

Milieuhygiëne in het Emschergenossenschaft

Op 17 mei 1968 reisden 80 NVA-leden naar het hart van het Duitse industriegebied om kennis te maken met het Emschergenossenschaft. Na het aanhoren van een uitvoerige uiteenzetting over doel en werkwijze van deze instelling werden enkele zuiveringsinstallaties bezichtigd.

Ontwateringsmaatregelen

In het geheel verstedelijkte Emschergebied, dat op het ogenblik 2,8 miljoen inwoners telt, waren reeds voor de eerste wereldoorlog waterbeheersingswerken noodzakelijk. De vele door mijnbouwactiviteiten veroorzaakte bodemverzakkingen hadden overstromingen van de Emscher tot gevolg. De daardoor ontstane poelen stroomden vol met huishoudelijk en industrieel afvalwater en vormden een bron van besmettelijke ziekten en stankhinder.

Ook de afwatering op de Rijn werd door de bodemdalingen bemoeilijkt. Om te voorkomen dat het gehele gebied bemalen moest worden, is de bedding van de Emscher herhaaldelijk in noordelijke richting verlegd. Momenteel bestaat een stelsel van open waterlopen met een totale lengte van 370 km. Vele daarvan zijn met beton bekleed en, om de gevolgen van toekomstige bodemverzakkingen te ondervangen, van dijken voorzien. Een aantal secundaire waterlopen wordt op de Emscher uitgemaalend, zodat in wezen van een polderlandschap kan worden gesproken.

Men heeft de voorkeur aan een stelsel van open waterlopen gegeven boven gesloten rioleringen. Enerzijds is dat gedaan omdat een riolenstelsel bij verzakkingen moeilijker is te repareren dan open waterlopen, anderzijds omdat stinkende en schadelijke gassen zich in de gesloten riolen zouden ophopen en in de nabijheid van openingen in geconcentreerde vorm gevaar zouden opleveren voor de volksgezondheid.

Zuiveringsmaatregelen

Naast de ontwatering is ook de zuivering van afvalwater ter hand genomen. In een gemiddelde afvoersituatie bevat de Emscher 60 % afvalwater en bij lage natuurlijke afvoer zelfs 90 %. Het afvalwater is afkomstig van huishoudingen en van veelal met de mijnbouw samenhangende industrieën. Het gehalte aan bezinkbare stoffen, vooral bestaande uit klei- en steenkooldeeltjes, is relatief hoog.

Mechanische zuivering

Aanvankelijk werd een mechanische zuivering van het Emscherwater vol-

doende geacht. Het zelfreinigend vermogen van de Rijn was groot genoeg om de niet-bezinkbare zuurstofonttrekende bestanddelen te elimineren. In 1927 werd bij Bottrop de Emscherflusskläranlage gebouwd, uitsluitend bestaande uit mechanische inrichtingen. In 1963 vond een uitbreiding plaats met filterpersen, welke per jaar 200.000 ton droge stof kunnen verwerken. De calorische waarde van het eindproduct is zodanig, dat het na droging gebruikt kan worden als brandstof voor energieopwekking in de electriciteitscentrale Karnap.

Fenolverwijdering

Na het tot stand komen van de mechanische zuivering ontstond de behoefte het fenolgehalte van het Emscherwater te verlagen. Dit is gedaan door het installeren van 18 ontfenolingsinstallaties op plaatsen waar fenol werd geloosd. Het fenolgehalte in het Emscherwater is daardoor met 65 % afgenomen en gedaald tot het niveau van vóór de eerste wereldoorlog.

Biologische zuivering

Ondanks de genoemde zuiveringsmaatregelen werden toenemende hoeveelheden afvalstoffen naar de Rijn afgevoerd. De toename was een gevolg van de uitbreiding van bevolking en industrie in het Emschergebied zelf, maar ook van de elders steeds groter wordende lozingen van afvalstoffen. Mede met het oog op de Nederlandse belangen bij een

goede waterkwaliteit werd besloten tot een volledige biologische zuivering over te gaan. De eerste stap in die richting was de bouw van de Kläranlage Duisburg-Kleine Emscher, welke 200.000 inwoner ekwivalenten zuivert. Om het water van de Emscher zelf te zuiveren wordt momenteel de bouw van de Kläranlage Emschermündung voorbereid. Met de bouw van de voorbezinking is zelfs al begonnen. Alvorens deze gigantische installatie te ontwerpen, zijn vanwege de bijzondere samenstelling van het Emscherwater uitgebreide onderzoeken op praktijkschaal verricht.

