

## De technologie van de beluchting

### Beluchtingssystemen

In een oxydatief biologisch zuiveringsproces worden de opgeloste en kolloïdale organische stoffen in het afvalwater door aërobe micro organismen gemineraliseerd. Om dit proces te kunnen laten verlopen is er contact nodig tussen afvalwater, micro organismen en zuurstof. Het aantal werkwijzen dat sedert de aanvang van de technische afvalwaterzuivering is toegepast om dit contact tot stand te brengen, alsmede de verscheidenheid in de daarbij gehanteerde apparatuur is talrijk.

De intermitterende bodemfiltratie en het gebruik van de zogenaamde contactbedden zijn voorbeelden van de oudste vormen van het scheppen van de mogelijkheid tot dit zo gewenste contact.

Een contactbed was een bak van metselwerk of beton, gevuld met grof korrelig materiaal (steenbrokken, grind, cokes) van gelijkmatige samenstelling welke geheel werd gevuld met bezonken afvalwater. Dit water liet men daar ca. 2 uren in staan waarna de bak geheel werd geleidigd en ongeveer 10 uren leeg bleef staan. Het proces van vullen en legen kon zich daarna weer herhalen.

Naar onze huidige maatstaven een vrij primitieve wijze van werken die afgezien van een niet altijd voldoende reinigingseffect vrij veel onderhoud vergde ten gevolge van dicht slibben. Deze werkmethode is thans dan ook geheel verlaten. Uit de contactbedden kwamen de continufilters voort welke grote toepassing hebben gevonden in de zuiveringstechniek. Zo wordt ca. 50 % van de biologische zuiveringsinstallaties in ons land gevormd door filterinstallaties.

Een continu filter is evenals een contactbed een bak van gewapend beton, echter voorzien van een drainage en gevuld met materiaal van gelijkmatige korrelgrootte waarover het bezonken afvalwater gelijkmatig wordt verdeeld.

Na het rijp worden is het vulmateriaal in het filter bedekt met een slijmhuide waarin zich de aërobe bacteriën bevinden welke verantwoordelijk zijn voor het zuiveringsproces.

Een temperatuurverschil tussen de buitenlucht en het inwendige van het filter draagt zorg voor een verticale luchtbeweging door het filter.

Afgezien van de te doseren hoeveelheid afvalwater en de waterverdeling over het filteroppervlak heeft men de hoeveelheid micro organismen en, in mindere mate, de beluchting bij deze uitvoeringsvorm van het zuiveringsproces weinig in de hand.

Anders wordt dit wanneer de eerder genoemde slijmhuide in het te reinigen water zou worden gesuspendeerd en het geheel op de een of andere wijze belucht.

Theoretisch kan men dan alle bij het „zuiveringscontact” betrokken grootheden, de organische stof, de aërobe bacteriën en de zuurstof naar believen variëren al naar gelang van het gewenste eindresultaat. Dit hier wel heel simplistisch voorgestelde proces, het belucht slib ook wel levend slib proces genaamd, deed zijn intrede in de afvalwaterzuiveringswereld in de jaren rond de eerste wereldoorlog met de proeven van Ardern en Lockett te Manchester.

Sedert dien heeft dit proces een hele evolutie doorgemaakt zowel ten aanzien van de vormgeving aan de beluchtingstanks en de daarbij te gebruiken beluchtingsapparatuur als van de procesvoering (steploading, complete mixing etc.).

Zeer algemeen omvat een beluchtingsinstallatie als voornaamste onderdelen een beluchtingstank, een bezinktank en een inrichting om het bezonken levend slib uit de bezinktank terug te voeren in het proces.

In de beluchtingstank heeft de menging plaats van het slib met het te reinigen afvalwater alsmede de beluchting van dit mengsel. In de proeven van Ardern en Lockett geschiedde de beluchting van de vloeistof door het doorleiden van lucht.

Al spoedig werd onderkend dat de gebruikte lucht een tweeledig doel diende; enerzijds het verstrekken van de voor het zuiveringsproces benodigde zuurstof, anderzijds het in beweging houden van de inhoud van de beluchtingstank, opdat iedere druppel afvalwater op zijn tijd in contact gebracht zou worden met het levende slib.

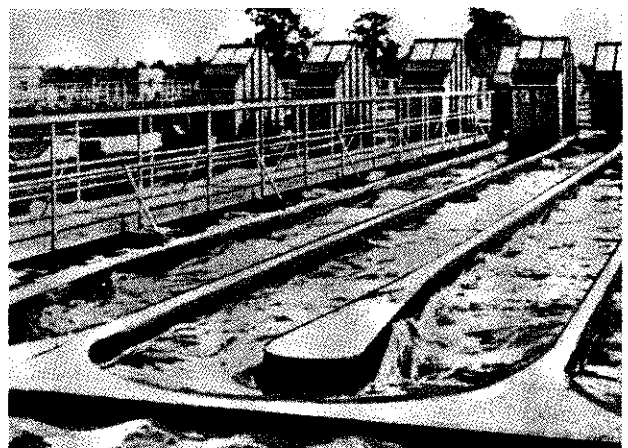
Anderen, waaronder John Haworth van de zuiveringsinstallatie te Sheffield een van de eersten was, ontdekten dat het beluchtingsproces ook voortgang kon vinden zonder gebruikmaking van samengeperste lucht.

