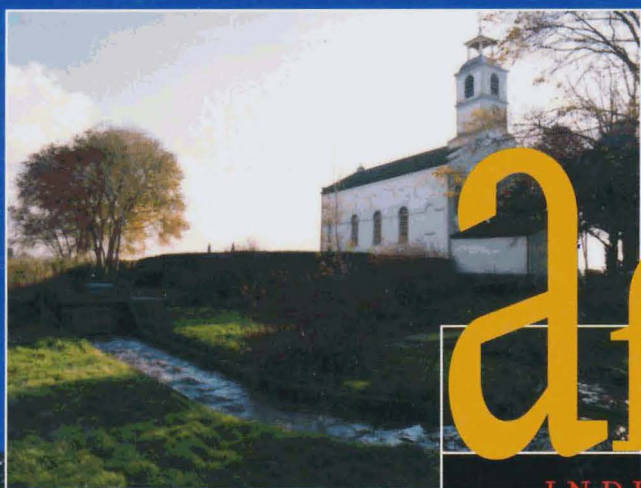




afvalwater

INDUSTRIEEL

ERFGOED VAN DE

ZUIVERING VAN

AFVALWATER

IN NEDERLAND



PIE RAPPORTENREEKS

10

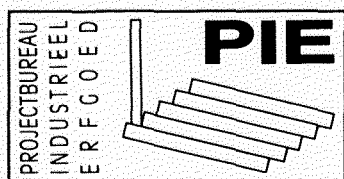
AFVALWATERZUIVERINGSINRICHTINGEN

(Branchennummer 40b)

Ir. N. Groeneveld

m.m.v
Dr. E. Nijhof
Ir. J. van Selm
Ing. S.A. Oldenkamp

The Netherlands Institute for
Industrial Heritage



Uitgave:
Stichting Projectbureau Industrieel Erfgoed
Zeist, 1994

INHOUDSOPGAVE

INLEIDING	5
1. SOCIAAL-ECONOMISCHE ONTWIKKELINGEN; 1850 – 1970	6
1.1 Voorgeschiedenis	6
1.2 De ontwikkeling van de riolering	6
1.3 Het probleem van de oppervlaktewaterverontreiniging	8
1.4 De aanpak van de oppervlaktewaterverontreiniging	10
SAMENVATTEND	14
2. ONTWIKKELING VAN DE ZUIVERINGSTECHNIEK; 1850 – 1970	15
2.1 Zelfreinigend vermogen van oppervlaktewater	15
2.2 De huishoudelijke en industriële verontreinigingen in afvalwater	15
2.3 De ontwikkeling van de afvalwaterzuivering in Nederland	16
2.3.1 De verdunningsmethode	18
2.3.2 Landbehandeling	18
2.3.3 Inrichtingen voor het mechanisch zuiveren van afvalwater	19
2.3.3.1 Septictank	20
2.3.3.2 Travis-tank	21
2.3.3.3 Imhofftank	21
2.3.3.4 Clarigester	22
2.3.4 Chemische klaring	23
2.3.5 Biologische zuivering van afvalwater	23
2.3.5.1 Contactbedmethode	24
2.3.5.2 Oxydatiebed- of continu-filtermethode	24
2.3.5.3 Actief-slibproces	26
2.3.5.4 Beluchtingssystemen	27
2.3.6 Oxydatie- of Pasveersloot	33
2.3.6.1 Type Voorschoten	33
2.3.6.2 Type Noordwijk	33
2.3.6.3 Type Berkel	34
2.3.6.4 Type Kettingkast	34
2.3.6.5 Type Scherpenzeel	34



2.3.7	Compactinrichtingen	34
2.3.7.1	Oxigest-inrichting	34
2.3.7.2	Flygt-inrichting	35
2.3.7.3	Sparjair-inrichting	35
2.3.7.4	Minibloc-inrichting	35
2.3.7.5	Minutac-inrichting	35
2.3.8	Carrousel®	36
2.3.9	Inrichtingen voor het vergisten van slibstoffen	36
SAMENVATTEND		41
3.	AANPAK VAN HET VELDONDERZOEK	42
4.	RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK NAAR ONROERENDE GOEDEREN	43
4.1	Globaal beeld	43
4.2	Landbehandeling	43
4.3	Mechanische zuivering van afvalwater	47
4.4	Chemische klaring	47
4.5	Biologische zuivering van afvalwater	48
4.5.1	Contactbedmethode	48
4.5.2	Oxydatiebed- of continu-filtermethode	48
4.5.3	Oxydatie- of Pasveersloot	51
4.5.4	Actief-slib inrichtingen (anders dan de oxydatiesloot)	53
5.	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	57
LITERATUURLIJST		59
BIJLAGEN		61
BIJLAGE A	BEGRIPPENLIJST	62
BIJLAGE B	OVERZICHT GEÏNVENTARISEERDE ONROERENDE GOEDEREN	63
BIJLAGE C	OVERZICHT GEÏNVENTARISEERDE ONROERENDE GOEDEREN (vervolg)	64
BIJLAGE D	OVERZICHT AFVALWATERKARAKTERISTIEKEN	65
BIJLAGE E	VOORBEELD INVENTARISATIEFORMULIER	66

INLEIDING

In dit rapport wordt een brancheonderzoek naar de 'afvalwaterzuiveringsinrichtingen' beschreven, dat is uitgevoerd in opdracht van het PIE (Projectbureau Industrieel Erfgoed).

Uit de oprichting van het PIE door het ministerie van WVC kan worden afgeleid dat er bij de overheid behoefte bestaat zorg te dragen voor het behoud van industrieel erfgoed in Nederland. Het door PIE ondernomen branche-onderzoek is zeer omvangrijk. Het is een belangrijk onderdeel van de activiteiten die moeten leiden tot voorstellen voor selectief behoud van industrieel erfgoed. Binnen het kader van dit grote onderzoek vindt het onderhavige onderzoek plaats naar het industrieel erfgoed van afvalwaterzuiveringsinrichtingen. Het onderzoek vindt plaats in nauwe samenwerking met de Historische Commissie van de NVA (Nederlandse Vereniging voor Waterbeheer).

Doel van het onderzoek is om tot een waardeoordeel te komen over nog bestaande afvalwaterzuiveringsinrichtingen in Nederland uit de periode van 1850 tot ongeveer 1970. Het is onmogelijk om dit met alle inrichtingen in Nederland te doen. Er is gezocht naar inrichtingen die belangrijk zijn in de ontwikkeling van de zuivering van afvalwater. Deze werden beoordeeld en dienen om meer inzicht te krijgen in de nog bestaande inrichtingen en om als voorbeeld te dienen voor andere.

Door het korte tijdsbestek waarin dit onderzoek is uitgevoerd, kan de ontwikkeling van de afvalwaterzuivering, die voor een goed waardeoordeel van belang is, slechts in het kort worden beschreven. Daar riolering een nauwe relatie heeft met de zuivering van afvalwater, zal daar eveneens enige aandacht aan worden besteed.

De ontwikkeling zal vanuit een sociaal-economisch (hoofdstuk 1) en een productie-technisch (hoofdstuk 2) oogpunt bekeken worden. In hoofdstuk 3 zal aandacht worden besteed aan het veldonderzoek. Met de uitkomst van het veldonderzoek (hoofdstuk 4) naar bestaande zuiveringsinrichtingen zal een waardeoordeel aan de betreffende onroerende goederen worden gegeven. Met behulp van het waardeoordeel worden conclusies getrokken en aanbevelingen gedaan voor behoud of hergebruik van deze afvalwaterzuiveringsinrichtingen (hoofdstuk 5).

De publikatie van dit onderzoek is mogelijk gemaakt door de NVA en het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA) ter gelegenheid van de viering van het 75-jarig bestaan van het Instituut.



1. SOCIAAL-ECONOMISCHE ONTWIKKELINGEN; 1850 – 1970

1.1 Voorgeschiedenis

In de 16e en 17e eeuw poogde men, zij het vergeefs, de vervuiling van straten, pleinen en het water van de grachten en burgwallen te bestrijden door het uitvaardigen van keuren, die voorschriften en verbodsbepalingen inhielden betreffende het afvoeren van vaste en vloeibare afvalstoffen. De oudst bekende keur en daarmee waarschijnlijk de oudste milieuwetgeving in Nederland dateert van 1413. In dit voorschrift werd verboden dode beesten, slachtafval, mest en dergelijke in het IJ, de Amstel of de grachten van Amsterdam te werpen. Doch ook daarvoor bestonden er al stedelijke voorschriften.¹ Uit de keuren blijkt, dat goten en 'riolen' particulier bezit waren en dat de stedelijke regering volstond met het geven van voorschriften, die het algemeen belang dienden.

De eerste riolen waren zeer primitief, soms een met hout afgedekte geul in de grond. Het Nederlandse woord riool komt uit het Frans (rigole). Het betekent greppel / goot. De voorschriften van de stedelijke regering werden vrijwel nooit nageleefd waardoor de situatie voor iedereen steeds verder verslechterde. Langzaam maar zeker ging de vervuiling de macht van de overheid te boven. Wie op heterdaad werd betrapt door dienaars van justitie, hellebaardiers, askarreluiden en geburen werd meteen door hen bekeurd en beboet met drie gulden. Vooral het feit dat burens mochten bekeuren en de boete zelf mochten houden(!) werkte gunstig bij het opsporen, maar leidde ook tot veel misbruik.

In de loop van de 19e eeuw werd de bij deskundigen aanwezige kennis omtrent de schadelijkheid van vervuiling in de leefomgeving steeds meer gemeengoed. Vooral na 1850 groeide de belangstelling voor dit onderwerp sterk. Voor deze verbreding en toename van de belangstelling en voor het doordringen van de bezorgdheid zijn enkele redenen aan te geven.

Als eerste verklaring geldt de toename van de bevolking na 1850, vooral van het aantal Nederlanders dat in bevolkingsconcentraties was gehuisvest. In de grote steden zoals Amsterdam was de infrastructuur niet berekend op de enorme toename en het leidde tot voor de volksgezondheid ontoelaatbare toestanden.

In de 19e eeuw en de eerste decennia van de 20e eeuw zijn in het verstedelijkingsproces minstens twee fasen te onderkennen, die elkaar ten dele overlappen. De eerste periode (1815-1870) kan worden gerekend tot de nadagen van een tijdvak waarin de doorvoerhandel zijn stempel op de economie van ons land drukte. Binnen de tweede fase (1870-1930, en dan vooral na 1890) valt het ontstaan van een industrieel systeem. De groei van de stedelijke bevolking vanaf 1870, het begin van de tweede fase, kan ten dele als afgeleide worden gezien van de industrialisatie. Tot 1890 was in feite slechts

sprake van een aanloop en pas tussen 1890 en 1910 mogen we echt van een industriële revolutie spreken.² Een tweede factor was het toenemende inzicht dat veel optredende ziektes in direct verband stonden met de hygiënische omstandigheden. Tot na het midden van de eeuw werd de al in de middeleeuwen geldende miasmatische theorie het meest aangehangen. In ons land had de Duitser Max von Pettenkofer (1818-1901), die de theorie verkondigde, veel aanhangers. De theorie gaf de aanwezigheid van vuile en schadelijke lucht als oorzaak van het ontstaan van epidemische ziekten. De ziekteverwekkende dampen zouden ontstaan in een vervuilde bodem of water. Het was dus belangrijk om verontreiniging van bodem en water te voorkomen, teneinde geen voorwaarden voor het ontstaan van deze ziektes te scheppen. Hiermee werd een juiste remedie voorgesteld – echter met een verkeerde analyse.