Onderzoek in proefinstallatie op praktijkschaal

De mate waarin afvalwater is gezuiverd wordt doorgaans uitgedrukt in grootheden als BOD, COD en de hoeveelheid zwevende stoffen. In de Emscherproefinstallatie moest echter ook aandacht worden besteed aan de afbraak van fenol, de vermindering van stank en de helderheid van het effluent.

De onderzoeken werden gestart met een vergelijking tussen de zuiverende werking van oxydatiebedden en actief-slibinstallaties. Het bleek dat de ruimtebelasting bij het actief-slibproces vijf keer zo hoog kon zijn als bij oxydatiebedden. Het verdere onderzoek werd daarom volledig geconcentreerd op het actief-slibproces. Hoewel volgens gebruikelijke maatstaven goede zuiveringsresultaten werden bereikt, bleven de resultaten betreffende stankvermindering

Fig. 1 - De Emscher is een open riool met afvoeren van 10 - 30 m³/sec. De BOD₅ van het water bedraagt 140 mg/l.



en helderheid van het effluent bepaald teleurstellend. Dit is toegeschreven aan het feit, dat de adsorptiecapaciteit van het actief-slib grotendeels verzadigd werd door de vele klei- en steenkooldeeltjes. Juist de stankverspreidende stoffen en de deeltjes, welke troebeling veroorzaken, zouden daardoor onvoldoende worden geadsorbeerd.

Onderzoek betreffende de voorbezinking

De geringe helderheid van het effluent bleek samen te hangen met het feit, dat het influent met centrifugaalpomp in de bezinktank werd gepompt. Vooral kleine centrifugaalpomp verstoorden de flocculatie welke reeds tijdens het stromen in de Emscher was bereikt. Onverpompt water vertoonde na 15 minuten een betere bezinking dan verpompt water na 75 minuten bezinktijd. Op laboratoriumschaal werd gevonden, dat het veroorzaken van enige turbulentie in het influent de flocculatie bevorderde, maar op praktijkschaal waren de resultaten minder positief. Bovendien werden de constructies zo ingewikkeld en de kosten zo hoog, dat werd besloten het influent niet te verpompen en de bezinking op het niveau van de Emscher te laten plaatsvinden. Na de voorbezinking kon het water zonder bezwaar worden opgevoerd naar de gewenste hoogte.

De toevoer naar de voorbezinktank werd zodanig gemaakt, dat de hoeveelheid influent steeds in een vaste verhouding stond met het Emscherdebiet. Bij een oppervlaktebelasting van 1 m/h in de gemiddelde aanvoersituatie werd het gestelde doel van maximaal 100 mg/l zwevende stoffen ten alle tijde bereikt.

Onderzoek betreffende de beluchtingstanks

De grote variatie in samenstelling en concentratie van het Emscherwater, alsmede de invloed van de temperatuur op de flocculatie, bemoeilijkten het trekken van conclusies uit niet-gelijktijdig verlopen onderzoekingen. Daarom werden vijf modificaties van het actief-slibproces gelijktijdig in één set proefinstallaties op laboratoriumschaal onderzocht. Daarbij bleek dat de wijze waarop het water aan de beluchtingstanks werd toegevoerd weinig invloed had op de zuiveringsresultaten. Alleen met het oog op de afname van stank bleek een langwerpige tank met aanvoer aan de korte zijde de voorkeur te verdienen boven een vierkante tank met volledige menging of een langwerpige tank met trapsgewijze belasting. De beste zuiveringsresultaten werden verkregen bij een slibgehalte van 112-128 ml/l en een 1½ uur durende beluchting.

