie verstaan de beluchtingstank van de opstelling volgens Bringmann.

Het effluent van deze conventionele inrichting wordt geleid naar een mengtank. Daarin wordt aan twee delen effluent één deel voorbezonden rioolwater als waterstof-donor toegevoegd. Dit mengsel wordt aan zichzelf overgelaten in de denitrificatietank en wel gedurende 20 minuten. Tenslotte ondergaat het gedenitrificeerde water een nabeluchting in een afzonderlijk bassin. Het denitrificatiebassin volgens Wuhrmann, waarin het slibwatermengsel onder zuurstofarme condities wordt gebracht, is onmiddellijk achter het beluchtingsbassin geschakeld. De inhoud bedroeg ca. 65 % van die van de aëratietank. Via een nabezinktank met de gebruikelijke voorzieningen voor retour slib en surplus werd het genitrificeerde water geloosd. Slechts de proefinstallatie volgens Wuhrmann en de zgn. conventionele installatie konden zonder onderbreking vanaf mei 1965 tot december 1966 en het circuit met de rotor vanaf april tot september 1966 worden bedreven. Het Bringmann-systeem daarentegen kon wegens wijzigingen slechts van juli tot augustus 1965 en van maart tot november 1966 in bedrijf worden gehouden.



Afb. 5 - Schema van de opstelling van de proefinstallaties voor de stikstofeliminatie.

De resultaten van deze proeven kunnen als volgt worden samengevat.

1. Vooral in het slib van de rotor-installatie en in dat volgens Wuhrmann werden vrij veel draadbacteriën aangetroffen, die als sphaerotilussoorten werden geïdentificeerd. Zoals bekend beïnvloeden deze micro-organismen de slibindex en dus ook de bezinkeigenschappen ongunstig. Hierdoor werden ook zowel aan de hoeveelheden toegevoerd rioolwater als aan het droge stofgehalte van het slibwater-mengsel grenzen gesteld.

2. De protozoënfauuna was in alle systemen, met uitzondering van de afwezigheid van ciliaten in de rotorinrichting, vrijwel dezelfde. Men vond in hoofdzaak de volgende soorten: flagellaten, amoeben en ciliaten.

3. Nitrificatie is onafhankelijk van het zuurstofgehalte van het slibwatermengsel in de range van 2 tot 6 mg O<sub>2</sub>/l, doch zelfs beneden een zuurstofgehalte van 1 mg/l schijnt nitrificatie nog tot de mogelijkheden te behoren.

4. Wel zijn van belang de temperatuur en de slibbelasting. Beneden 15 °C en boven een slibbelasting van 0,2 g BZV/dag: g slib als droge stof, werd geen of onvolledige nitrificatie geconstateerd.

5. Volledige nitrificatie werd waargenomen bij 20 °C en hoger en een slibbelasting van 0,33. Deze afhankelijkheid van de nitrificatie van temperatuur en slibbelasting, welke weer verband houdt met de bereikte graad van zuivering, was evenwel in beginsel reeds lang bekend. Dit verband werd vroeger wel tot uitdrukking gebracht wat de slibbelasting betreft door te stellen, dat nitrificatie eerst begon nadat de organische koolstof geheel of gedeeltelijk was weggeoxydeerd.

6. Zoals te verwachten was bleek de stikstofeliminatie sterk afhankelijk te zijn van het zuurstofgehalte in de aëratietank. Deze steeg naarmate de zuurstofconcentratie kleiner was. Dit kwam vooral tot uiting in de Wuhrmann-installatie.