De ontdekkingen van Koch en Pasteur (ca. 1880) weerlegden de theorie maar deden geen afbreuk aan de eerder genomen maatregelen. Met de cholera-epidemieën van 1832, 1848, 1852, maar vooral de epidemie van 1866, met veel sterfgevallen, nog vers in de herinnering was er alle reden om de sanitaire maatregelen van Pettenkofer door te voeren.

Als laatste verklaring kan gelden, dat sterk verontreinigde wateren, straten, pleinen, stegen en binnenplaatsen enorme stank te weeg brachten. De stank werd veroorzaakt door rottend organisch materiaal. Al dan niet toegestane uitlopen van privaten, rechtstreeks gedeponeerde menselijke en dierlijke uitwerpselen of urine, huishoudelijk afvalwater, groenteafval, straatvuil, huisvuil, dode dieren droegen alle bij tot het ontstaan van '*verpestende stank en walgelijke dampen*'. Kortom: tot onhoudbare toestanden.³

1.2 De ontwikkeling van de riolering

Tot in het begin van de 19e eeuw waren er in dichtbevolkte wijken in Londen niet overal beerputten of open straatgoten. Iedereen moest maar voor zichzelf uitmaken hoe hij het afvalwater wilde kwijtraken. Waren er geen beerputten maar open straatgoten dan werden deze vaak door de bevolking gebruikt om er allerlei afval in te deponeren. Deze gang van zaken had ondraaglijke stank en onhygiënische omstandigheden tot gevolg.

De invoering van het watercloset in Engeland omstreeks 1810 bracht weinig verandering in de situatie. De fecaliën werden tot dat tijdstip vaak in beerputten opgevangen en nu en dan daaruit verwijderd. De huiseigenaren vonden het echter handiger en vooral voordeliger deze putten te voorzien van een overloop en het afvloeiende water in de open straatgoten te leiden. Zodoende werden de oppervlaktewateren verontreinigd waar men de bedenkelijke inhoud van de straatriolen langs een zo kort

mogelijke weg trachtte af te voeren. Deze wantoestanden gaven de stoot tot de aanleg van betere riolering in de steden. Rond 1840 begon men in Londen hiermee. In Nederland bedacht men door het uitblijven van riolering tal van systemen om van de fecaliën af te komen. Men bedacht de vreemdste constructies en oplossingen: uitdroging van de inhoud van de beerput; de toepassing van gedroogd zeegras in combinatie met zwavelzuur; het gebruik van 'Saksische guano' (vogelpoep) die voor een soort van droge destillatie (door verdamping en condensatie scheiden) moest zorgen en buizenstelsels waarmee men, met behulp van waterdruk, het menselijk vuil weg kon spoelen. De heer Moule had ook een aardige oplossing: het aardcloset, dat, zo vertelt een schrijver uit die tijd, 'in de vorm van een stoel geschikt is om in een kamer of in een gang geplaatst te worden. De zitting is doorboord en onder de zitting bevindt zich een emmer. De rug van de stoel is gevuld met fijn zand dat via een klep op de fecaliën valt'. Tal van uitvindingen, een gouden tijd voor octrooibureaus. Maar ondanks dat alles laat de 'echte' riolering in veel steden op zich wachten. In dorpen tot ver in de twintigste eeuw. Ede bijvoorbeeld begon pas in de jaren dertig met de aanleg van rioolstelsels.⁴

Rond 1870 begon men in Nederland de noodtoestand in de grote steden tegen te gaan door toepassing van een zogenaamd gescheiden rioleringsysteem, waarbij de fecaliën apart werden verzameld en verwerkt. Eerst met het tonnenstelsel, later met het Liernursysteem.

Voor de ontwikkeling van de gezondheidstechniek in Nederland heeft het tonnenstelsel weinig te betekenen gehad; het stelsel is eerder te beschouwen als een soort adempauze voor de min of meer algemene invoering van het gemengde rioolsysteem.⁵

Het tonnenstelsel was erop gericht om fecaliën zo snel mogelijk met behulp van tonnen uit de stad af te voeren. Voor sommige steden heeft deze adempauze wel erg lang geduurd, in een deel van Leeuwarden duurde het tot 1970 en in Goes verdween de laatste ton pas in 1978! De meest verrassende bijdrage aan de discussie en de praktijk over openbare hygiëne in de tweede helft van de negentiende eeuw is ongetwijfeld afkomstig van de

Nederlandse 'kapitein-ingenieur' Charles T. Liernur (1828-1893). Door de activiteit van Liernur, die het naar hem genoemde systeem ontwikkelde, kwam de vraag hoe het afvalwaterprobleem op te lossen in het brandpunt van de belangstelling te staan.

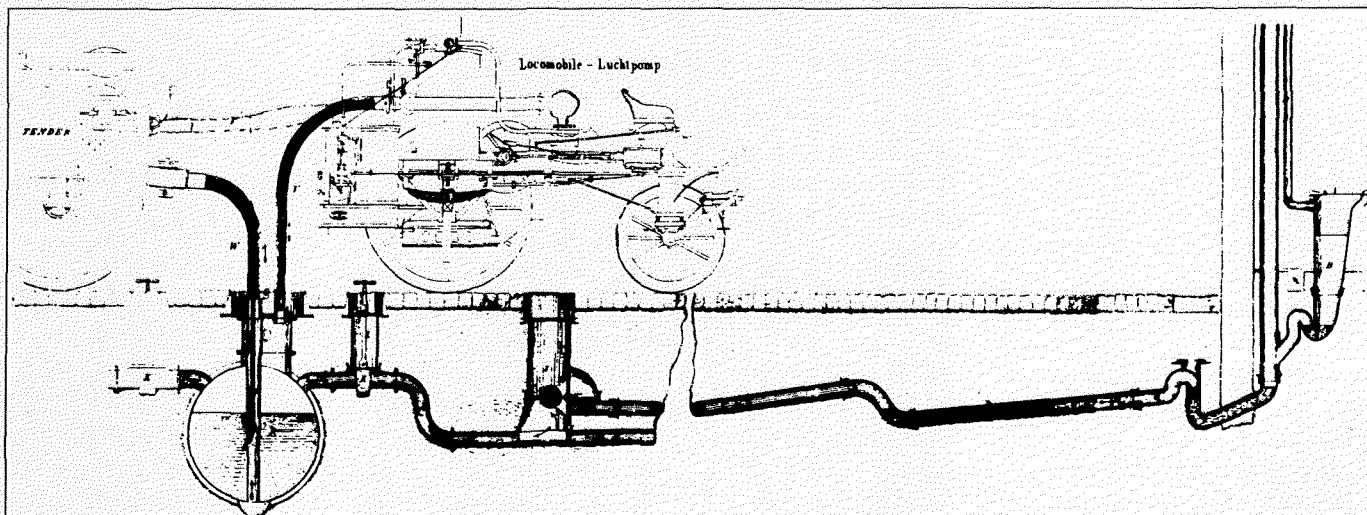
Meer dan andere deelnemers aan het debat huldigde Liernur het standpunt dat verontreiniging van bodem en water door menselijke uitwerpselen tot elke prijs moest worden vermeden, zonder daarbij schadelijke invloeden uit het oog te verliezen. Met uitzonderlijke energie wijdde hij zich aan de propaganda van zijn denkbeelden, waarbij hij fanatiek alle andere stelsels bestreed, vooral het gemengde stelsel.⁶

Door de aanleg van waterclosets te verbieden werd voorkomen dat de fecaliën te veel zouden worden verdund en minder geschikt werden voor gebruik in de landbouw. Het verwerken van fecaliën voor de landbouw op een zo schoon mogelijke manier zoals bij het Liernurstelsel was een logische aanvulling van het systeem. Immers, winst maken uit stadsvuil en stadsbeer was in die tijd volstrekt normaal.

Bij arbeidersgezinnen was het Liernur-closet zonder waterspoeling een beduidende vooruitgang vergeleken bij de primitieve middelen waarmee zij zich anders moesten behelpen. In 1866 was aansluiting op het drinkwaternet nog duur voor een arbeidersgezin, het verkrijgen van goed drinkwater voor het spoelen van een closet was toen voor de meesten een vreemde gedachte.

In 1869 ging de gemeenteraad van Amsterdam akkoord met de gedeeltelijke invoering van het Liernurstelsel in een groot deel van de stad. Amsterdam was daarmee de enige grote stad ter wereld die niet voor het gemengde rioolstelsel koos. Leiden volgde in 1870 en Dordrecht in 1873.

In Amsterdam werd in 1879 besloten tot aanzienlijke uitbreiding van het Liernursysteem. De aanleg van riolering werd min of meer tegengehouden omdat men het



Figuur 1: Geschematiseerde voorstelling van het Liernursysteem (uit: Lintsen, '93).

zonde vond om de fecaliën weg te spoelen, hergebruik in de landbouw was een goede zaak. Omstreeks 1890 werden de fecaliën van 100.000 inwoners uit Amsterdam door het Liernurstelsel afgevoerd.

Ondanks het feit dat toegewijde technici steeds opnieuw moeilijkheden overwonnen was het Liernurstelsel ten dode opgeschreven. De hoeveelheid afvalwater was sinds 1879 ten gevolge van waterspoeling van 2,65 liter per hoofd per dag gestegen tot 3,9 liter per hoofd per dag in 1901. De toename van het aantal aangesloten bewoners op de waterleiding vanaf 1855, uit hygiënisch oogpunt zeer toe te juichen, betekende voor het Liernurstelsel steeds geringere mogelijkheden. Waar men over voldoende water beschikte, lag aanleg van een betrekkelijk eenvoudig rioolstelsel meer voor de hand dan van een vrij gecompliceerd en kwetsbaar vacuümstelsel.

Omdat nog veel afvalwater in de grachten terecht kwam werd in 1872 de dagelijkse waterversing van de Amsterdamse grachten met behulp van een bemalingsinstallatie geïntroduceerd. Deze voorziening werd getroffen nadat door de voltooiing van de Oranjesluizen het IJ getijdeloos werd, waardoor afvoer van afvalwater uit de Amsterdamse stadsgrachten door de natuurlijke eb- en vloedbeweging niet langer mogelijk was.⁷

Het verbieden van de aanleg van een watercloset liep op niets uit: de verbreiding van het watercloset liet zich niet meer tegenhouden, evenmin als de ontwikkeling van de industrie. Zo heeft men gaandeweg het gescheiden rioleringssysteem laten varen en zich niet langer verzet tegen het watercloset.