Onderzoek betreffende de beluchting

Voor een installatie als de Kläranlage Emschermündung met een aanvoer tot 30 m³/sec. en 2,5 miljoen inwoner-ekwi-

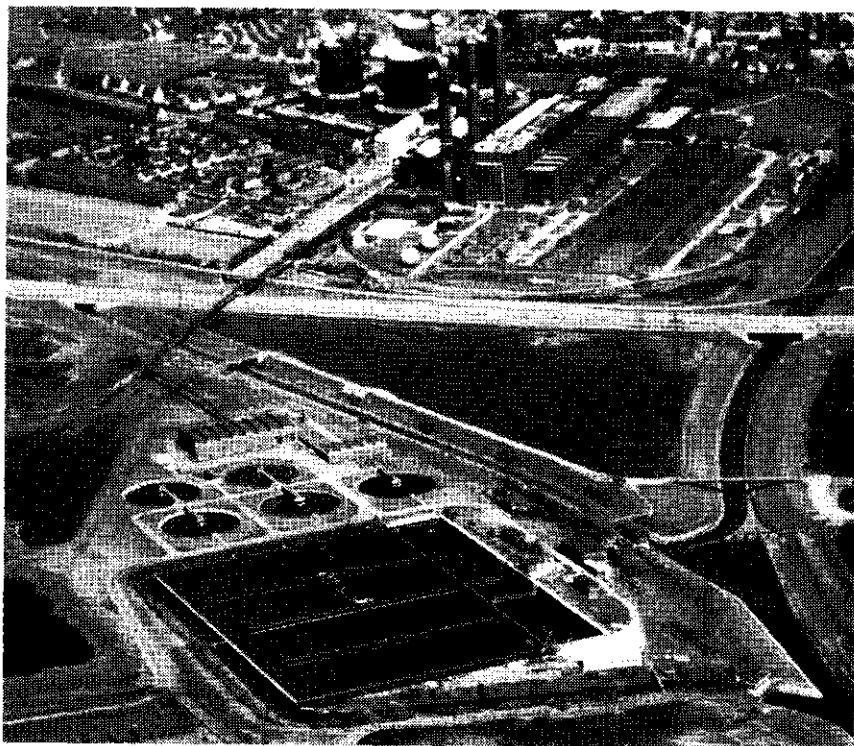
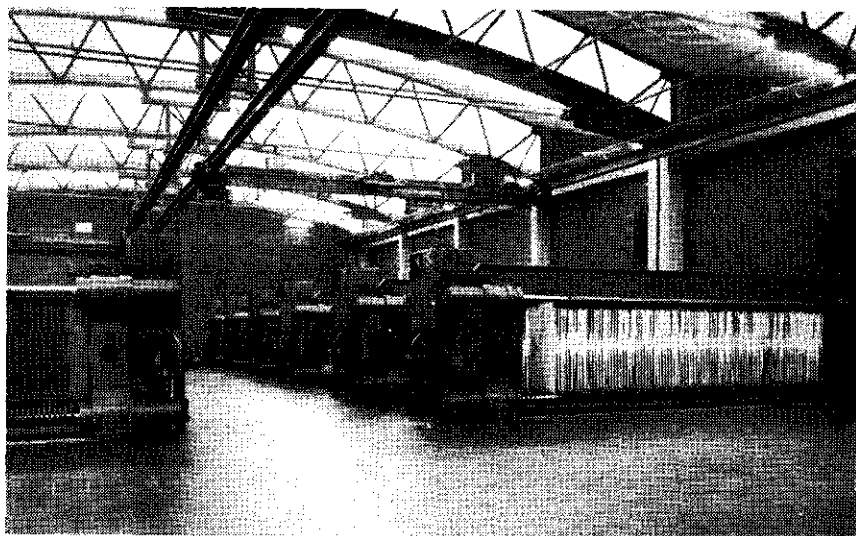


Fig. 2 - De Mechanische Emscherfluskläranlage bij Bottrop. Op de voorgrond rechthoekige bezinkbassins (200 x 160 m), daarachter ronde indiktanks. Bij het bedrijfsgebouw, waarin zich de filterpersen bevinden, begint de slibtransportband welke over de autoweg naar de elektriciteitscentrale Karnap voert. (Foto Emschergenossenschaft. Freigabe Nummer 19/39/3429).