7. De gemiddelde eliminatiepercentages van de verschillende onderzochte systemen met de minimum- en maximumstandaard deviatie zijn opgenomen in tabel I. Deze resultaten zijn zeer instructief en in zeker opzicht zelfs merkwaardig. In de eerste plaats is duidelijk, dat het effect van de Bringmann-installatie significant ten achter blijft bij dat van de overige inrichtingen. Bovendien moet als nadeel van het systeem Bringmann worden vermeld, dat het BZV van het uiteindelijke effluent (= afloop beluchtingstank) door de

Systeem	Geëlimineerde stikstof in %	Standaard-deviatie in %		Aantal proefperiodes (N)
		minimaal	maximaal	
Wuhrmann	40,8	± 9,0	± 13,9	14
Conventionele installatie	28,6	± 11,3	± 16,4	14
Rotor installatie	39,6	± 8	± 15	7
Bringmann a.	12,7	—	—	6
b.	19,5	—	—	

(a = betrokken op effluent van de conventionele installatie)

(b = betrokken op effluent van de mengtank)

ongunstige mengverhouding tussen bezonken afvalwater en biologisch gezuiverd effluent (1 : 2) in onaanvaardbare mate is opgelopen. Terwijl deze waarde bij de conventionele inrichting gemiddeld rond 9 mg/l bedroeg, was het gemiddelde BZV van het effluent van de nabeluchting gestegen tot gemiddeld rond 45 mg/l. Reeds hierdoor moet het systeem Bringmann worden verworpen.

De conventionele installatie geeft wel een beter resultaat wat de stikstofeliminatie betreft dan werd verkregen op grote schaal door de biologische afdeling van de zuiveringsinrichting Ruhleben, doch blijft bepaald achter bij hetgeen in de installatie Wuhrmann en door de rotorinstallatie werd bereikt. Tussen de effecten van beide laatstgenoemde systemen kan nauwelijks enig verschil worden waargenomen. In beide gevallen werd bijna het maximum, dat in de literatuur wordt aangegeven, benaderd. Volledigheidshalve moge hieraan worden toegevoegd, dat door *Pasveer* een veel hoger eliminatiepercentage werd geconstateerd in een oxydatiesloot van een psychiatrische inrichting en wel 90 %. Wel moest de bedrijfsvoering van de sloot worden gewijzigd en wel in een volledig discontinue werkwijze, zowel wat de voeding als de beluchting betreft. Deze mogelijkheid wordt thans nader onderzocht, waarbij de oorspronkelijke constructie van het beluchtingscircuit wel ingrijpend moet worden veranderd, vooral om een continue aanvoer te kunnen bereiken. Deze werkwijze zou dan tevens van gunstige invloed zijn op de verlaging van de slibindex.

Men heeft in Berlijn getracht het aandeel van de incarnatie en dat van de echte denitrificatie vast te stellen. Ofschoon de gegevens, die hierover ter beschikking staan weinig talrijk zijn en derhalve met betrekking tot de nauwkeurigheid van de verkregen cijfers het nodige voorbehoud wordt gemaakt, wordt medegedeeld, dat in de proefinstallatie volgens Wuhrmann meer dan 50 % van de stikstofverwijdering door echte denitrificatie werd teweeggebracht, terwijl dat percentage in de rotorinrichting slechts 30 bedragen zou hebben. Al met al waren de resultaten van de experimenten op Ruhleben teleurstellend.

Zij gaven weinig of geen uitzicht op de mogelijkheid tot verlaging van de stikstofvracht in de mate, die door de waterbeheerder werd verlangd.

De oplossing van dit probleem is van een geheel andere kant gekomen. Er was namelijk inmiddels twijfel gerezen over de doelmatigheid van de stikstofverwijdering uit effluënten van zuiveringsinstallaties als een afdoend middel ter bestrijding van eutrofiëringsverschijnselen. Reeds sedert vele jaren is geweest op de aanvoer zowel van stikstof als van fosforverbindingen naar de oppervlaktewateren door natuurlijk van de landerijen afvloeiend water. Ook de geconstateerde aanwezigheid van blauwalgen, die luchtstikstof kunnen binden in de wateren in en om Berlijn, droeg bij tot de kritiek op t.a.v. de stikstofvracht gestelde voorwaarde.