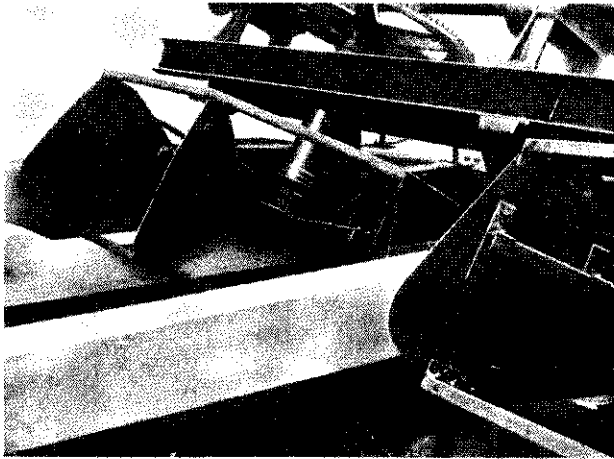
Als het resultaat van zijn waarnemingen omtrent het verloop van het zelfreinigingsproces in verontreinigde rivieren kwam Haworth tot de conclusie dat de benodigde zuurstof door het afvalwater uit de atmosfeer opgenomen kan worden indien het aan de lucht geëxposeerde oppervlak maar voortdurend wordt gewijzigd. In overeenstemming hiermede maakte hij een kunstmatige rivier door een bestaande tank te verdelen in een aantal smalle kanalen, ca. 1,3 m breed en diep, die zo met de einden aan elkaar werden verbonden, dat één continu circuit ter lengte van ca. 1200 m ontstond.

In het midden van ieder kanaal werd een schoepenrad geplaatst, aangedreven door een elektromotor afb. 1. Dit schoepenrad stuwde het afvalwater voort met een snelheid van ongeveer 50 cm/sec.

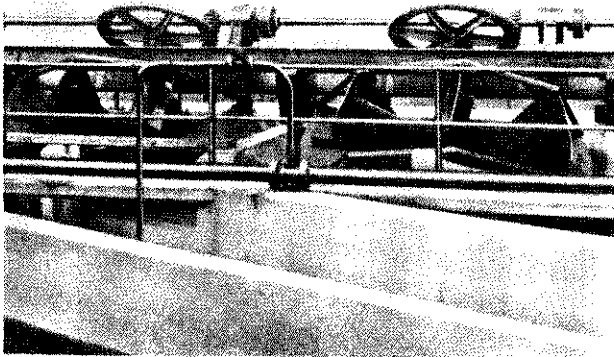
Door de firma Hartley werd een variant op Haworth's idee gemaakt door paddles van een speciale constructie

Afb. 1 - Haworth beluchtingstank.





Detail of Hartley paddles.



Hartley's patent paddles at heads of aeration channels.

Afb. 2 - Hartley paddles.

aan het kopeinde van de kanalen te plaatsen afb. 2. In beide systemen werd gebruik gemaakt van ondiepe tanks, waardoorheen het afvalwater in horizontale richting stroomde. De gedachte uit de twintiger jaren om zich te bedienen van een horizontaal stroomcircuit als beluchtingstank is hier te lande omstreeks 1954 nieuw leven ingeblazen door dr. Ir. A. Pasveer met de introductie van de oxydatiesloot.

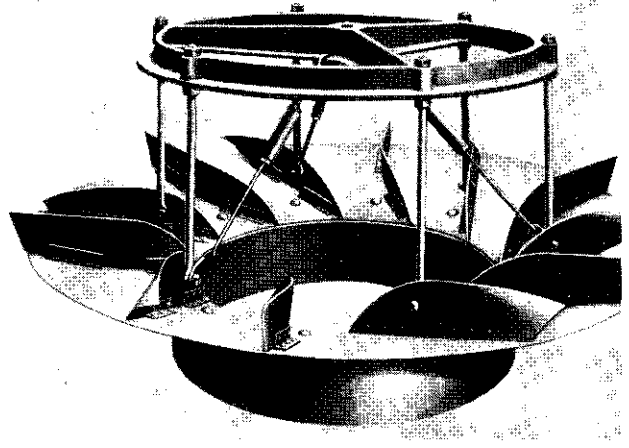
Bolton, de manager van de Bury Sewage Works, ging daarentegen uit van een diepe tank waarin een verticale circulatie werd onderhouden. De tank was of cirkelvormig of vierkant, voorzien van een conische of pyramidale bodem in het centrum waarvan een verticale staande buis werd geplaatst welke aan beide einden trompetvormig was verwijfd.

De buis reikte tot op enige centimeters van de bodem. Aan de bovenkant van de buis bevond zich een conus of een schijf met ribben welke door een elektromotor in een snelle roterende beweging werd gebracht afb. 3. Zo doende werd het afvalwater door de buis omhoog getrokken en buitenwaarts uitgeworpen.

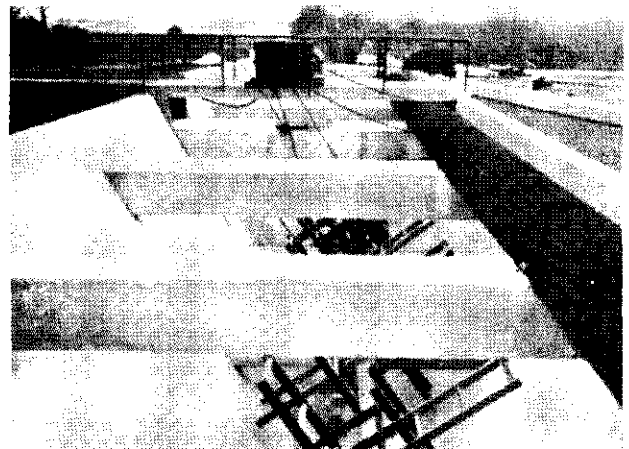
De van de conus afkomende op het vloeistofoppervlak neerspatende water paraplu transformeerde dit in een schuimende massa, het aldus in intensief contact brengend met de lucht.