Fig. 3 - De filterpersen van de Emscherfluskläranlage. Het watergehalte van het slib wordt hier gereduceerd van 75% tot 40%. Elke pers heeft 100 kamers met afmetingen van 150 x 150 x 3 cm. (Foto Emschergenossenschaft).



valenten is de keuze van de beluchtingsapparatuur uiterst belangrijk. Kleine verschillen in rendement betekenen grote verschillen in energiekosten.

Hoewel ook onderzoek is gedaan met persluchtbeluchting was snel duidelijk dat de keuze moest vallen op oppervlaktebeluchting. De belangrijkste reden daarvoor was het gevaar voor bodemverzakkingen die persluchtbeluchting kwetsbaar maken. Bovendien verstopten de filterporiën vrij snel door de vele

kleine deeltjes in het water. Overigens was het rendement van oppervlaktebeluchting en persluchtbeluchting met kleine bellen nagenoeg gelijk. Bij persluchtbeluchting was het effluent zelfs iets helderder.

Onderzoek betreffende de nabezinking

Teneinde een zo groot mogelijke helderheid van het effluent te verkrijgen werd getracht de flocculatie van het actief-slib te verbeteren door het installeren van

mechanische flocculatoren. Een positief effect werd bereikt door de flocculatoren in een aparte tank vóór de nabezinking op te stellen, maar een nog betere opstelling van de flocculatoren was bij de toevoerconstructie in de nabezinktank zelf. De veroorzaakte wervelingen konden zich dan langzaam door de tank verspreiden alvorens tot stilstand te komen.

Korte beschrijving van de zuiveringsinstallaties

De Kläranlage Duisburg-Kleine Emscher zuivert het water van enkele kleine waterlopen alvorens deze in de Rijn worden gepompt. Het water passeert achtereenvolgens een roosterinstallatie, een beluchte zandvang, twee parallel geschakelde voorbezink tanks, een beluchtingstank en twee eveneens parallel geschakelde nabezink tanks. Wanneer de aanvoer groter wordt dan $1\frac{1}{2}$ d.w.a., wordt één nabezinktank automatisch in gebruik genomen als voorbezinktank. De capaciteit van de biologische zuivering wordt daar weliswaar door verkleind, maar het voordeel is dat 3 d.w.a. tenminste mechanisch gezuiverd de installatie verlaat.

Enkele gegevens:

Capaciteit — 200.000 inwoner-ekwivalenten met een d.w.a. van $1,1 \text{ m}^3/\text{sec}$. Maximaal wordt 3 d.w.a. verwerkt. Het afvalwater is afkomstig uit een gebied van 28 km^2 .

Wateraanvoer — het water wordt 5 m opgevoerd door 2 vijzels van $0,9 \text{ m}^3/\text{sec}$. en 1 vijzel van $1,5 \text{ m}^3/\text{sec}$. Het rooster met een staafafstand van 2,5 cm wordt mechanisch geruimd en is via een gesloten t.v.-circuit voortdurend in het bedieningsgebouw zichtbaar.

Zandvang — 2 beluchte bassins van $3,7 \times 22,0 \text{ m}$.

Voorbezinking — 2 bassins, elk met een inhoud van 1000 m^3 en een verblijfstijd van 30 minuten bij 1 d.w.a.

Beluchtingstank — inhoud 6000 m^3 , verblijfstijd $1\frac{1}{2}$ uur bij 1 d.w.a., belasting $2 \text{ kg BOD}_5/\text{m}^3 \text{ dag}$, beluchting met perslucht (grote bellen, $40.000 \text{ Nm}^3/\text{uur}$).

Nabezinking — 2 ronde tanks, inhoud elk 5000 m^3 , verblijfstijd bij 1 d.w.a. $2\frac{1}{2}$ uur.

Slibbehandeling — per dag wordt 400 m^3 vers slib (18 ton droge stof) ingedikd in een tank van 800 m^3 en vergist in een verwarmde tank van 4000 m^3 inhoud, 15 dagen verblijfstijd en een belasting van $2,5 \text{ kg organische stof}/\text{m}^3 \text{ dag}$.

Slibberging — het uitgediste slib wordt naar een nabij gelegen bodemverzakking gepompt waar het de eerstkomende jaren kan blijven liggen. Wanneer de verzakking is opgevuld wordt het land weer in cultuur gebracht.