De beslissing kwam tenslotte voornamelijk door een door *Liebmann* terzake uitgebracht advies. Daarin werd in de eerste plaats gesteld, dat niet stikstof, doch fosfor de maatgevende factor is met betrekking tot de eutrofiëring van het oppervlaktewater in Berlijn. Voorts gaf *Liebmann* als alternatieven afvoer naar de Spree na verwijdering van de fosforverbindingen uit het effluent in een derde reinigingstrap dan wel lozing op het Teltowkanaal. Een terugvoer van het effluent van Ruhleben naar de bestaande vloeivelden noord-oost van Oost-Berlijn of lozing op het Havelkanaal noord-westelijk van Spandau waren niet realiseerbaar.

De Berliner Entwässerungswerke hebben uiteindelijk gekozen voor de lozing op het Teltowkanaal. Ook Marienfelde zal zijn effluent naar het Teltowkanaal brengen en wel door een persleiding lang 6,6 km, waarvan de aanlegkosten 10,8 mio DM bedragen. Dit zelfde lot is het gezuiverde water van Ruhleben beschoren. Daartoe is nodig een persleiding met een diameter van 1,60 m over een afstand van 16 km.

De kosten van dit transport zijn aanzienlijk, doch schijnen een volledige compensatie te vinden in de verlaging van de bouw- en bedrijfskosten van de zuiveringsinstallaties als gevolg van de verlaging van de aan het effluent gestelde eisen. Deze eisen luiden thans als volgt.

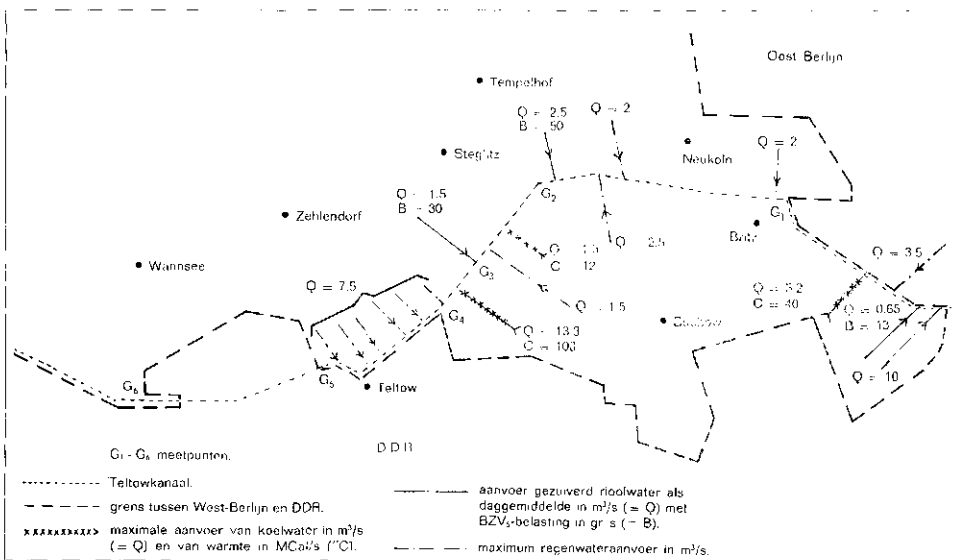
1. BZV<sub>5</sub> als maandgemiddelde maximaal 20 mg/l.
2. Bezinkbare stoffen na 2 uur bezinken maximaal 0,3 ml/l.
3. Totale onopgeloste (affiltreerbare) stoffen als droge stof, maximaal 30 mg/l.
4. pH-waarde tussen 6,5 en 8.

Op papier zijn de Berliner Entwässerungswerke nu wel is waar de grootste moeilijkheden te boven gekomen, doch de vraag mag gesteld worden hoe na inbedrijfstelling van alle bovenbeschreven werken het Teltowkanaal er uit zal gaan zien.

Dit kanaal is een scheepvaartverbinding tussen een zijtak van de Spree in Oost-Berlijn en de Havel aan de zuid-west punt van West-Berlijn nabij de grens met de DDR. Na ca. 3 km vanaf het beginpunt bereikt het kanaal de grens tussen West- en Oost-Berlijn en volgt dan over een lengte van ca. 6 km deze grens tot aan het zgn. Britzer Kanalkreuz. Vanaf dit punt tot aan het punt waar het voor de tweede maal West-Berlijn verlaat, bedraagt de lengte rond 25 km. Het debiet van deze watergang varieert van 4 tot 30 m<sup>3</sup> per seconde.