De gemeenteraad van Amsterdam, waarin de voorstanders van het gemengde stelsel de meerderheid hadden verkregen, besloot op 29 januari 1902 zonder discussie of hoofdelijke stemming het Liernurstelsel, dat voor de bewoners van de nieuwe stadswijken een bron van ergernis was, niet meer uit te breiden en tot de aanleg van het gemengde stelsel over te gaan. De jarenlange strijd om het Liernurstelsel, waarbij in een raadszitting eenmaal de publieke tribune moest worden ontruimd, was ten einde.⁸

Het duurde tot 1910 voordat in Amsterdam in de 19e eeuwse wijken een begin gemaakt werd met aanleg van een centraal gemengd rioolstelsel. Er werd een hoofdriool langs de Singelgracht aangelegd en er vond afvoer plaats via een 6,5 kilometer lange persleiding naar het IJsselmeer. In de jaren 1935-1940 werd het centrale stelsel aangevuld met een centraal stelsel voor de kern van de stad. Dit stelsel werd eveneens bemalen door het hoofdrioleringsgemaal aan de Zeeburgerdijk, met afvoer naar het IJsselmeer.⁹

De aanleg van riolering kwam in Nederland laat op gang. De stijgende hoeveelheid afvalwater wat door de snel groeiende bevolking in de steden werd geproduceerd, zorgde ervoor dat de toestand in de grachten snel achteruit ging. De opkomende industrie deed daar nog eens een (behoorlijk!) schepje bovenop. Tot 1890 was in feite slechts sprake van een aanloop van de industrialisatie

en pas tussen 1890 en 1910 mogen we echt van een industriële revolutie spreken.

Veel Nederlandse ingenieurs wilden een groot opgezet gemengd rioolstelsel zoals in Londen, Parijs of Hamburg. Deze stelsels waren zo ruim opgezet dat zij in platbodemschuitjes te bezichtigen waren, iets wat in Nederland niet haalbaar was door de hoge kosten, het ruimtegebrek en een verkeerde bodemgesteldheid. Hierbij speelde ook de productie van rioolbuizen een rol. Rioolbuizen van cement waren pas na 1900 een economisch alternatief. Eigen productie kwam in Nederland laat op gang (onder andere in Rotterdam). Veel buizen moesten uit Engeland en Duitsland worden geïmporteerd. Gemeentelijke ingenieurs gingen toch het liefst uit van grootschalige projecten met systematisch aangelegde rioolstelsels. Tussen 1850 en 1902 werden diverse plannen verworpen:

Tabel 1: Plannen voor het aanleggen van riolering (uit: Daru, '87 en Daru, '93).

Jaar	Plaats	Ingenieur
1858	Rotterdam	Scholten
1863	Arnhem	Van Gendt
1870	Amsterdam	Van Niftrik
1870	Tilburg	Havelaar
1872	Den Haag	Van der Waayen Pieterszen
1872	Arnhem	Henket
1876, 1878	Den Haag	Reinders
1897	Amsterdam	Lambrechtsen van Ritthem
1902	Amsterdam	Van Hasselt

Geen van deze plannen is uitgevoerd. De milieuhygiënische bezwaren tegen het lozen van afvalwater op het oppervlaktewater wogen niet op tegen de kosten voor de aanleg van deze grote rioleringsystemen. Deze kosten bleken zo hoog dat de gemeentebesturen afzagen van de voorgestelde oplossingen.¹⁰

1.3 Het probleem van de oppervlakte-waterverontreiniging

Een belangrijke reden voor het laat op gang komen van de ontwikkeling van de afvalwaterzuivering in Nederland is het feit dat er voldoende rivier- en grondwater in Nederland voorhanden was, niet alleen om afvalwater te lozen maar ook om er drinkwater van te betrekken. De Rijn en de Maas zijn voor Nederland de belangrijkste rivieren voor zowel het lozen van afvalwater als voor het bereiden van drinkwater. Door sterke verdunning van het geloosde afvalwater in bijvoorbeeld de Rijn, ontstonden er geen stank en rottingsprocessen. Deze stank en rottingsprocessen deden zich wel in de veel kleinere rivieren zoals de Theems in Engeland voor. Hierdoor werd de toestand in Engeland veel nijpender dan in Nederland (zie tabel 2).¹¹

Tabel 2: Waterafvoer in m³/sec. rond 1930 van verschillende rivieren gemeten bij gemiddelde waterstand (uit: Smit, '25).

Rivier	Debiet in m ³ /sec.
Rijn bij Düsseldorf	2000
Elbe bij Dresden	270
Elbe bij Magdeburg	500
Oder bij Stettin	300
Roer bij Steele	60
Havel bij Potsdam	60
Spree bij Berlijn	40
Emscher	9
Trent bij Nottingham	100
Theems boven Londen	60
Mersey en Irwell, elk	10,5
Aire	2,3

In Nederland is het langjarige waterafvoergemiddelde van de Rijn bij Lobith 2200 m³/sec., waarvan 1470 m³/sec. via de Waal stroomt en 480 en 250 m³/sec. via respectievelijk de Neder-Rijn en de IJssel. ¹²

De Maas heeft een langjarig waterafvoergemiddelde van 320 m³/sec. ¹³

In 1707 kreeg de Neder-Rijn via het Pannerdensch kanaal een nieuwe, kortere loop. In de periode 1850-1870 werd de stabiele waterverdeling verwezenlijkt, waarbij de Waal 2/3, de Neder-Rijn 2/9 en de IJssel 1/9 van het Rijnwater ontving. Door deze en andere reguleringswerken in de Rijn en de Maas werd het afvoerend vermogen van de grote rivieren vergroot. ¹⁴

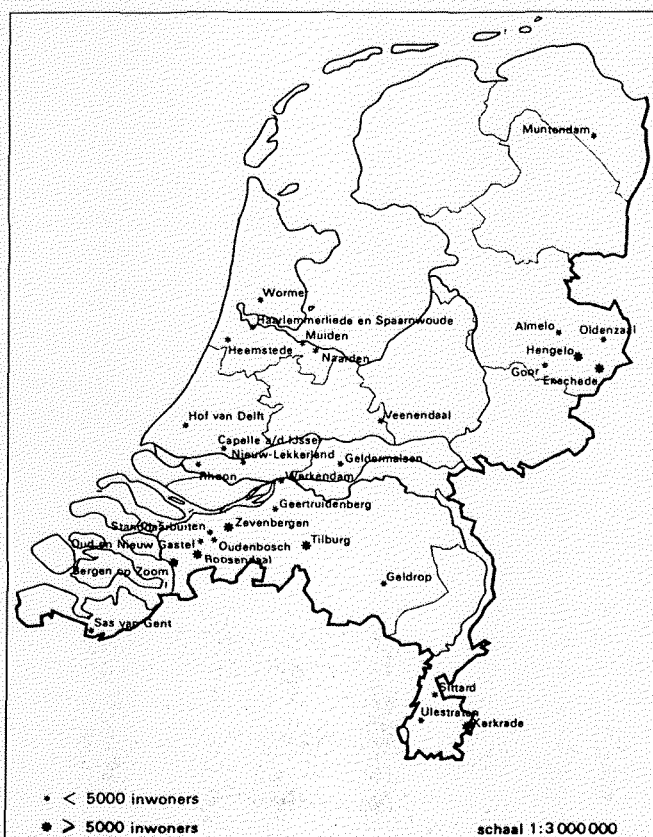
Hiermee is een duidelijke reden aangegeven waarom het vraagstuk van de afvalwaterzuivering in Engeland veel dringender is geweest dan in Nederland en dat de eerste afvalwaterzuiveringsinrichtingen in Engeland zijn gebouwd.

De eerste problemen in Nederland door sterke waterverontreiniging ontstonden in de poldergebieden in het westen en noorden van Nederland en de kleine waterlopen in het oosten en zuiden. Problemen met de verontreiniging in de grote rivieren ontstonden door het toenemend gebruik van rivierwater voor drinkwaterbereiding.

Voor een goed beeld, zowel van de mogelijkheden als de beperkingen voor de drinkwatervoorziening in Neder-

De meest geïndustrialiseerde gemeenten in 1876. (2a). Industrialisatie van steden met bovennormale groei in de periode 1889-1930 (2b) (uit: Smidt, '84).

2a



2b



Figuur 2a: Op grond van de geïnstalleerde stoomkracht in de industrie kunnen de Nederlandse gemeenten in 1876 worden ingedeeld in meer of minder geïndustrialiseerde gemeenten. Voorts zijn de gemeenten ingedeeld naar inwonertal.

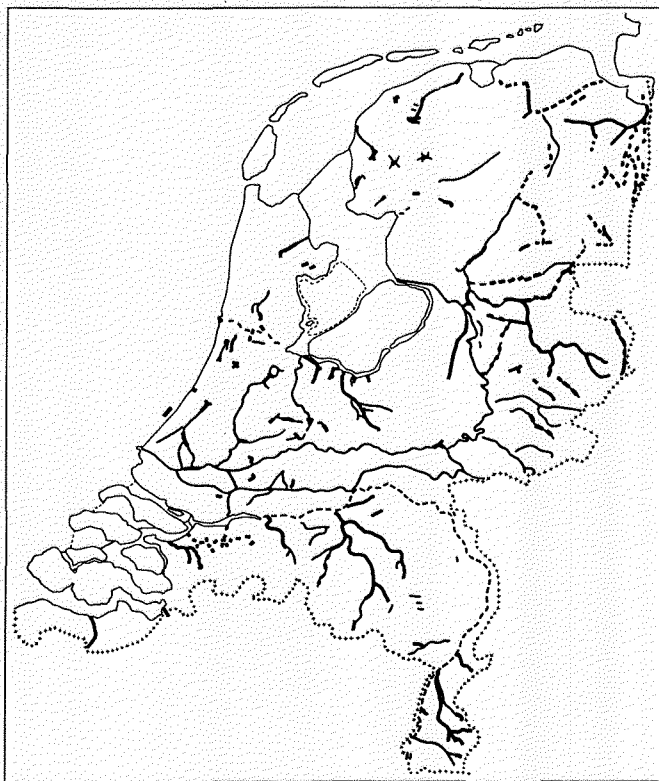
Figuur 2b: Steden met meer dan 5000 inwoners in 1930, die tussen 1889 en 1930 sterker groeiden dan de hele stedelijke bevolking van Nederland. Vooral in Twente, Noord-Brabant en Zuid Limburg blijken dit in 1930 uitgesproken industriesteden te zijn.

land, is inzicht in de geografie van ons land belangrijk. Nederland bestaat uit een laag gedeelte onder de zeespiegel en een hoger gelegen deel. De Hollandse provincies in het westelijk deel van Nederland liggen onder de zeespiegel. De bevolking is daar van oudsher in hoofdzaak aangewezen op oppervlaktewater. De kwaliteit van het water uit stadsgrachten was door de vervuiling bitter slecht. Om de bevolking toch van een beetje drinkwater te voorzien plaatsten stadsbesturen regenbakken, welke methode tot in de negentiende eeuw heeft bestaan. Nadeel was dat bij grote droogte de bakken gauw leeg waren waardoor veel mensen uit armoede overstapten op het vieze water uit de grachten. ¹⁵

In de hoger gelegen delen van Nederland beschikten bewoners over welputten met grondwater. Vrijwel elke stad van enige allure had een fraaie pomp op de markt. Verder waren er meestal meerdere putten over de stad verspreid. Het is niet bekend wanneer deze putten zijn gebouwd. Uit een rekening voor een reparatie aan de stadspuit van Arnhem uit 1366 blijkt dat de Arnhemmers in ieder geval al in de 14e eeuw hun water uit een put haalden. ¹⁶

Het vaak gelegde verband tussen industrialisatie en verstedelijking wordt in ons land pas op regionaal niveau duidelijk. Ten tijde van de industriële revolutie beleefden vijftien uitgesproken industriesteden tussen 1889 en 1930 een meer dan gemiddelde groei, in vergelijking met het landelijke cijfer. Maar liefst dertien daarvan lagen in

Mate van oppervlaktewaterverontreiniging in Nederland in 1960 (uit: Samson, '72).