Personeel — 15 personeelsleden, waarvan 3 alleen overdag werken en de overigen in 3 ploegen van 4 man. Alle

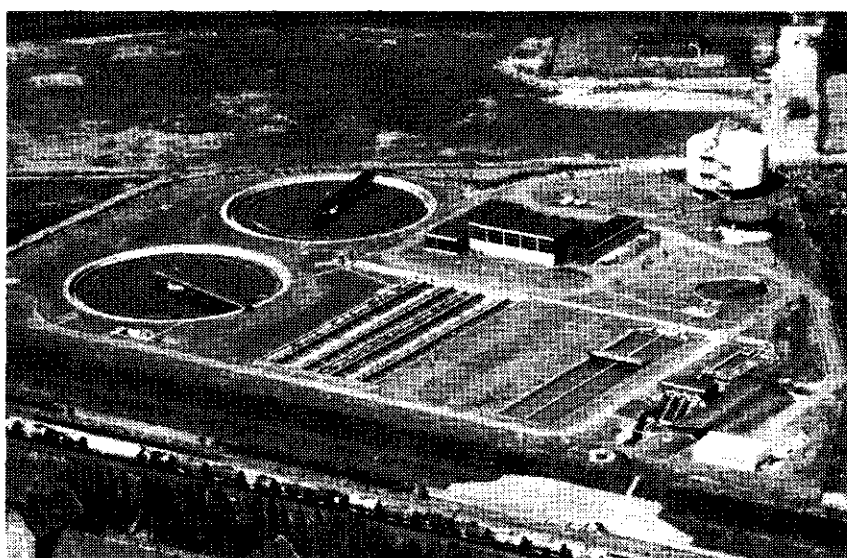
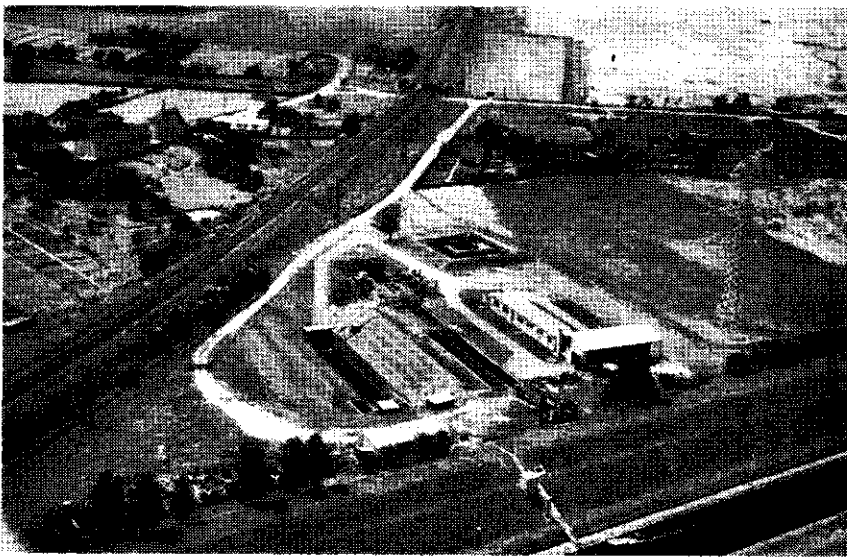


Fig. 4 - De installatie Duisburg-Kleine Emscher vanuit de lucht gezien (200.000 inwoner-ekwivalenten, $1,1 \text{ m}^3/\text{sec}$. d.w.a.). Rechtsomder is het aanvoergemaal met daarnaast rechthoekige voorbezink tanks. In het midden de beluchtingstanks met links daarvan 2 ronde nabezink tanks. Eén daarvan wordt als voorbezinking ingeschakeld zodra de aanvoer groter wordt dan $1\frac{1}{2}$ d.w.a. Na het maken van deze foto is er een tweede slibgistingstank bijgebouwd. (Foto Emschergenossenschaft, Freigabe Nummer 19/30/2702).