Als ontvangend water van het effluent van twee grote zuiveringsinstallaties met een gemiddeld BZV van 20 ml/l op Westberlijns gebied is deze watergang dan ook allermindst ideaal te noemen. Dit is minder, omdat het kanaal bij aankomst te West-Berlijn zeker niet van vreemde smetten vrij is. Bovenstreams van het Britzer Kanalkreuz hebben daarop reeds enige bedrijven in Oost-Berlijn geloofd, terwijl ook het effluent van de zuiveringsinstallatie Wassmansdorf ten bedrage van 65.000 m<sup>3</sup>/dag d.w.a. en dat van de vloeivelden in die omgeving op Oost-Berlijns terrein daarop is afgevoerd. De totale d.w.a. van Ruhleben en Marienfelde bedraagt gemiddeld 325.000 m<sup>3</sup>/dag of 3,75 m<sup>3</sup>/s. Deze hoeveelheid zal in de toekomst nog met rond 2 m<sup>3</sup>/s toenemen. Zij overtreft de minimumafvoer van het kanaal.

Aangezien West-Berlijn voor een groot gedeelte volgens het gescheiden stelsel is gerioleerd, worden aan het Teltowkanaal af en toe grote hoeveelheden regenwater toegevoerd, een toevoer, die allermindst bijdraagt tot verbetering van de kwaliteit van het kanaalwater. Tenslotte mag in dit verband niet onvermeld blijven, dat voor een drietal elektrische centrales het Teltowkanaal dient voor de afvoer van koelwater. Het totale geïnstalleerd vermogen (g.v.) van deze centrales bedraagt 675 MW. Bij vollast, die uiteraard alleen in de winter optreedt en die 80 % van het g.v. bedraagt, is de totale hoeveelheid koelwater van deze centrales rond 20 m<sup>3</sup>/s met een extra warmtehoeveelheid van 160 MCal/s.



Afb. 6 - Overzicht van het Teltowkanaal en de lozingspunten vanaf de grens tussen Oost- en West-Berlijn tot aan de grens met de DDR.

Het zomerdaggemiddelde ligt belangrijk lager, namelijk op 45 % van het g.v. Bovengenoemde hoeveelheden koelwater en warmte worden resp. 12 m<sup>3</sup>/s en 90 MCal/s. De beschikbare gegevens zijn onvoldoende om ook maar een globale analyse van dit zorgwekkende probleem te maken. Vast staat echter, dat het een zorgwekkend probleem is en dat alleen reeds ten behoeve van het voorkomen van een te hoog oplopende temperatuur van het ingevoerde koelwater ingrijpende voorzieningen zullen moeten worden getroffen. Naarmate de begintemperatuur van het koelwater stijgt, daalt het rendement van de stroomopwekking. Daarnaast zal het ontstaan van temperatuurverhoging van het toch al zwaar met zuurstofverbruikende stoffen belaste

kanaalwater moeten worden afgeremd om anaërobie van dit ontvangende water tegen te gaan. Afb. 6 geeft een overzicht van de loop van het Teltowkanaal, van de wateraanvoer en van de ligging van de hierna te bespreken meetstations. Blijkbaar ziet men in West-Berlijn de bui al hangen, aangezien in samenwerking met de Berliner Kraft und Licht AG (BEWAG) en de Berliner Entwässerungswerke (BE) door het land Berlijn een zestal automatische meetstations aan het Teltowkanaal zijn geïnstalleerd. Afb. 7 geeft een dergelijk station weer.

Gemeten wordt:

- a. pH-waarde met een meetbereik van 2 - 12;

- b. het zuurstofgehalte met een meetbereik van 0 - 20 mg/l;
- c. de geleidbaarheid met een meetbereik van 0 - 1200 S/cm;
- d. de temperatuur met een meetbereik van 0 - 60 °C.