Figuur 3: Overzicht van de mate van vervuiling rond 1960 van de oppervlaktewateren in Nederland. De dikte van de lijn geeft de mate van verontreiniging weer. Een onderbroken lijn geeft een periodieke verontreiniging aan.

het oosten en zuiden van ons land (Figuur 2b). Figuur 2a brengt in beeld welke gemeenten in 1876 het sterkst geïndustrialiseerd waren afgaande op het gebruik van stoomkracht. ¹⁷

De textielindustrie die kwam opzetten in het oosten en zuiden van Nederland verontreinigde de kleine waterlopen in haar gebied. De waterverontreiniging door de suikerindustrie in het westen van Brabant was periodiek, daar de suikerfabrieken niet het gehele jaar door in bedrijf waren. Andere zware vervuilers waren de strokarton- en aardappelmeelfabrieken in het noorden van Nederland. Ook dit waren campagnebedrijven en dus periodieke vervuilers. De vervuiling door deze fabrieken mag niet onderschat worden. Het afvalwater van de Friesch-Groningsche Suikerfabriek (een van gemiddelde capaciteit) overtrof dat van het toenmalig aantal inwoners van 's Gravenhage.

Figuur 3 geeft een beeld van de verontreiniging van de Nederlandse oppervlaktewateren in 1960. Opvallend in de figuur is dat de sterkste waterverontreinigingen zich nog steeds bevinden in de gebieden waar onder andere de textielindustrie in de jaren dertig bedrijvig is geweest (stroomgebieden van de Dommel in Brabant en de Regge en Dinkel in Overijssel). In Groningen en het westen van Brabant zijn de periodieke watervervuilingen van respectievelijk de aardappelmeel- en strokartonfabrieken en de suikerindustrie te zien. De Maas heeft een fluctuerend debiet omdat deze rivier alleen regenwater afvoert. De verontreiniging van het water is bij een lage afvoer veel groter dan bij een hoge afvoer. Dit is de reden waarom in figuur 3 de Maas met een stippellijn is aangegeven. Figuur 3 vertoont een beeld, dat nog tot in het begin van de zeventiger jaren zijn geldigheid behield. De meest vervuilende bedrijfstakken waren de suiker Raffinaderij, linnenblekerij, katoendrukkerij, distilleerderij, papiermakerij, textielweverij, leerlooierij, aardappelmeelfabriek, bierbrouwerij, strokartonfabriek, olieperserij en zeepziederij.

Deze bedrijven hadden twee dingen met elkaar gemeen: schoon water was onontbeerlijk voor hun eigen productie, en tegelijkertijd waren ze zelf grote watervervuilers. De bedrijven reden elkaar met hun vuile afvalwater vaak lelijk in de wielen. De Haarlemse bierbrouwers hadden bijvoorbeeld veel last van het bleek- en stijfseiwat dat de linnenblekers vrijelijk in de sloten lieten lopen. Dankzij een proces kregen de bierbrouwers in 1582 gedaan dat de linnenblekers hun afvalwater moesten laten bezinken in zogeheten *stinkerds*. Lozen op het oppervlaktewater was er niet meer bij. Ondanks deze gerechtelijke uitspraak ontdoken de blekers de bepaling op grote schaal en ze loosden illegaal. Pas in 1747 greep het Hoogheemraadschap van Rijnland in en maakte een eind aan deze wantoestanden. ¹⁸

1.4 De aanpak van de oppervlaktewaterverontreiniging

Het enorme probleem van de waterverontreiniging aan het eind van de 19e eeuw vloeide voort uit de gangbare

neiging om het oppervlaktewater te beschouwen als het *meest natuurlijke reservoir* voor het afvoeren van afvalstoffen. De oppervlaktewateren werden sterk verontreinigd doordat men de bedenkelijke inhoud van de straatriolen langs een zo kort mogelijke weg trachtte af te voeren. De wantoestanden die zich in eerste instantie openbaarden in de steden gaven aanleiding om daar betere riolering aan te leggen. Zoals beschreven waren in die tijd nog veel mensen aangewezen op het gebruik van oppervlaktewater als drinkwater.¹⁹

In de minder dicht bevolkte gebieden zoals de veenkolonien was de situatie al niet veel beter. Omdat het merendeel van de bevolking werkzaam was in de aardappelmeel- en strokartonfabrieken werd het periodiek zwaar verontreinigde oppervlaktewater voor lief genomen.

Aan de ontwikkeling en de toepassing van afvalwaterzuiveringsinrichtingen is een zeer langzaam proces voorafgegaan. Het heeft vele jaren geduurd voordat in Nederland een nationale wettelijke regeling ter bestrijding van de verontreiniging van oppervlaktewater tot stand kwam.

In 1865 werd de wet regelende het geneeskundig staats-toezicht van kracht. Deze wet gaf geen regels voor het verbeteren van de volksgezondheid, maar bood slechts een kader waarbinnen regelingen tot stand konden worden gebracht op grond van onderzoek naar de omstandigheden. Geneeskundige Raden, Inspecteurs en Adjunct-Inspecteurs waren belast met een adviserende en voorlichtende taak. Een andere taak bestond uit het onderzoek naar de toestand van de volksgezondheid (art. 1a). Zij verzamelden onder andere de klachten die hierover bij Gezondheidscommissies en particuliere verenigingen dan wel rechtstreeks bij hen werden ingediend. Ook moesten de klachten die door gemeentebesturen werden ontvangen om advies aan hen worden voorgelegd. Zij hadden op deze wijze een goed overzicht van de problemen in hun ambtsgebied. In hun jaarlijkse *Verslag aan den Koning* rapporteerden zij aanvankelijk vrijwel al hun bemoeienissen inzake de geuite verontreiniging over verontreiniging van de omgeving. Vanaf 1866 bestaat er dus een overzicht van klachten over onhoudbaar geachte problemen inzake de milieuhygiëne in Nederland! Hierbij moet rekening worden gehouden met het feit dat de indieners van klachten minder hardnekkig waren dan de verontreinigingen zelf. Nadat van een bepaalde verontreiniging in een *Verslag* melding was gemaakt, vond dit over het algemeen in volgende jaren niet steeds weer plaats. Dit betekende in de meeste gevallen echter niet, dat het probleem ook was opgelost. De vervuiling ging vaak jarenlang zonder vermelding door.²⁰

Het nemen van maatregelen was nadrukkelijk voorbehouden aan de gemeentebesturen. Zeer treffend wordt het gebrek aan begrip waarmee de inspecteurs te kampen hadden geïllustreerd door de uitspraak van het Eerste Kamerlid W.F. Büchner, die geen enkel nut zag in maatregelen ter bestrijding van besmettelijke ziektes: *De ziekten ontstaan, groeien, bereiken een hoogen trap en nemen weder af en maatregelen daartegen helpen weinig of niets.*²¹

De geringe waardering voor de geneeskundige inspecteurs en adjunct-inspecteurs uitte zich ook in de hoogte van de salarissen en overige kosten op de Rijksbegroting. Dit was niet meer dan 0.04% van de totale begroting (fl. 49.000,-). Een aantal medische auteurs wezen in die tijd op de discrepantie die er bestond tussen de uitgaven voor defensie en medische politie, terwijl de vijand van de volksgezondheid volgens de medici reëler en gevaarlijker was.²²

In 1873 werd gepleit door de geneeskundige inspecteurs van de volksgezondheid voor noodzakelijke wetgeving op het gebied van afvalwaterzuivering. Daartoe werd een wetsvoorstel ingediend. Helaas heeft dit ontwerp geen genade kunnen vinden bij de regering.

De wettelijke toestand in Nederland werd beheerst door de Hinderwet (2 juni 1875). Er werd echter al snel ingezien dat de Hinderwet tegen de verontreiniging van oppervlaktewater onvoldoende verweermiddel gaf.²³

De Hinderwet was niet bedoeld ter bestrijding van de waterverontreiniging, maar om hinder door fabrieken en dergelijke voor de omwonenden te voorkomen. Het waren vooral de industrieën die vanaf het begin van de 19e eeuw zich schuldig hebben gemaakt aan het verontreinigen van de oppervlaktewateren.

Er zijn twee oorzaken aan te wijzen waarom het zo ver gekomen is:

- Laksheid of onwil van de gemeentebesturen die vaak niet durfden of wilden optreden, hetzij door eigen geringe financiële middelen, hetzij doordat ze de industrie die zich wilde vestigen niet wilden ontmoedigen.
- De onmogelijkheid waarin de gemeentebesturen verkeerden om de industrieën een middel aan te wijzen om hun afvalwater te zuiveren en daarbij binnen de grenzen van het financieel mogelijke te blijven.

Waar men gemeenten als schuldig kon aanwijzen daar waren meestal industrieën de oorzaak van de verontreiniging, bijvoorbeeld in Tilburg en Enschede met de textielindustrie en Groningen met de strokarton- en aardappelmeelfabrieken. Door vergunningsvoorwaarden konden gemeenten, provincies en waterschapsbesturen in die tijd weinig uitrichten tegen overtredingen van de industrieën.

De Hinderwet kon de gemeentebesturen helpen om vervuiling door fabrieken te beperken ten bate van de burgers. Een verbod tot lozing of een oplegging van voorwaarden werd afhankelijk gesteld van door belanghebbenden ingebrachte, of bij BenW gerezen bezwaren. Tot die belanghebbenden behoorden niet de benedenstrooms gelegen gemeenten. Zo heeft de gemeente Oisterwijk lange tijd machteloos de verontreiniging aangezien die Tilburg in de Ley veroorzaakte. Door een civiele procedure werd de gemeente Tilburg een boete opgelegd.²⁴

Op 18 oktober 1897 werd een commissie in het leven geroepen die onderzocht 'welke maatregelen behoren te worden genomen ter voorkoming van, voor de volksgezondheid schadelijke, verontreiniging der openbare wateren'. Aanleiding voor de oprichting was de enorme



waterverontreiniging in de provincie Groningen door de aardappelmeel- en strokartonfabrieken. In 1901 werd verslag gedaan, vergezeld van een wetsvoorstel. Opvallend in het verslag is dat er al gesproken wordt over de vervuiling van wateren die Nederland binnenstromen. Het moet worden betreurd dat het monumentale werk van deze commissie geen feitelijk effect heeft gesorteerd. Het wetsvoorstel houdende voorzieningen tegen hinderlijke of schadelijke waterverontreiniging, dat in 1903 werd ingediend werd na nimmer in de Kamer te zijn behandeld in 1905 ingetrokken. In 1908 werd er voor het vraagstuk van het zuiveren van het afvalwater van de aardappelmeel- en strokartonfabrieken een aparte commissie ingesteld.²⁵