Fig. 5 - De Emscherproefinstallatie (het domein van dr. Kalbskopf) met op de voorgrond de Emscher. In deze installatie is het onderzoek verricht dat aan de dimensionering van de grote Kläranlage Emschermündung ten grondslag ligt. (Foto Emschergenossenschaft, Freigabe Nummer 03/28/5209).



apparatuur kan vanuit één controlekamer worden overzien.

Bouwkosten — D.M. 10 miljoen (gereed gekomen in 1965).

De Emscherflusskläranlage te Bottrop werd in 1927 gebouwd en bestaat uitsluitend uit mechanische onderdelen. In 1951 werd de gehele installatie $3,5 \text{ m}$ opgehoogd om de te verwachten bodemdaling tot 1970 te kunnen ondervangen. Het bezonken slib wordt met baggerzuigers opgepompt. Vroeger volgde daarna een verdere indikking op droogbedden, maar sinds 1966 vindt een verdere indikking plaats in aparte indiktanks, een homogenisatie door perslucht-

beluchting en tenslotte ontwatering met filterpersen. De slibkoeken worden met een transportband naar een naburige krachtcentrale vervoerd, waar na droging verbranding volgt.

Enkele gegevens:

Capaciteit — een oppervlakte van 635 km^2 (75 % van het Emschergebied met 1,85 miljoen inwoners) loost op deze installatie $13 \text{ m}^3/\text{sec}$. Door opstuwing van de Emscher stroomt het water via een grof en fijn rooster (staafafstand resp. $3,0$ en $1,8 \text{ cm}$) in de installatie.

Bezinking — 4 rechthoekige bassins van $50 \times 160 \text{ m}$ en een diepte van 5 m . De verblijfstijd bedraagt 2 à 3 uur. De bas-

sins zijn verdeeld in 3 zones voor de bezinking van achtereenvolgens zand, grove en fijne deeltjes.

Slibontwatering — bij het oppompen bevat het slib nog 90 % water. Met 5 ronde indikers, elk met een inhoud van 3000 m³ en een verblijfstijd van 15 uur wordt het watergehalte gereduceerd tot 75 %. Met 15 filterpersen wordt tenslotte een watergehalte van 40 % bereikt. Elke pers heeft 100 kamers, waarin koecken van 150 x 150 x 3 cm worden geproduceerd. Het persen duurt 60 minuten en de maximale persdruk bedraagt 7 ato.

Slibproductie — 2 miljoen m³/jaar bij 10 % droge stof.

Slibberging — sinds ingebruikname van de filterpersen blijven de droogbedden in reserve. De oppervlakte bedraagt 31,2 ha, de inhoud 1,8 miljoen m³ en de droogtijd 2 à 2½ jaar.

Bouwkosten — eerste bouw in 1927: RM 3,9 miljoen — ombouw in 1951: DM 3,8 miljoen — uitbreiding met filterpersen in 1963: DM 11,7 miljoen.

Het Klärwerk Emschermündung wordt gebouwd voor de biologische zuivering van het gehele Emscherdebiet. De installatie vergt een terrein van 60 ha en kan maximaal 30 m³/sec. verwerken. Dit debiet wordt gemiddeld over een periode van 10 jaar 15 keer per jaar overschreden. De BOD₅ van het Emscherwater bedraagt de laatste jaren gemiddeld 140 mg/l. Teneinde een snelle realisatie van de plannen te bereiken wordt het ontwerp voor de installatie in 3 afzonderlijke fasen gemaakt. Het ontwerp voor de mechanische zuivering ontving reeds de ministeriële goedkeuring, het ontwerp voor het biologische gedeelte wordt momenteel gemaakt en het ontwerp voor de slibbehandeling zal gemaakt worden zodra de daarvoor vereiste onderzoeken, naar wordt verwacht dit jaar, zijn beëindigd.

Enkele gegevens:

Wateraanvoer — het water stroomt door opstuwung van de Emscher via een grof en een fijn rooster (staafafstand resp. 6 en 2 cm) in de installatie. Het gemiddelde debiet bedraagt 20 m³/sec.

Zandvang — inhoud 7600 m³, oppervlakte 6000 m², gemiddelde oppervlaktebelasting 12 m³/sec.