De werkwijze van Joshua Bolton heeft in de loop der jaren een grote verbreiding gevonden en is bekend geworden als het „Simplex” systeem.

Aan het besprokene is nog een aantal andere, in de ge-



Afb. 3 - Bolton beluchtingsconus.



Afb. 4 - Kessenes beluchtingstank met schoepenrad.

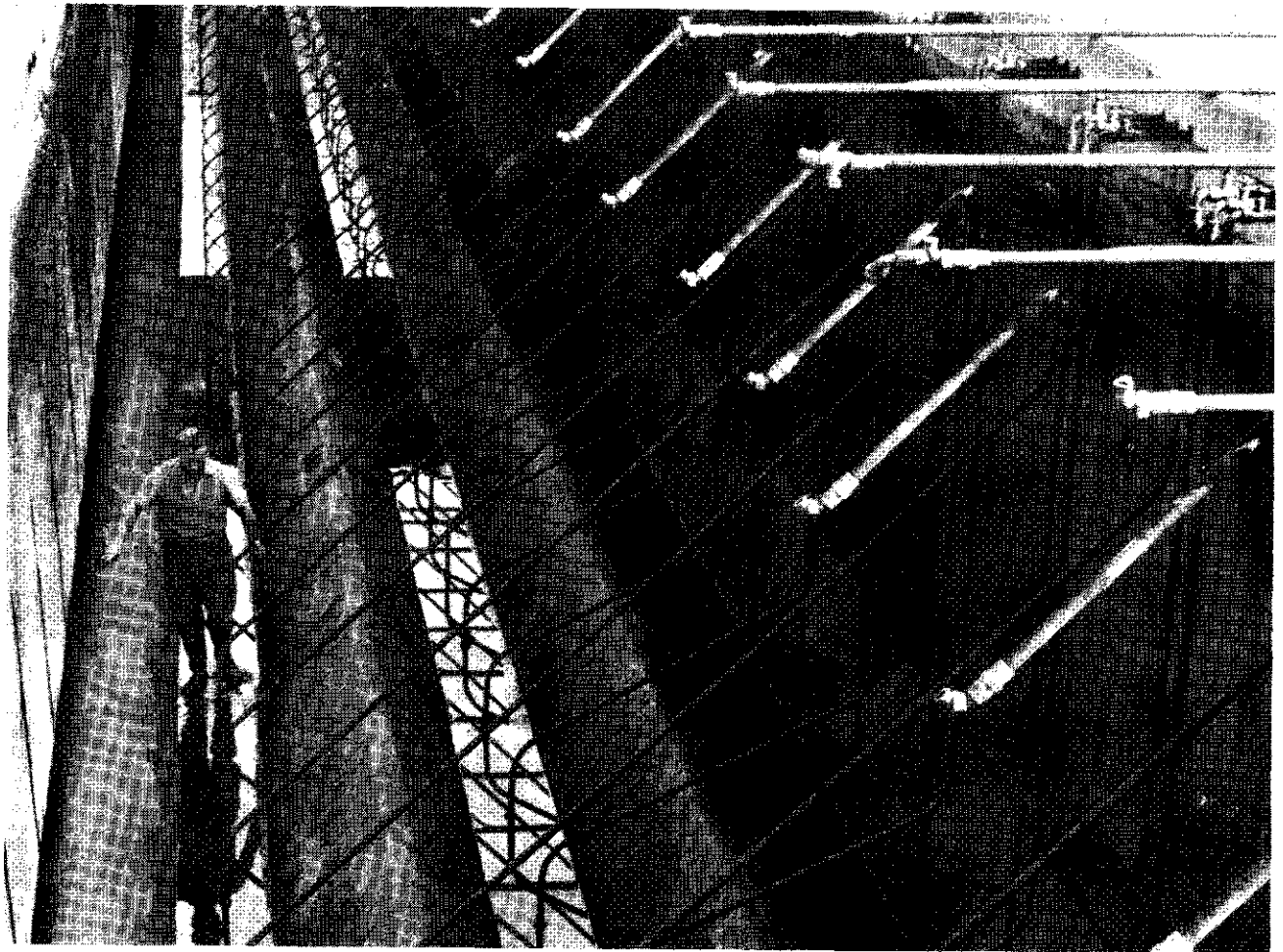
schiedenis van het afvalwaterzuiveringsproces voorgestelde modificaties van het beluchtslibproces toe te voegen.

Het voert te ver deze alle de revue te laten passeren. Een uitzondering moet echter worden gemaakt voor de Nederlandse bijdrage in deze, te weten het Kessener beluchtingssysteem. Kessener construeerde een lange cilindrische borstelwals welke snel (65-70 r.p.m.) om een horizontale as draaide welke aan één zijde van de beluchtingstank was opgesteld. De borstelwals was opgebouwd uit een houten cylinder van 60 à 70 cm diameter en bezet met bundeltjes piassave vezels.

Ter ondersteuning van de circulatie in de tank werd aanvankelijk een langzaam lopend schoepenrad mede opgesteld afb. 4. Dit rad werd in latere ontwerpen niet meer toegepast daar de borstelwerking voldoende bleek te zijn voor het onderhouden van de circulatie.