Volgens de Staatscommissie van 1897 was het duidelijk dat het oppervlaktewater ongeschikt was als drinkwater. Soms werd het oppervlaktewater ondrinkbaar gemaakt, zoals door het gemeentebestuur van Breda, dat in 1892 uit vrees voor het uitbreken van een cholera-epidemie petroleum aan het grachtwater toevoegde. Zolang het drinkwater niet grotendeels uit waterleidingen werd betrokken, bleven de gezondheidsrisico's groot. De bezorgdheid over de toestand van de openbare wateren bleef bij velen bestaan. De aanleg van rio-lering leek aanvankelijk de oplossing van het probleem te bieden, totdat steeds meer duidelijk werd dat hiermee slechts een verplaatsing van de vervuiling werd bereikt.²⁶ Intussen werd ook in andere delen van het land de toestand ongunstiger. In 1904 werd in Tilburg een Rijksproefinstallatie gebouwd om de mogelijkheid van biologische reiniging van het afvalwater van de textielindustrie nader te onderzoeken. De hiertoe benoemde 'Septic-tank commissie' heeft ook elders inrichtingen gebouwd en daarover uitvoerige rapporten doen verschijnen. In 1912 werd de commissie en ook de proefinstallatie te Tilburg opgeheven, waarmee men terugviel tot een politiek van afwachten en uitstellen. In 1906 kwam in Voorburg de eerste biologische afvalwaterzuiveringsinrichting (twee septictanks en twee oxydatiebedden) in gebruik. In 1923 werd deze echter gesloten, het afvalwater werd met een persleiding naar zee gevoerd. De kosten en de nodige deskundige kennis die de inrichting vereisten wogen te zwaar tegen het eenvoudig afvoeren van het afvalwater.²⁷

De overheid erkende dat de Hinderwet gebreken vertoonde en trachtte een verbetering te bereiken door een in 1912 aanhangig gemaakte aanvulling van deze wet. Hieraan lag ten grondslag een scheiding tussen gemeentelijk rioolwater en industrieel afvalwater. Aan dit ontwerp Riolenwet 1914, regelende het toezicht op bestaande en aan te leggen riolen door de gemeenten ging een lange periode van discussie vooraf. Met de antwoorden op het voorlopig verslag in de Tweede Kamer op het ontwerp Riolenwet 1914, waarbij een hernieuwd ontwerp Riolenwet was gevoegd, wachtte de regering tot februari 1922, maar ook deze poging een algemene wettelijke regeling tot stand te brengen mislukte.²⁸

In het begin van deze eeuw werd duidelijk dat de problematiek van de waterverontreiniging vroeg om een

meer gestructureerde aanpak en stringenter maatregelen. De Rijksoverheid kreeg een grotere inbreng in de zaken. Op 30 juli 1920 werd besloten tot oprichting van het Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater (RIZA). Lang voor de instelling van het Instituut was zowel in ons land als in het buitenland in de praktijk gebleken dat men ter verbetering van de kwaliteit van de oppervlaktewateren niets bereikte zolang tegenover degenen die de oorzaak van de verontreiniging waren, door de betrokken autoriteiten niet kon worden aangegeven hoe afvalwaterzuivering het doelmatigst zou kunnen geschieden. De Regering had sedert 1908 ten aanzien van industrieel afvalwater de lijn gevolgd om proefondervindelijk de praktische mogelijkheid van zuivering aan te tonen (onder andere met de proefinstallatie bij Tilburg). Deze bemoeiingen waren niet alleen in het belang van de verontreinigers, maar ook van de autoriteiten die hen noopten tot het treffen van maatregelen.

Het RIZA kreeg als taak 'de waterverontreiniging te bestrijden en te voorkomen en wel door het verrichten van onderzoekingen, zowel aan het Instituut zelf als aan proefinrichtingen elders en door andere werkzaamheden, die dienstig worden geacht'. Tot halverwege de zestiger jaren lag de nadruk van het RIZA sterk op de bouw van zuiveringsinrichtingen.²⁹

Na 1920 trad een verschuiving op in de aard van de verontreinigingen. Gaandeweg werd het aandeel van de industrie hierin niet alleen groter, maar ook venijniger van karakter. Bij de vervuiling met voornamelijk organische en afbreekbare stoffen kwamen andere componenten, die meestal een langduriger en meer ingrijpende invloed hadden. Het huishoudelijke vuil werd als gevolg hiervan al in de periode 1920-1940 in kwalitatief en kwantitatief opzicht van minder belang. In de jaren na 1945 zette deze ontwikkeling zich in sterke mate voort.

De noodzaak om zuiveringsinrichtingen te bouwen groeide. Tot ver in de zestiger jaren waren de gemeenten de voornaamste opdrachtgevers voor het ontwerpen en bouwen van een zuiveringsinrichting. Het RIZA verzorgde in hun beginjaren het mechanische en elektrische gedeelte van een inrichting. Tevens bepaalde het RIZA in die tijd de toelaatbare overstortfrequentie, keuze van het ontvangende water, het lozingspunt, mate van zuivering, keuze van het zuiveringssysteem, plaats van zuivering en grootte van het zuiveringsterrein. Hierna werd schriftelijk advies aan het gemeentebestuur, met globale raming van de kosten gegeven en een bereidheidsverklaring gevraagd om een ontwerp voor een zuiveringsinrichting te maken. Tot 1960 controleerde het RIZA de werking van zuiveringsinrichtingen en tot 1970 gaf ze aanwijzingen bij de bouw van inrichtingen. Deze taken zijn langzamerhand overgenomen door ingenieursbureaus.

In de oorlogsperiode 1940-1945 heeft de zuivering van afvalwater en de industriële ontwikkeling in Nederland op een laag pitje gestaan. Tengevolge van de oorlogsjaren en door verschillende andere oorzaken is de regelmatige verschijning van bijvoorbeeld de jaarverslagen van het RIZA gedurende 10 jaren (begin 1938 tot eind 1947) onderbroken geweest. De oorlogsjaren hebben

ook ontwrichtend gewerkt op de sanering van enkele verontreinigde gebieden. De Apeldoornse Griff, de Utrechtse Vecht, de Rijnlandse boezem, de Mark, het bekencomplex van de Regge en Dinkel en het stroomgebied van de Ley zouden anders reeds afdoende zijn gesaneerd. Daarnaast waren er tal van projecten in kleinere gemeenten, waarvan de oorlog de uitvoering heeft tegengehouden. Enige zuiveringsinrichtingen zijn in de eerste oorlogsjaren of na de bevrijding pas voltooid.³⁰

In Amsterdam zijn de afvalwaterzuiveringsinrichtingen vrijwel steeds in bedrijf gebleven. Door de mobilisatie was er vanaf augustus 1939 tot begin 1940 wel minder toezichthoudend personeel; er konden alleen periodiek visuele waarnemingen worden gedaan. Door de oorlog stagneerde de verkoop van actief-slib (bacteriemateriaal uit de zuiveringsinrichting dat geschikt was als meststof in de landbouw) en de elektriciteits-schaarste zorgde ervoor dat vanaf 1944 de beluchtingsapparatuur, om het bacteriemateriaal te voorzien van voldoende zuurstof, soms maar op halve kracht kon blijven functioneren. In de laatste maanden van de oorlog werd in Amsterdam de levering van elektriciteit geheel stopgezet waardoor het actief-slib uit de installatie moest worden vernietigd in verband met de mogelijke stankoverlast. Na de bevrijding werd de zuivering weer opgestart. De zuiveringsinrichtingen in Amsterdam waren niet ongeschonden. Zo kon de hoeveelheid gas, die ontstaat bij het zuiveringsproces, niet worden gemeten doordat de gasmeterolie uit de gasmeters was onttrokken. Ook een gedeelte van de cokesstenen, die voor de afvalwaterzuivering in Watergraafsmeer nodig waren werd onttrokken, waarschijnlijk om eigen kacheltjes op te stoken. Het ander gedeelte van de cokesstenen werd ter beschikking gesteld aan de Centrale Keukens.³¹

In Overijssel (Regge en Dinkel Commissie 1926) en na de oorlog in Noord Brabant (Dommel Commissie 1947) werden studietoelagen opgericht om oplossingen voor de waterverontreiniging voor te bereiden. De waterverontreiniging door de aanwezige textiel- en ververij-industrie had in het stroomgebied van de Regge en de Dinkel tot veel klachten van de bevolking geleid. De studietoelagen kwamen tot de conclusie dat de gemeenten meestal niet de meest geschikte organen waren voor een zo specialistische taak als het zuiveren van afvalwater. De voorkeur werd gegeven aan de waterkwantiteitsbeheerders (de waterschappen), die meestal over het gebied van meerder gemeenten de zorg voor een goede waterbeheersing hebben.³²

Het waterschap De Dommel (Noord Brabant) kreeg als eerste waterschap in Nederland op 1 januari 1950 tot taak de actieve bestrijding van de waterverontreiniging. Vanaf 1 januari 1975 was er voor elk oppervlaktewater in Nederland een waterkwaliteitsbeheerder.

Na de oorlog werd ingezien dat de belangen die door waterverontreiniging werden geschaad zich op velerlei gebieden voordeden. Over de bedreiging van de volksgezondheid is al het een en ander vermeld. Er waren ook nadelen met minder treffende gevolgen die de moeite waard waren bestreden te worden. De visserij is de bedrijfstak waarbij het kwaad van de waterverontreiniging direct in het oog springt. Het ging hierbij om het

bestaan van een niet onbelangrijk deel van de bevolking en de bedreiging van werkgelegenheid.

Omstreeks 1940 werd er in het IJsselmeer rond 10 miljoen kilogram vis per jaar gevangen. Een getal waarvan het economische belang niet onderschat mag worden. Zeker niet wanneer deze visserij het net zo zou vergaan als de zalmvisserij op de grote rivieren, die in hoofdzaak door de toenemende vervuiling in economische betekenis geweldig heeft ingeboet. Waterverontreiniging heeft ook slechte gevolgen voor de recreatie. Een zorg voor veel planologen in die tijd, hetgeen een bewijs is voor de belangrijkheid ervan. Het is ook een bewijs dat ingezien werd dat er geld uitgegeven diende te worden aan het verbeteren van de kwaliteit van de oppervlaktewateren.³³ Tot omstreeks 1965 waren in ons land de gemeenten belast met de zuivering van het afvalwater. Het bouwen van een zuiveringsinstallatie werd gezien als het sluitstuk van de aanleg van riolering. Meerdere gemeenten hebben deze taak op voorbeeldige wijze daadwerkelijk uitgevoerd, maar veel méér gemeenten lieten het in de jaren vijftig bij de toezegging plannen te zullen maken. De oorzaak hiervan was meestal gebrek aan financiële middelen. Men berekende in die tijd dat de bouw van een biologische waterzuivering voor een stad fl. 100,- per inwonerequivalent (i.e.) zou kosten, terwijl de exploitatiekosten voor een inrichting van 50.000 inwonerequivalenten, jaarlijks fl. 500.000,- vereisten.³⁴

Een inwonerequivalent is een maat voor de hoeveelheid vervuiling, die dagelijks door 1 persoon wordt geloosd, uitgedrukt in de hoeveelheid zuurstof die nodig is om deze verontreiniging volledig te oxyderen. De jaarlijkse kosten van het oxydatief-biologisch zuiveren werden geschat op f 8,- à f 12,- per aangesloten inwonerequivalent en bij volle belasting. Voor grote inrichtingen wordt dit bedrag lager, voor kleinere inrichtingen hoger.³⁵

Daarboven komen nog de kosten voor de rioleringswerken en de kosten van transport van het afvalwater naar de zuiveringsinrichting.