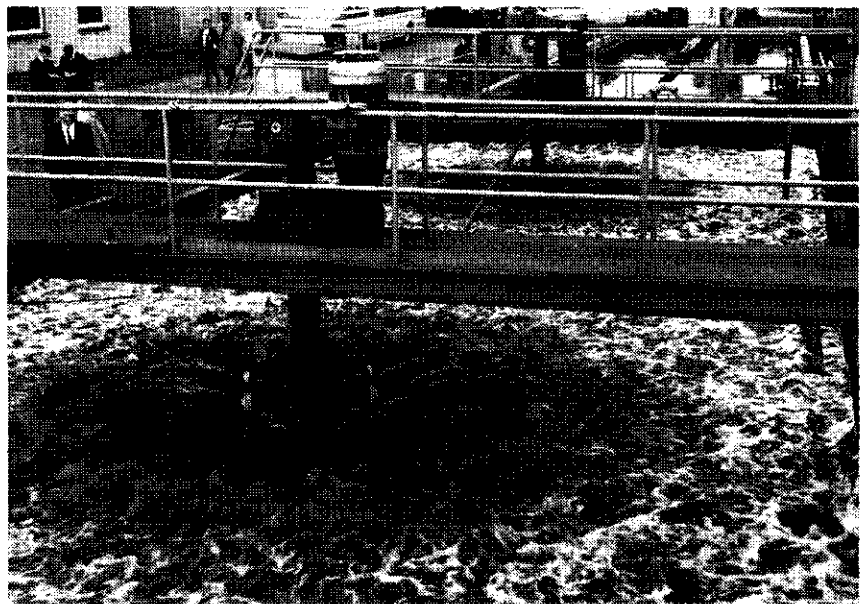
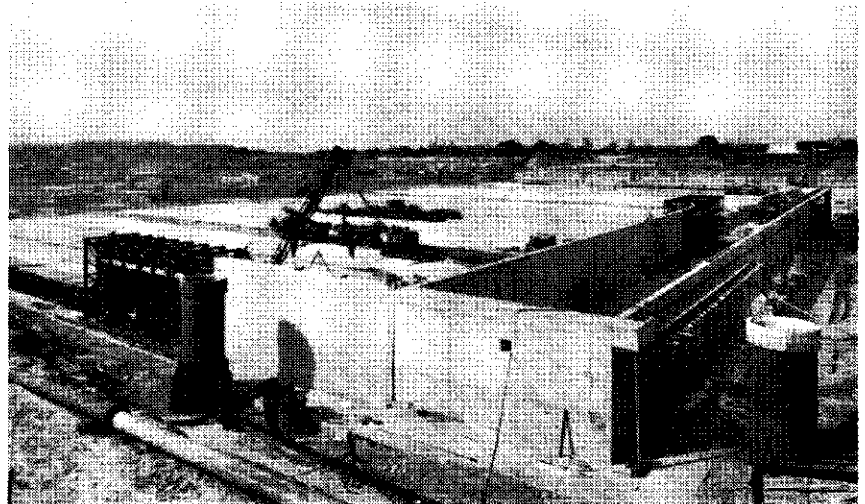


Fig. 6 - Een Simplex-puntbeluchter wordt beproefd in de Emscherproefinstallatie.

Fig. 7 - Het begin van een gigantische installatie: voorbezinkbassins van de Kläranlage Emschermündung (inhoud 160.000 m³). De verticale putringen langs de onttrek behoren bij de bronbemalingen. De complete installatie zal een terreinoppervlakte vergen van 60 ha. (Foto Emschergerossenschaft).



Voorbezinking — inhoud 160.000 m³ (diepte : lengte = 1 : 30), verblijfstijd gemiddeld 2,2 uur, oppervlaktebelasting gemiddeld 1,3 m³/uur.

Pompcapaciteit — de pompen zijn na de voorbezinking geplaatst en hebben een capaciteit van 3 x 15 m³/sec.

Beluchtingsbassin — inhoud 144.000 m³, verblijfstijd gemiddeld 2 uur. De beluchting geschiedt door turbinebeluchters. Een definitieve keuze van het type is nog niet gemaakt.

Nabezinking — inhoud 180.000 m³, verblijfstijd gemiddeld 2,5 uur.