In het voorgaande is heel globaal een schets gegeven van de wordingsgeschiedenis van het beluchtslibproces en de modificaties in de uitvoering daarvan. Als essentieel onderdeel hebben alle varianten gemeen een intensieve vermenging van afvalwater met een grotere of kleinere hoeveelheid levend slib. Naast de zorg voor de voor het zuiveringsproces benodigde zuurstof vervult hierbij het beluchtingsapparaat deze functie van menger.

Het is de beluchtingsapparatuur voor het beluchtslibproces waarvan nu hier een overzicht zal worden gegeven en waarop in de volgende bijdragen meer in detail zal worden ingegaan.



Afb. 5 - „ridge and furrow”.

Alle bij de oxydatief biologische zuivering van afvalwater volgens het beluchtingslibprocédé in gebruik zijnde beluchters zijn in twee principieel van elkaar verschillende systemen onder te brengen.

Onderscheiden worden:

1. de luchtinblaassystemen;
2. de oppervlakte beluchters (Engels „Mechanical aerators”).

Mogelijk dat een enkel type nog is aan te merken als een tussenvorm hiervan.

De luchtinblaassystemen vallen uiteen in degene waarbij de lucht onder hoge druk in het water wordt geperst en die welke werken met een lage druk.

Onder hoge druk is hier te verstaan een druk van 4 à 4½ m waterkolom, onder lage druk 0,8 m waterkolom. Bij de „hoge” druk beluchting wordt de samengeperste lucht in de regel nabij de bodem van de beluchtingstank, dit is op ca. 3 tot 4 m diepte, in het water geblazen.

Naar de wijze waarop dit gebeurt kent men:

- a. de beluchting met fijn verdeelde lucht met behulp van poreuze filterplaten waarvan de poriënwijdte in orde van grootte van tienden van millimeters ligt;
- b. de beluchting met middelgrote luchtbellens met behulp van geperforeerde buizen of platen waarvan de breedte van de openingen in orde van grootte van millimeters ligt;

- c. de beluchting met grote luchtbellens met behulp van buizen met openingen in orde van grootte van centimeters.

Afhankelijk van hoe of de beluchtingselementen op de bodem van de tank zijn gerangschikt duidt men het beluchtingspatroon dat wordt verkregen aan met „spiral flow” respectievelijk „ridge and furrow”. Bij spiral flow heeft men de beluchtingselementen aan één zijde, in de lengte richting van de tank gelegd, waardoor een spiraalvormige beweging van de vloeistof wordt verkregen. Bij ridge and furrow zijn de beluchtingselementen over de gehele tankbreedte dwars op de stroomrichting aangebracht, gescheiden door driehoekige ruggen waardoor het slib geen gelegenheid krijgt zich op de niet beluchte gedeelten van de bodem af te zetten (afb. 5).

Het lage druk luchtinblaassysteem is beter bekend onder de naam „Inka”. Dit is een beluchtingssysteem met middelgrote luchtbellens (2,5 mm) welke gevormd worden met behulp van geperforeerde buizen die zijn aangebracht over de halve tankbreedte op omstreeks 0,8 m onder de waterspiegel.

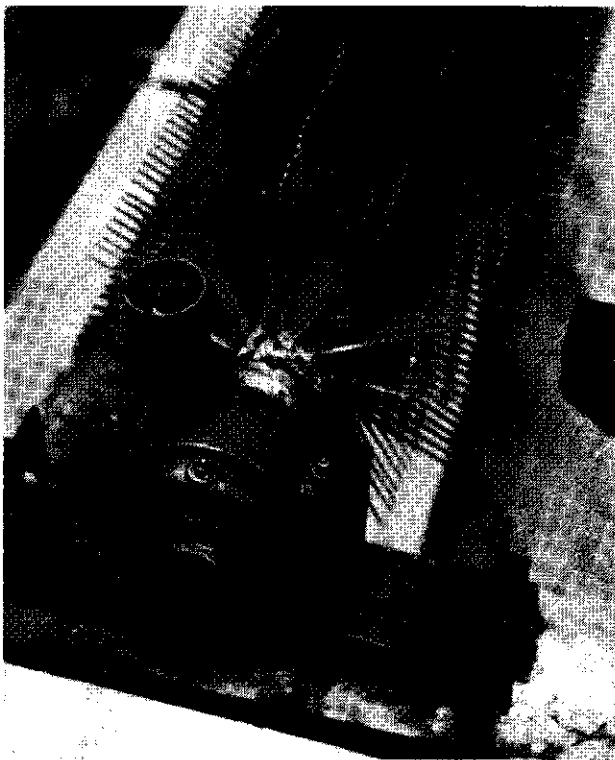
Het samendrukken van de lucht gebeurt bij het Inka systeem veelal met ventilatoren, dit in tegenstelling tot de hoge druk beluchting waarbij compressoren worden gebruikt.

Bij de oppervlaktebeluchters wordt een snelle overdracht van de zuurstof uit de lucht aan het water verkregen door het scheppen van een groot contact oppervlak lucht-

water enerzijds en een snelle vernieuwing van dit oppervlak anderzijds. Van de oppervlaktebeluchter is momenteel een grote verscheidenheid aan typen verkrijgbaar. Als voornaamste representanten in Nederland kunnen worden genoemd:

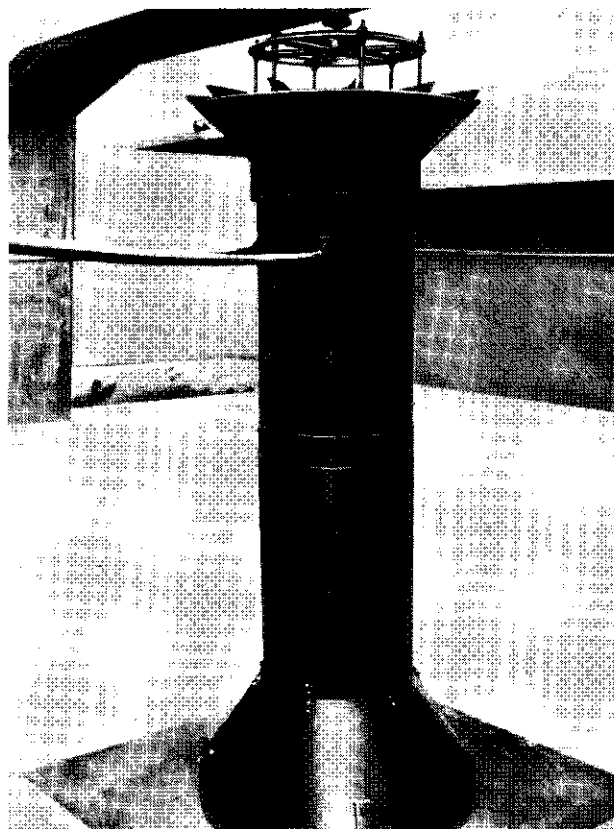
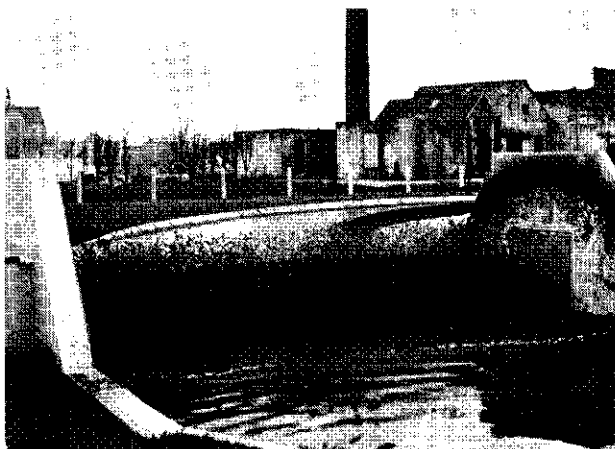
- de borstelbeluchters of rotoren;
- de BSK turbine beluchter;
- de Simplex beluchter;
- de Vortair-Lurgi of Gyroxbeluchter;
- de Simcar beluchter.

De al eerder genoemde door Kessener ontwikkelde borstelwals werd gevolgd door een borstel waarbij de piassave was vervangen door roestvrij stalen kammen welke onder een zekere hoek op de as werden ingeplant. De meeste beluchtslibinstallaties van oudere datum hier te lande zijn of waren uitgerust met deze zogenaamde Kessenerborstel welke een diameter had van ca. 35 cm.



Afb. 6 - Kessenes borstel.

Afb. 7 - Hoekijzer-rotor.



Afb. 8 - Stijgbuis bij Simplex beluchter.

afb. 6. In de na oorlogse jaren is door het Instituut voor Gezondheidstechniek TNO een groot aantal typen rotoren onderzocht, teneinde tot een grotere zuurstoftoevoer per eenheid van lengte te komen dan met tot dan bekende Kessenerborstels.

Van de onderzochte rotoren heeft de kooirotor met een diameter van 70 cm en een iets later verschenen hoekijzerborstel van gelijke diameter de meeste toepassing gevonden en tevens de Kessenerborstel geheel verdrongen afb. 7.

De laatste ontwikkeling op het gebied van de rotoren is de Mammoet rotor van de firma Passavant met een diameter van 1 meter. In tegenstelling tot de Kessenerborstels worden de rotoren met diameters van 70 cm en groter bijna uitsluitend toegepast in horizontaal doorstromende circuits.

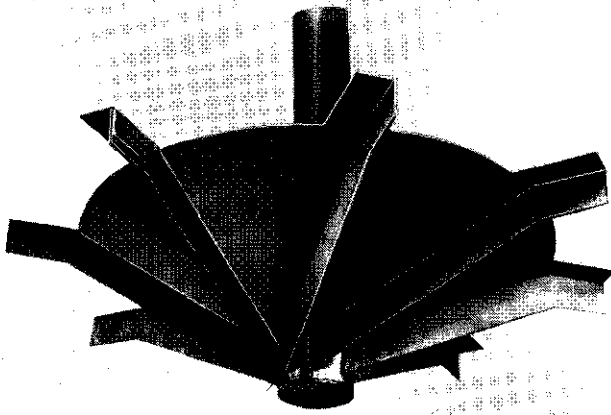
De diepte van deze circuits varieert van 1 tot 4 meter. De zuurstoftoevoer kan bij de rotoren worden geregeld door verandering van indompeldiepte en toerental.

De beluchters van BSK, Simplex, Gyrox en Simcar zijn te typeren als rotatie symmetrische.

Opgehangen aan een verticaal geplaatste aandrijfas worden zij gebruikt in combinatie met een beluchtingstank, waarvan de vorm als regel vierkant is.

Wordt een ronde tankvorm gekozen dan kan het aanbrengen van remschotten ter verhoging van de wandweerstand noodzakelijk zijn.

De Simplex beluchter is de enige van de genoemde die te zamen met een stijgbuis wordt toegepast (afb. 8). Een relatief grote tankdiepte (tot 9 meter) wordt hierdoor mogelijk. Bij de BSK- en de Gyroxbeluchter wordt ter ondersteuning van de pompwerking op de bodem van de tank, in het centrum, een kegel geplaatst. Beide beluchters geven drie mogelijkheden om de zuurstoftoevoer te variëren,



Afb. 9 - Simcar beluchter.