In de jaren zestig werd door de overheid veel geld aan gemeenten beschikbaar gesteld om de werkloosheid aan te pakken, vooral in Brabant en het noorden van Nederland. De wet Dienst Aanvullende Civiele Werken (DACW) zou de nodige arbeidsplaatsen moeten opleveren. De wet was alleen bedoeld voor civiele werken, waar riolering niet onder viel. In een beperkte tijdsperiode werden civiele werken gebouwd met soms 90% subsidie en zo weinig mogelijk machinerie. Dit leidde soms tot vreemde situaties. Naast goed werkende inrichtingen bleef onder andere in Ommen en 't Zandt in Groningen een onbelaste afvalwaterzuiveringsinrichting staan. Door de nog niet volledige riolering was er niet alleen weinig aanvoer van afvalwater, maar doordat de machines toch werden geïnstalleerd zaten de werknemers vrijwel zonder werk. Pas in de zeventiger jaren werd er door het VROM 'de verrijningsregeling' voor de aanleg van riolering ingesteld.³⁶

Een andere maatregel van de Rijksoverheid was de *Korthals-regeling* die de bouw van zuiveringsinrichtingen stimuleerde. De *Korthals-regeling* hield in dat op zuiveringsinrichtingen, waarvan de bouw voor 1 januari



1971 begon, een subsidie door de overheid werd verleend van 25 procent op de totale bouwkosten.³⁷ Naast deze subsidie van de Rijksoverheid was het ook mogelijk dat de Provincie een bijdrage kon leveren. Aan de voorbereiding van de huidige Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren (WVO) werd in het begin van de jaren vijftig begonnen. De Wet schiep de mogelijkheid om de problemen in groter verband te behandelen.³⁸

Met de WVO werd een heffingstelsel ingevoerd op basis van het principe: *de vervuiler betaalt*. Hierdoor moeten industrieën en burgers zuiveringslasten betalen, berekend op basis van de hoeveelheid geloosde inwonerequivalenten. Met het toenemen van de hoogte van de heffingsbedragen zijn sommige bedrijven uit economisch oogpunt overgegaan tot het zuiveren van het eigen afvalwater. Het valt buiten de afbakening van dit rapport om de hele ontwikkeling van de industriële afvalwaterzuivering te behandelen.

In de eerste jaren na het in werking treden van de WVO richtte de aandacht zich vooral op zuurstofbindende stoffen.

Eind zeventiger jaren is de belangstelling verlegd naar:

- * niet zuurstofbindende stoffen. Tot deze categorie stoffen behoren:

- nutriënten (onder andere fosfaat en nitraat)

- * toxische stoffen. Tot deze categorie stoffen behoren:

- anorganische microverontreinigingen (zoals zware metalen)

- organische microverontreinigingen (zoals persistente pesticiden en polychloorbifenylen (PCB)).

Vanaf 1970 worden steeds hogere eisen gesteld aan het te lozen effluent van afvalwaterzuiveringsinrichtingen. De zuivering van afvalwater is tegenwoordig vrijwel geheel gericht op het verwijderen van stikstof- en fosfaatverbindingen. Deze verbindingen eutrofiëren (verrijken met voedsel) het oppervlaktewater. Dit leidt tot overmatige algengroei. Er ontstaat een enorme zuurstofbehoefte wanneer de algen afsterven waardoor vissterfte kan optreden. Tegenwoordig worden veel bestaande afvalwaterzuiveringsinrichtingen aangepast om deze verbindingen verregaand te verwijderen. In 1968 werd in Elburg de eerste zuiveringsinrichting gebouwd met een chemische defosfatering.³⁹

Belangrijke huidige ontwikkelingen in de afvalwaterzuivering gaan in de richting van capaciteitsuitbreiding en centralisatie van inrichtingen. Dit gaat ten koste van de kleinere inrichtingen. Het betekent een toename van het aantal grote inrichtingen die centraal zeer veel afvalwater behandelen. Het is de vraag of dit in verband met het optreden van calamiteiten een goede zaak is.

Samenvattend

Voor na 1850 groeide de belangstelling voor de milieu-problematiek. De oorzaken hiervoor waren: 1. epidemieën; 2. enorme bevolkingsgroei; 3. verpestende stank van rottend afval.

Na de eeuwwisseling zorgde de industrie voor een extra toename van de waterverontreiniging. De onhygiënische toestanden waren enorm.

De riolering kwam in Nederland, ten opzichte van Engeland, laat op gang. Het Liernurstelsel en het tonnenstelsel waren niet meer te handhaven door de steeds groter wordende stroom afvalwater die ontstond door de aanleg van drinkwaterleiding en het plaatsen van waterclosets. Het probleem van de waterverontreiniging verplaatste zich van de grachten naar de oppervlaktewateren door het leggen van gemengde rioolstelsels. Door de geringere hoeveelheid oppervlaktewater begon de noodzaak om te zuiveren in Engeland en Duitsland eerder dan in Nederland.

Het wettelijk kader in Nederland werd gevormd door de Hinderwet (2 juni 1875) maar bood weinig mogelijkheden tegen de waterverontreiniging. Vooral de industrie in Groningen (aardappelmeel) en Brabant (textielindustrie) zorgden voor enorme waterverontreiniging.

In 1920 werd het RIZA (Rijksinstituut Zuivering Afvalwater) opgericht. Dit instituut bood de mogelijkheid het afvalwaterprobleem in groter verband aan te pakken. In de beginjaren lag de taak van het RIZA vooral in de begeleiding van de bouw van zuiveringsinrichtingen. Met de komst van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren (WVO 1970) is er een kader ontstaan om de waterverontreiniging aan te pakken. Na de invoering van deze wet werd het voor veel industrieën economisch soms voordeliger het eigen afvalwater te zuiveren.

Hoofdstuk 1, noten

1. Groen jr., 5
2. Smidt, Bewoningsgeschiedenis, 17-18
3. van Zon, 4-7; Werkman, 2-9
4. VPB, 16
5. Lintsen, 62-71
6. Koot, Liernur, 682-686; Lintsen, 62-71; Daru, toekomst, 1-10
7. Werkman, 16
8. Koot, Liernur, 685
9. Wismeijer, 155
10. Daru, 3-4
11. Hopmans, gezondheidszorg, 8-9
12. RIWA, Rijn, 9
13. RIWA, Maas, 8
14. Smidt, water, 14
15. Wijmer, 42
16. Wijmer, 43
17. Smidt, Bewoningsgeschiedenis, 18
18. Wijmer, 41

19. Hopmans, Geschiedenis, juni, 103-104
20. van Zon, 8
21. van Zon, 49
22. van Zon, 51
23. Bakker, 59; Bloemendal, 5
24. Smit, 156
25. van Zon, 66-67
26. van Zon, 64
27. Bakker, 15; RIZA, stedelijk, 1
28. Bakker, 14; Koot, behandeling, 13
29. Bloemendal, 7
30. Hopmans, Afvalwaterzuivering, 2
31. Kruize, 24-25
32. van Selm, 492
33. Hopmans, gezondheidszorg, 11
34. Oss, 145
35. Zijlstra, 25
36. Persoonlijke mededeling, Esveldt
37. van Selm, 495
38. van Zon, 246
39. Persoonlijke mededeling, van Lohuizen

2. ONTWIKKELING VAN DE ZUIVERINGSTECHNIEK; 1850 - 1970

In dit hoofdstuk zal aandacht worden besteed aan de ontwikkeling van de techniek van afvalwaterzuivering. De apparatuur die op de bezochte inrichtingen is gevonden en die een meerwaarde geeft aan de gehele inrichting wordt in hoofdstuk 5 besproken. De slibverwerking zal alleen aandacht krijgen in een paragraaf over de ontwikkeling van de inrichtingen voor slibgisting.

Voordat er een uitgebreid overzicht wordt gegeven van de ontwikkeling van de afvalwaterzuivering zal kort ingegaan worden op het zogenaamde zelfreinigend vermogen van oppervlaktewater.

2.1 Zelfreinigend vermogen van oppervlaktewater ¹

Wanneer afvalwater in oppervlaktewateren wordt geloosd zorgt een vrij ingewikkelde combinatie van chemische en vooral biologische processen ervoor dat de organische fractie wordt omzet in anorganische. Met de anorganische (minerale) fractie gebeurt weinig. Dit proces noemt men het *natuurlijke zelfreinigingsproces*. Dit proces ligt ook ten grondslag aan de te bespreken biologische zuiveringsprocessen, welke in wezen min of meer geslaagde copieën zijn van de wijze waarop de natuur voor de mens allerlei onaangenaamheden uit de weg tracht te ruimen.

Het zelfreinigend vermogen van oppervlaktewateren is een buitengewoon gelukkige omstandigheid. Wanneer dit vermogen er niet zou zijn geweest dan zou de aarde reeds lang geleden onbewoonbaar zijn geworden. Het zelfreinigend vermogen van onze rivieren, kanalen, meren en zelfs zeeën kent echter grenzen die niet overschreden mogen worden. De natuurlijke hulpmiddelen die vroeger overvloedig beschikbaar waren schieten te kort om te voldoen aan de omvangrijke en veel hogere eisen die de volkshuishouding thans stelt. Sinds 1850 werd men zich ervan bewust dat het zelfreinigend vermogen ernstig geschaad werd. In zeer veel gevallen was het oppervlaktewater niet in staat zich te herstellen wat resulteerde in schadelijke of hinderlijke gevolgen van de afvalwaterlozingen.

2.2 De huishoudelijke en industriële verontreinigingen in afvalwater ²

De samenstelling van rioolwater wordt door een aantal factoren bepaald. Het rioolwater bestaat uit: huishoudelijk afvalwater, industrieel afvalwater, regenwater en water dat door scheuren in het riool lekt.

Het huishoudelijk afvalwater bestaat uit:

- afvalwater van de toiletten;
- afvalwater van afwassen, schoonhouden van het huis, wassen van levensmiddelen e.d., alsmede was-

water en badwater afkomstig van de dagelijkse lichaamsverzorging. Met dit afvalwater worden zeer grote hoeveelheden zeep, vet, etensresten, onreinigheden van de huid en van groenten e.d. afgevoerd.

De concentratie aan verontreinigde stoffen van het afvalwater kan sterk wisselen afhankelijk van een groter of kleiner waterverbruik en van de welstand van de bewoners. Dit afvalwater is krachtens oorsprong en karakter afvalwater in de juiste zin van het woord.

Het is onmogelijk om verhoudingen of concentraties aan te geven waarin verschillende stoffen of groepen van stoffen in 'normaal' huishoudelijk afvalwater voorkomen omdat ieder huis zijn 'eigen' afvalwater produceert.

Een ander deel van het afvalwater in het riool is afkomstig van de industrie. Afvalwater van de industrie kenmerkt zich in het algemeen door een betrekkelijk hoge concentratie aan verontreinigingen en door een in vergelijking met huishoudelijk afvalwater éézijdige samenstelling. Een uitzondering hierop is het koelwater dat door industrie wordt geloosd. Dit 'afvalwater' veroorzaakt echter een stijging van de temperatuur van het ontvangende water waardoor het biologisch evenwicht wordt verstoord.