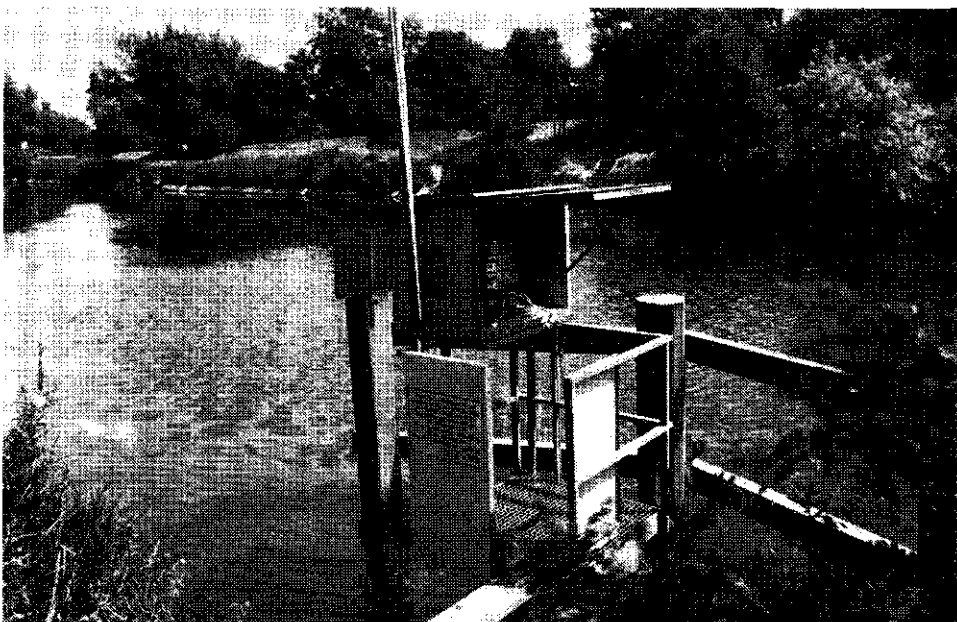
De totale aanlegkosten van dit meetsysteem hebben bedragen 250.000 DM, gelijkelijk verdeeld over het bouwkundig gedeelte en de apparatuur. Hiervan is door Berlijn de helft en het overige door BEWAG en BE in de verhouding 1 : 1 opgebracht. De kosten van het beheer, dat o.m. omvat een wekelijkse ijking van de apparaten, bedragen 140.000 DM per jaar. De verdeelsleutel voor dit bedrag is in analoge volgorde 4 : 3 : 3. De gehele exploitatie is opgedragen aan Wabolu.

De totale situatie is een interessant object van onderzoek en met belangstelling dient de toekomstige gang van zaken te worden afgewacht.

**Literatuur**

Hünerberg, K. en Sarfert, F. *Versuche zur Stickstoffelimination aus dem Berliner Abwasser*, GWF, 1967, H. 34 p. 966 en H. 42 p. 97; (zie ook de literatuuropgave achter laatstgenoemd artikel).  
 Pasveer, A. *Verdere ontwikkeling. Het oxidantropocess*, H<sub>2</sub>O, 1971, p. 499.  
 Wemelsfelder, P. J. *Wordt warmtelozing door centrales in de toekomst een probleem?* De Ingenieur, 1968, B 179.  
 Baars, J. K. *Biochemische effecten van het lozen van koelwater op openbare wateren*, De Ingenieur 1968 G. 85.  
 Verwey, J. *Het milieu en de koelwatertemperaturen van elektrische centrales*, 1973, reeks 'Natuur en Milieu' nr. 2.  
 Leschber, R. en Schumann, H. *Automatische Gewässergütemessung am Teltowkanal in Berlin*, uitg. van het Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene (Wabolu) des Bundesgesundheitsamtes, 1973.

Afb. 7 - Meetstation aan het Teltowkanaal.



Afb. 8 - Detail meetblok.