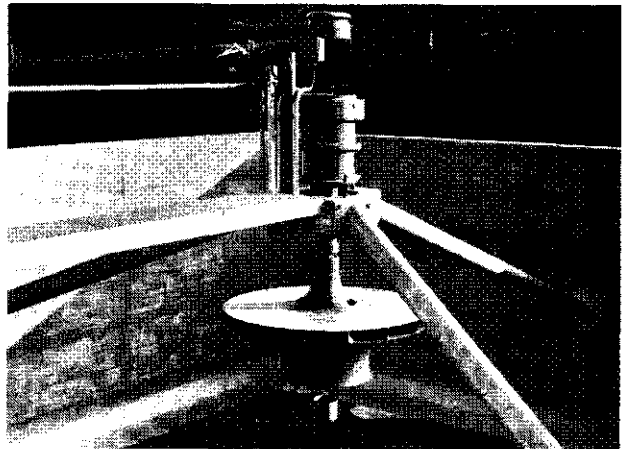
namelijk via de indompeldiepte, het toerental en de draairichting.

Dit in tegenstelling tot de Simplex- en Simcar beluchters die alleen verandering van indompeldiepte en toerental toegelaten afb. 9. Tot voor kort gold dit ook voor de Vortair.

Deze van oorsprong Amerikaanse beluchter, bestaande uit een ronde platte schotel met aan de onderzijde langs de omtrek radiaal gerichte hoekijzers, is echter door de firma Lurgi in Duitsland verder ontwikkeld en lijkt nu veel op de waaier uit een centrifugaalpomp na het aanbrengen van een „instroomtoeter” afb. 10. Enigermate geldt deze gelijkenis ook voor de polyester turbine schijf van BSK, waarvan de leidschoepen onder een hoek met de radiaal zijn geplaatst afb. 11.

Bij „stotend” draaien is het zuurstoefoervermogen van deze beluchters aanzienlijk hoger (20-100 %) dan bij „slepend” draaien onder overigens gelijke waarden voor indompeldiepte en toerental.

Afb. 10 - Gyrox beluchter.



Afb. 11 - BSK turbine beluchters.

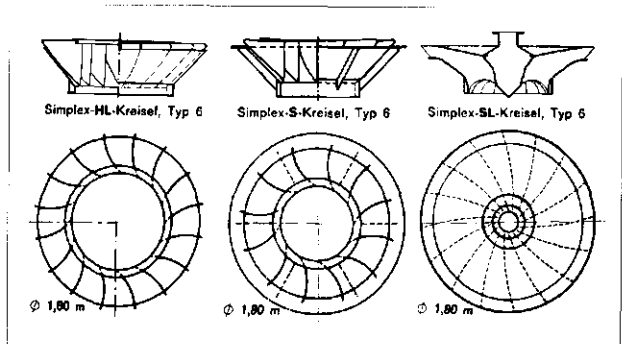
Ook de uit Engeland stammende Simplex beluchter is in handen van een Duitse firma verder gegroeid.

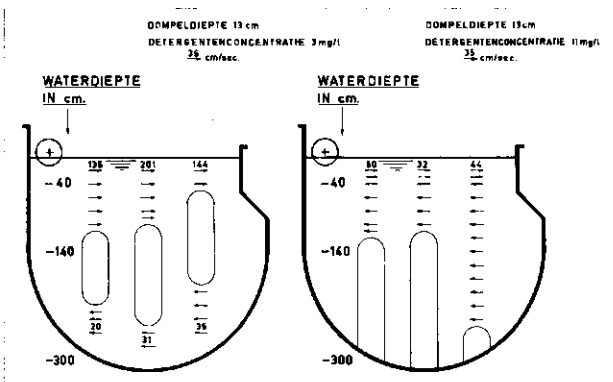
Met aanduidingen voor de vorm en diameter van de rotorschijf achter de naam Simplex als, om er enige te noemen HL type 5, S type 6 en SL type 10, is een assortiment ontstaan dat het mogelijk maakt aan praktisch iedere vraag te voldoen afb. 12.

Alle vermelde merken leveren hun beluchters in een reeks diameters variërend van ca. 0,3 m tot omstreeks 4 m. Hoewel de Simplex beluchter al in de twintiger jaren tot stand kwam kan men toch stellen dat de ontwikkeling van de rotatie symmetrische beluchters zoals wij die thans kennen, er één is van de jaren na 1960. De hiermede opgedane ervaring in de praktijk van de afvalwaterzuivering is dan ook nog niet groot te noemen. Veelal is deze nog beperkt gebleven tot een aantal proefnemingen, betreffende het zuurstoefoervermogen, het energieverbruik en het mengvermogen.