In de meeste gevallen worden stoffen met het industriële afvalwater afgevoerd, die door een meer of minder ingrijpende behandeling (respectievelijk door een eenvoudig wasproces of een behandeling bij hoge temperatuur met chemicaliën) uit de grondstoffen moeten worden verwijderd om tot het eindproduct te komen. Bij het eerst bedoelde wasproces ontstaat bijvoorbeeld het kolenwaswater en het afvalwater van aardappelmeel- en papierfabrieken. Voorbeelden van de tweede groep vormen het afvalwater van cellulosefabrieken (waarbij uit de grondstof, hout, alle bijmengselen door koken onder druk met verschillende logen worden verwijderd), dat van katoenblekerijen en van strokartonfabrieken. Het afvalwater bevat dus behalve de 'verontreinigingen' van de grondstof, tevens de chemicaliën die ter vergemakkelijking van de verwijdering daarvan expres zijn toegevoegd. Deze laatste kunnen in sommige gevallen de eerste sterk overheersen en daardoor het karakter van het afvalwater in hoofdzaak bepalen, zoals bij een wasserij of het ontharen van huiden, wanneer daarbij zwavelnatrium wordt gebruikt. Dikwijls bevat afvalwater voornamelijk stoffen die zijn toegevoegd met het doel een omzetting of veredeling van de grondstof of van het tussenproduct te bewerken, bijvoorbeeld verfwater, looivocht en tenslotte bestaat het soms in hoofdzaak uit spoelwater van wanden, vloeren en apparaten waarin de produkten zijn bereid. Hiertoe behoort de grote groep van soorten afvalwater die afkomstig is van de voedings- en genotmiddelenindustrie. Het industriële afvalwater bevat als regel dezelfde stoffen die ook in de grondstoffen van het bedrijf voorkomen.

Uit bovenstaande blijkt dat in verreweg de meeste geval-



len de samenstelling en de aard van het afvalwater bepaald worden door de aard van de verwerkte grondstoffen. Daarnaast speelt ook het gevolgde procédé een rol. Dat wil zeggen dat bedrijven in eenzelfde branche toch verschillend afvalwater kunnen lozen. Voor een juiste beoordeling van de afvalwatersituatie van een bedrijf is derhalve een grondige kennis van hetgeen zich in de fabriek afspeelt zeer belangrijk.

Om inzicht te krijgen in het soort afvalwater dat de industrie op de oppervlaktewateren heeft geloosd of loost wordt een korte indeling in drie hoofdgroepen gegeven. In bijlage D zijn uitgebreide tabellen met exactere afvalwaterkarakteristieken van de verschillende industrieën opgenomen.

A. In de eerste plaats worden de industrieën genoemd waarvan het afvalwater hoofdzakelijk bestaat uit organische verontreiniging. Deze verontreinigingen zijn biologisch makkelijk afbreekbaar maar kunnen na lozing in oppervlaktewateren een rottingsproces in gang zetten.

1. de voedings- en genotsmiddelenindustrie (zuivel-fabrieken, slachthuizen, vleeswarenfabrieken, groente- en fruitconservenfabrieken, bierbrouwerijen, kleine limonadefabrieken, distilleerderijen en gistfabrieken, aardappelmeel- en maïsstijfsel-fabrieken, suikerfabrieken, reukstoffenfabrieken en de olie- en vetindustrie)
2. de papierindustrie (houtslip- en cellulosefabrieken, strokarton- en stofffabrieken, couranten-papier-, pakpapier- en schrijfpapierfabrieken)
3. wasserijen en chemische ververijen en stomerijen
4. textiel- en lederindustrie (katoenblekerijen en ververijen, looierijen, vlasroterijen, wolwasserijen en ververijen)

B. Laatstgenoemde zou men ook kunnen onderbrengen in een tussengroep die wordt gekenmerkt door het feit dat zowel de organische als de anorganische bestanddelen van het afvalwater als de verontreinigende factoren kunnen worden beschouwd. Verder kan men hiertoe rekenen:

1. de kunstzijdeindustrie
2. gasfabrieken en kokerijen

C. Tenslotte de groep waarvan de vertegenwoordigers afvalwater lozen dat voornamelijk door hun gehalte aan anorganische stoffen tot moeilijkheden aanleiding kan geven, waartoe behoren:

1. de kolenwasserijen
2. de metaalindustrieën, voornamelijk de ijzerbeitserijen

2.3 De ontwikkeling van de afvalwaterzuivering in Nederland

De ontwikkeling van de afvalwaterzuivering heeft zich voor een groot deel buiten Nederland afgespeeld. De toestand door verontreiniging van de oppervlaktewateren was vooral in Engeland en Duitsland veel nijpender dan in Nederland. Niet alleen door bevolkingsgroei en de industriële revolutie die begon in Engeland en enorm bijdroeg aan het probleem, maar ook door het ontbreken van voldoende oppervlakte- en grondwater in die landen.

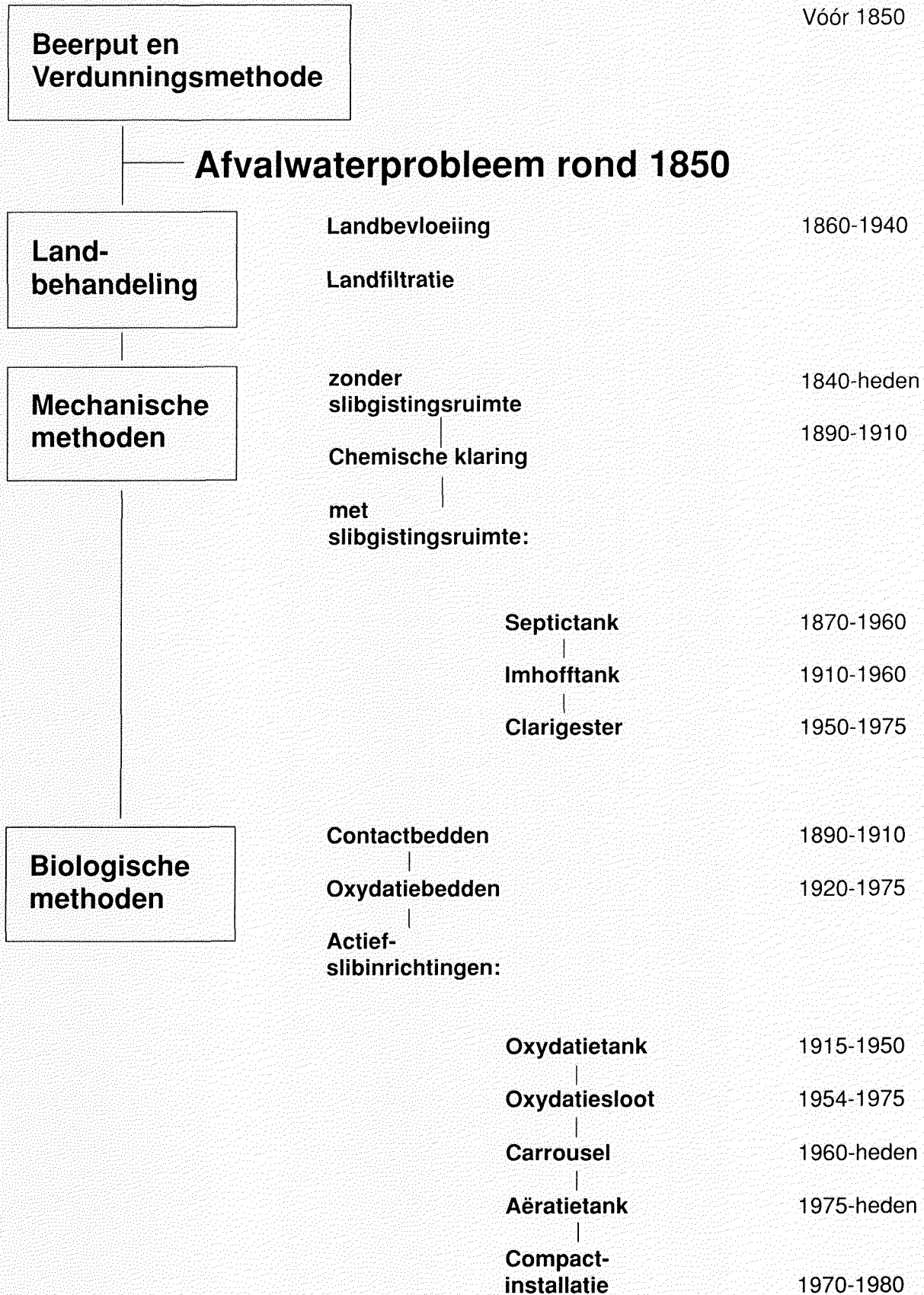
Op de volgende pagina wordt globaal de ontwikkeling van de afvalwaterzuiveringsinrichtingen in Nederland in een schema weergegeven. De tijdsperiodes dienen ruim genomen te worden en geven aan wanneer het type inrichting in Nederland is gebouwd. Het schema dient als type-ordening en ter verduidelijking bij het lezen van de volgende paragrafen.

Het probleem van de waterverontreiniging in Nederland was eind vorige eeuw bij iedereen bekend. De eeuwen ervoor gebeurde er weinig. De eerste zuiveringsinrichtingen in Nederland waren zeer eenvoudig van constructie. Vaak was het niet meer dan een bak waar het afvalwater in kon bezinken. Dit was niet ideaal omdat het bezonken slib tot rotting overging en dat bracht een enorme stank teweeg. In 1582 werd het afvalwater van een linnenblekerij op deze wijze 'gezuiverd'. Het feit dat deze bakken *stinkerds* werden genoemd zegt al genoeg over de methode. De linnenblekers gingen illegaal lozen. Toch waren dit soort bakken de eerste bezinktanks zoals we die nu nog kennen. Een voorbeeld is de rond 1900 ontwikkelde Dortmundtank. Daarover later (in hoofdstuk 4) meer.

Voorals in de grachten van de grote steden werd de toestand rond de eeuwwisseling onhoudbaar. In eerste instantie probeerde men het probleem in de steden te lijf te gaan door 's nachts de grachten door te spoelen met schoner water.

Waar het afvalwater niet kon worden geloosd op het oppervlaktewater kwam de *Boldoot-kar* langs, om de inhoud van 'het gemak' op te halen. De inspecteurs van de volksgezondheid pleitten al in 1873 voor wettelijke maatregelen.³

GLOBAAL SCHEMA VAN DE ONTWIKKELING VAN DE NEDERLANDSE AFVALWATERZUIVERING



2.3.1 De verdunningsmethode ⁴

Het verwerken van afvalwater via lozing op oppervlaktewater is een oude en een voor de hand liggende methode. Tot welke wantoestanden deze methode aanleiding heeft gegeven en hoe daardoor de prikkel is ontstaan om het afvalwatervraagstuk nader te bestuderen is uit het vorige hoofdstuk duidelijk geworden. Het hiervoor uiteengezette zelfreinigend vermogen van het oppervlaktewater werd zwaar op de proef gesteld en werd veelal overschreden. De methode om afvalwater direkt in het oppervlaktewater te lozen en zo een aanslag te doen op het zelfreinigend vermogen werd aan het eind van de 19e eeuw sterk afgeraden. Niet alleen omdat de zuiveringstechnieken om drinkwater te bereiden nog te kort schoten maar ook door het beperkte besef van het zelfreinigend vermogen van het oppervlaktewater. Men was in die tijd nog aangewezen op het oppervlaktewater voor drinkwaterbereiding. Met de ontwikkeling van de zuiveringstechnieken en winningstechnieken (bijvoorbeeld de duinfiltratie) voor drinkwater is men bewuster omgegaan met de *verdunningsmethode*. Vanaf het begin van deze eeuw werd voor elke afvalwaterstroom apart het ontvangende oppervlaktewater onderzocht en trachtte men door chemisch en biologisch onderzoek een uitspraak te doen over het zelfreinigend vermogen. Van de chemische parameters is het zuurstofgehalte de belangrijkste, tenslotte leven veel organismen die het organisch materiaal kunnen afbreken hiervan. Wanneer het zuurstofgehalte te laag is zouden anaërobe bacteriën, die veelal ongewenste stank veroorzaken, de overhand kunnen krijgen en dat wilde men voorkomen. Het biologisch onderzoek omvatte de toestand van de flora en fauna in het ontvangende water.