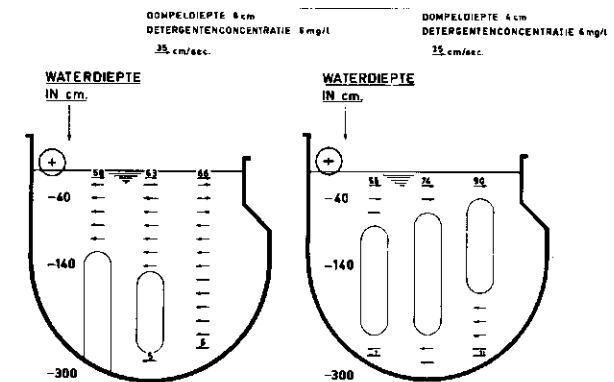
Met name het Emschergerenossenschaft heeft in de jaren 1963 en 1965/66 veel werk ten aanzien hiervan verricht. Meer ervaring met betrekking tot betrouwbaarheid en bedrijfszekerheid is voorhanden op het gebied van de luchtinblaassystemen en de rotoren. Bedrijfsstoringen zullen in het algemeen een gevolg zijn van het in ongereede raken van de beluchtingsapparatuur zelf; echter zij kunnen ook voortkomen uit omstandigheden gelegen buiten de eigenlijke apparatuur. Zo is de beluchting met fijn verdeelde lucht door beluchtingselementen vervaardigd uit poreus materiaal, vrij gevoelig voor verstopping. Deze kan zowel van binnen uit door verontreinigingen in de aangevoerde lucht (roet, stof, oliedeeltjes) als van buitenaf door stoffen in het water (vet, olie, fijnzand en

Afb. 12 - Simplex HL, -S en SL rotorschijf.





Afb. 13 - Stromingsmeting bij Kessenestank.



Afb. 14 - Stromingsmeting bij Kessenestank.

slib) optreden. Kleine verstoppingen zijn op te heffen door het verlagen van de kolom water boven de beluchter, hetgeen resulteert in een vergroting van de luchtdoorzet.

De beluchting door middel van buizen met openingen in de orde van grootte van centimeters (grote luchtballen) is daarentegen vrij ongevoelig voor verstoppingen.

Wel dient men er hierbij nauwgezet op toe te zien, dat de openingen in de buis op gelijke hoogte liggen daar anders tengevolge van een geringere uitstroombewerstand een ongelijkmatige luchtverdeling over de buis ontstaat. Bij de rotorbeluchting is de lagering van de rotorassen het meest kwetsbare deel.

Door de stijfheid van de as te vergroten kon het aantal lagers ter overbrugging van een bepaalde afstand teruggebracht worden, zo is de Mammoet rotor in staat een afstand van 10 m in één stuk te overbruggen.

Een vergroten van de diameter van de rotor schiep bovendien de mogelijkheid het lager hoger boven de waterspiegel op te stellen.

In dit opzicht hebben de rotatie symmetrische beluchters het voordeel dat aandrijving en lagering relatief hoog boven het wateroppervlak zijn gelegen.

Naast de zorg voor de toevoer van de voor het zuiveringsproces benodigde zuurstof heeft de beluchter de functie van menger te vervullen, dat wil zeggen de beluchter zal een zodanig turbulente stromingstoestand moeten scheppen dat het actieve slib niet door bezinken aan het zuiveringsproces wordt onttrokken. Behalve de grootte van en de vormgeving aan de beluchter en de beluchtingstank heeft de hoedanigheid van het te beluchten medium, in casu het afvalwater invloed op het stromingspatroon in de tank.

Met name de synthetische wasmiddelen hebben wat dit betreft voor enige onaangename verrassingen gezorgd. Uit eigen ervaring is bekend dat bij Kessener beluchtingstanks een hoge beluchtingsintensiteit tezamen met een hoge detergenten concentratie (8-11 mg/l) in het afvalwater een volledige verstoring van het stromingspatroon kan veroorzaken. De verklaring voor het verschijnsel moet worden gezocht in de grote hoeveelheid fijn verdeelde lucht in de van de rotor afstromende watermassa, waardoor deze een zodanig laag soortelijk gewicht verkrijgt, dat die niet langs de tegenover de rotor liggende wand naar beneden wordt gedrukt, doch direct onder de oppervlaktelaag naar de rotor terug buigt.

In de afb. 13 en 14 zijn enige waarnemingen dienaangaande in beeld gebracht. Uit de eerste afb. is duidelijk te zien, dat de hoge detergenten concentratie (11 mg/l)

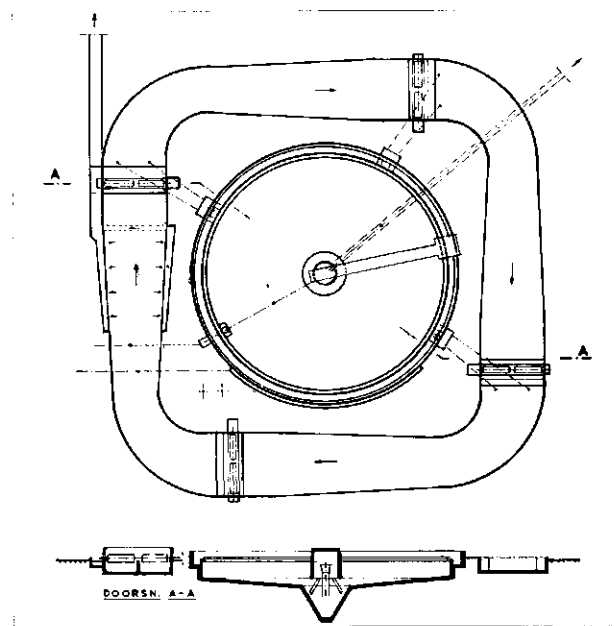
de stroming langs de bodem van de tank volledig teniet doet gaan. De tweede afb. laat de invloed zien van een verlagen van de beluchtingsintensiteit op het stromingspatroon bij een detergenten concentratie van 6 mg/l. Door het aanbrengen van geleideschotten tracht men in voorkomende gevallen dit verschijnsel te ondervangen.

In borstelbeluchtingstanks van recente datum heeft men deze moeilijkheid omzeild door als beluchtingstank een horizontaal doorstroomd circuit te kiezen. Afb. 15 toont een dergelijke tank met een inhoud van 800 m<sup>3</sup> en een geïnstalleerde beluchtingscapaciteit van omstreeks 60 kg zuurstof per uur.

Een zelfde verstoring van het stromingsbeeld, door de aanwezigheid van oppervlakte actieve componenten in het afvalwater is ook geconstateerd bij de Inka beluchting.

Van een beïnvloeding van het stromingsbeeld bij de rotatie symmetrische oppervlakte beluchters door detergenten is nog weinig bekend. Het stromingsbeeld bestaat hier niet uitsluitend uit een verticaal gerichte circulatie van het wateroppervlak af langs tankwand en bodem terug naar de beluchter, doch wordt mede gevormd uit een van de beluchter naar de wand verlopende radiale of spiraalvormige draaibeweging. De verwachting is dan

Afb. 15 - Beluchtingscircuit.



ook dat deze beluchters weinig of niet gevoelig zullen zijn voor detergenten.

Voorheen is wel gesteld dat voor grote rioolwaterzuiveringsinstallaties (> 100.000 inwoners) de oppervlakte beluchter tengevolge van het grote aantal te installeren eenheden hiervoor minder geschikt zou zijn en dat daarom dit bij uitstek het terrein is voor het persluchtsysteem. De opkomst van beluchters als de BSK, de Simplex typen, de Gyrox, enz. met diameters tot 3 à 4 meter en zuurstoftoevoervermogens tot een 250 kg O<sub>2</sub>/h, en het feit dat men er niet voor terugschrikt één zo'n beluchter op te stellen in een tank van een inhoud tot omstreeks 1200 m<sup>3</sup> heeft deze zienswijze wel geheel doen veranderen.

Welk beluchtingssysteem men ook neemt het mengen en beluchten van het afvalwater-actief-slibmengsel wordt door één apparaat verzorgd. Van de mate waarop beluchter en beluchtingstank op elkaar zijn afgestemd zal het energieverbruik afhangen. Zo kan het uitmaken of een borstelbeluchter wordt gebruikt in een tank met verticale circulatie of in een horizontaal stroomcircuit bij een gemiddelde stroomsnelheid van bij voorbeeld 0,3 m/sec. De invloed van de tankgrootte is gebleken uit metingen van het Emschergerenossenschaft aan rotatie symmetrische beluchters. In een tank van 680 m<sup>3</sup> inhoud werd aldaar voor een beluchter een zuurstoftoevoervermogen per kWh geregistreerd van 3,3 kg O<sub>2</sub>, terwijl onder overigens gelijke omstandigheden in een tank van ca. 1200 m<sup>3</sup> een bedrag van 1,5 kg O<sub>2</sub>/kWh werd gemeten. Hieruit blijkt wel dat het zonder meer vermelden van een beluchtingsrendement zeer misleidend kan zijn. Daar en boven is dergelijk cijfermateriaal overwegend

verkregen uit metingen van het zuurstoftoevoervermogen met leidingwater als het te beluchten medium waarbij dikwijls vergeten wordt de bij de meting gebruikte werkwijze aan te geven. Het is om der wille van de reproduceerbaarheid dat in leidingwater wordt gemeten, echter leidingwater kan niet worden gelijk gesteld met een afvalwater-actief-slibmengsel. Beter voor de beoordeling van de economie van een beluchtingssysteem zou dan ook het aantal kWh zijn dat nodig is om de zuurstof te leveren voor de mineralisatie van 1 kg BOD<sub>5</sub>.

Doch ook deze waarde is niet algemeen toepasbaar vanwege de afhankelijkheid van een aantal parameters, zoals daar zijn de kwalitatieve samenstelling van het afvalwater, de BOD ruimte belasting van de beluchtingstank (kg BOD/m<sup>3</sup> dag), de slibconcentratie in de beluchtingstank en het gewenste zuiveringsrendement.

De opdracht een economisch verantwoorde keuze te doen uit de voorhanden zijnde beluchtingssystemen is in feite alleen goed uit te voeren na een vergelijkend onderzoek over een niet te kort tijdsbestek met het betreffende afvalwater onder de proces omstandigheden van de uiteindelijk te bouwen zuiveringsinstallatie.

Het is zonder meer duidelijk dat zulk een onderzoek niet is te realiseren en dat men zijn keuze wel zal moeten baseren op grond van meetgegevens op uiteenlopende plaatsen verkregen en gekoppeld aan een wel uitgebalanceerde dosis optimisme en scepcis, ten aanzien van de uit te verkiezen apparatuur.

Met dit voor ogen zij ter afsluiting gereproduceerd een aan dr. ing. Kiess van het Wupperverband ontleend overzicht betreffende het energieverbruik bij enige beluchtingssystemen.

Zuiveringsinstallatie	inw.-ekw.	soort beluchting	zuiveringsrendement %	kWh/kg BOD reductie
Hamburg	1.350.000	borstels	70-75	0,45
Wuppertal-Buchenhofen	850.000	grove bellen	65	0,7-0,8
Frankfurt	1.250.000	middelgrote bellen	78	0,5-0,8
Geseke	16.500	Simplex	94	0,5
Landwehrbach	20.000	Simplex	95	0,5-0,6
Murrhardt	24.000	middelgrote bellen	70-90	0,5-0,8
Nordhorn	257.000	Vortair	94	0,8-0,9
Stuttgart-Mühlhausen	1.300.000	perslucht	70-90	0,3-0,6
		borstels	70-90	0,5-0,9
Dornstadt	5.000	BSK Turbine	90	0,7