Bij de technische uitvoering voor lozing in oppervlaktewater was de wijze waarop het afvalwater daarin werd verdeeld belangrijk. Wanneer het ontvangende water niet snel genoeg stroomde was het mogelijk dat ongewenste stanksituaties zouden ontstaan, vooral wanneer het afvalwater veel zwevende stoffen bevatte die snel tot rotting konden overgaan. De vraag of verdunning zonder (meestal mechanische) voorreiniging mocht worden toegepast, moest dus zorgvuldig worden overwogen. In Amsterdam, Rotterdam, Den Haag en Groningen is men er zo toe gekomen om in de eerste decennia van deze eeuw het afvalwater via persleidingen te lozen in respectievelijk het IJsselmeer, de Maas, de Noordzee en de Waddenzee (bekend als de *smeerpip*).

2.3.2 Landbehandeling ⁵

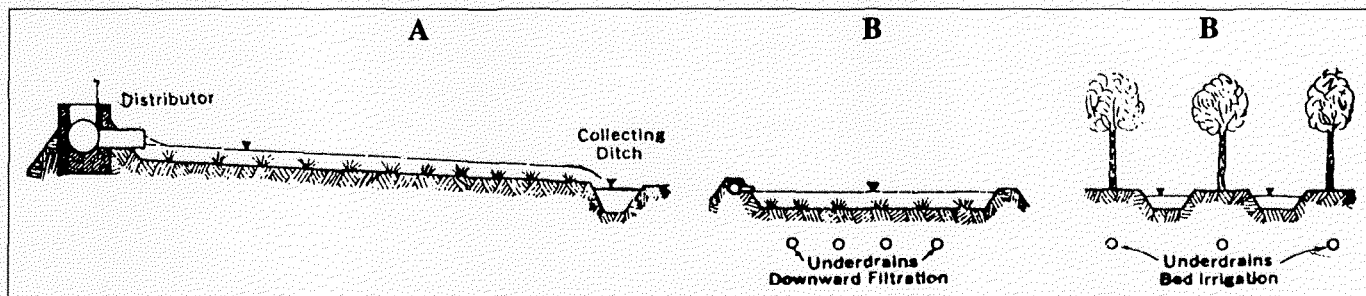
De methode schijnt in de achttiende eeuw nabij Edinburgh te zijn toegepast en wel in de vorm van zogenaamde wilde bevoeiing: het afvalwater liet men over hellende weidevelden stromen en de verdamping en de bezinking in de bodem hadden vrij spel (Figuur 4). De wilde bevoeiing heeft buiten Engeland niet veel toepassing gevonden, wel de meer systematische bevoeiing van in kleinere afgebakende stukken verdeeld land (vloeivelden). Men kon daarbij op verschillende wijzen te werk gaan. Was er enig hoogteverschil aanwezig dan

liet men het afvalwater via een vastgestelde weg het terrein afstromen. Het werd steeds opgevangen in slootjes waarna het naar een volgend hellend vlak werd geleid. Een andere manier was om door middel van kleine dammetjes het terrein te verdelen en daar enige malen per jaar het afvalwater te laten bezinken. Na droging en bewerking van het land was het weer gereed voor de volgende bevoeiing (stuwbevoeiing). Een derde methode was door het afvalwater te verspreiden over het land met behulp van brandslangen of door vaststaande sproeiers. Dit vereiste wel dat het afvalwater een mechanische voorreiniging onderging in bijvoorbeeld een septictank daar anders de slangen of de sproeiers verstopten.

Er ontbrak vrijwel ieder wetenschappelijk inzicht in het proces van de zuivering. Men stelde zich tevreden met het *ervaringsfeit*, dat door landbehandeling op sommige plaatsen behoorlijke resultaten werden verkregen, zonder zich af te vragen of dit misschien op andere wijze beter en goedkoper zou kunnen en vooral of iedere grondsoort wel geschikt was om het afvalwater te zuiveren. Teleurstellingen bleven dan ook niet uit.

Een belangrijke stap voorwaarts in de ontwikkeling van de afvalwaterzuivering vormden de aanbevelingen van de Rivers Pollution Commission uit Engeland, ingesteld in 1865 onder leiding van Sir Edward Frankland. Zoals hierboven beschreven zag men aanvankelijk slechts een voor de Engelse situatie afdoende oplossing: het verspreiden van het afvalwater over bouw- en grasland. Het afvalwater bevat verschillende bemestende bestanddelen als slib, maar ook stikstof- en fosforverbindingen. Het water zakte in de grond en het slib dat op de grond achterblijft diende als meststof voor de begroeiing. De uitgebreide bodemsoort-proeven van Sir Edward Frankland weerspraken ten duidelijkste de toen algemeen verbreide mening, dat de begroeiing in de eerste plaats voor de zuivering aansprakelijk was. Braakland zou de onzuiverheden van het afvalwater hoogstens tegengehouden, reden waarom men verwachtte, dat braakland-vloeivelden snel ondoorlatend zouden worden door dichtslibben. Met de proeffilters, bestaande uit een dunne onderlaag van grind met daarop een laag van 5 voet (1,5m) van verschillende bodemsoorten, bewees hij, dat een dagelijkse hoeveelheid van 10 tot 12 maal zoveel als bij vloeivelden was toegelaten, uitstekend gereinigd kon worden, indien de toevoer slechts intermitterend (afwisselend) geschiedde met een veel langere rustpoos (geen afvalwater op het land) dan gebruikelijk was.

In Nederland beschouwde de Staatscommissie van 1897 de landfiltratiemethode als een overgang van mechanische naar biologische zuivering. Uit de enigszins verwarde manier waarop zij deze methode in haar verslag behandelde wordt de indruk gewekt dat de grenzen haar niet geheel duidelijk waren. Ook het onderscheid tussen intermitterend en onafgebroken filtratie, wat juist zo belangrijk was, wordt niet duidelijk. Een van de weinige door de commissie gereleveerde voorbeelden van toepassing van deze methode in Nederland -Gorinchem- ging dan ook behoorlijk mis. Hierbij moet men rekening houden dat rond 1900 slechts weinig literatuur



Figuur 4: De verschillende landbehandelingssystemen (uit: Kuyper, '70).
a. oppervlakte-bevloeiing b. bodemfiltratie

bestond over de theoretische aspecten van zuiveringsprocessen. Het rioolwater van Gorinchem werd door een bed van zand gefiltreerd. Van 1893 tot 1896 is de installatie in werking geweest. Het filter beantwoordde niet aan zijn doel, omdat het voortdurend verstopt raakte. Als gevolg hiervan trad rotting en daardoor een enorme stank op en zag men na enkele jaren af van verdere toepassing.⁶

Het principe van landbehandeling werd, zij het op geringe schaal, toegepast in Nederland, onder andere omstreeks 1930 voor het rioolwater van Tilburg en Hilversum (1901-1938), Ede (1932-1972), Bennekom (1935-1970), enkele aardappelmeelfabrieken in Groningen en later nog in de zuivelindustrie.

Het zuiveringseffect liet in vele gevallen te wensen over, vaak door slechte bodemsoorten of ondeskundig gebruik. Bovendien kost de techniek veel landoppervlak en kon lang niet overal, vooral niet in verstedelijkte

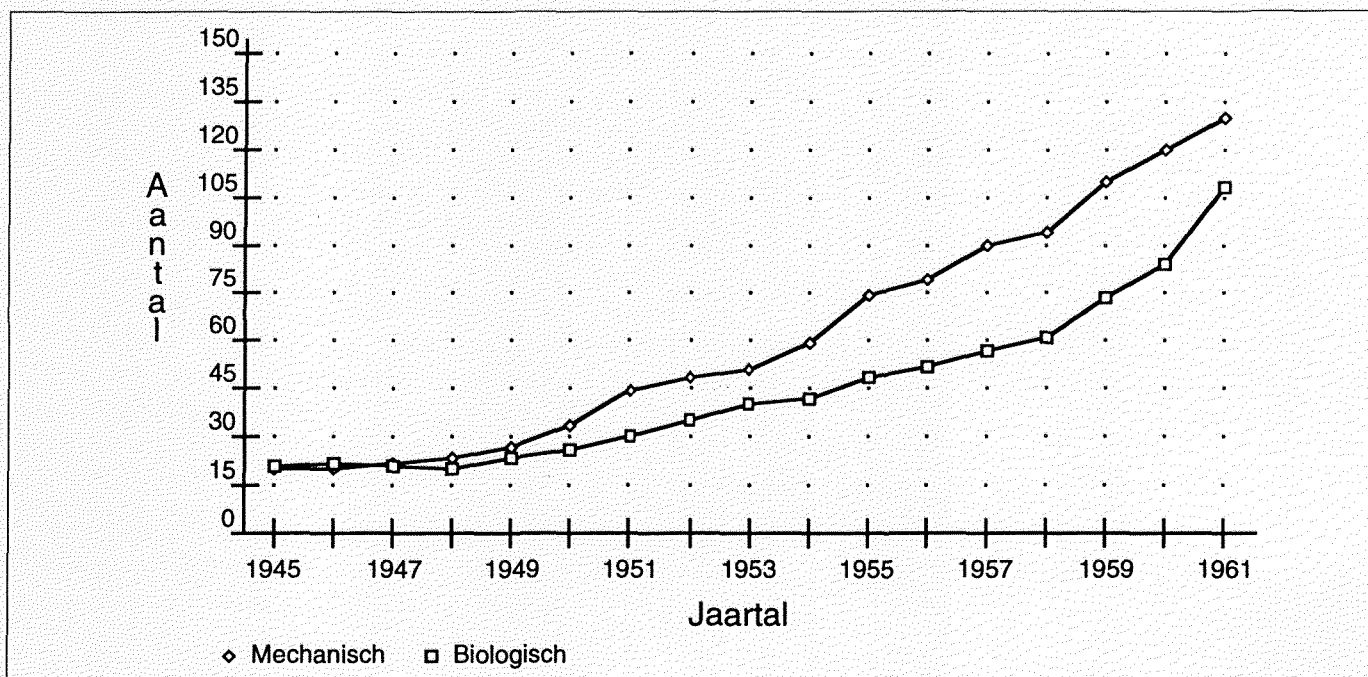
gebieden, worden overgegaan op deze methode. Een goede zuivering werd verkregen in Ede waar per perceel eens per week een laag van 5 centimeter water op het land werd gebracht. Hiermee werd een hoge zuiveringsgraad verkregen. Na 40 jaar was door deze laagbelaste wijze een humuslaag op het land ontstaan van slechts 5 centimeter!

Toen de gezagdragers in ons land ernstig en oprecht over zuiveringsmethoden begonnen na te denken was de tijd van de landbehandeling al voorbij.

2.3.3 Inrichtingen voor het mechanisch zuiveren van afvalwater⁷

Met de verbeterde methoden om afvalwater te karakteriseren en het zelfreinigend vermogen van ontvangend oppervlaktewater te bepalen werd gekozen voor een bepaalde zuiveringsmethode. De financiële situatie van de betrokken gemeente speelde daarin een belangrijke

Aantal mechanische en biologische waterzuiveringsinrichtingen in Nederland in de periode 1945-1961 (getallen uit: Brouwer, '62 en van CBS).



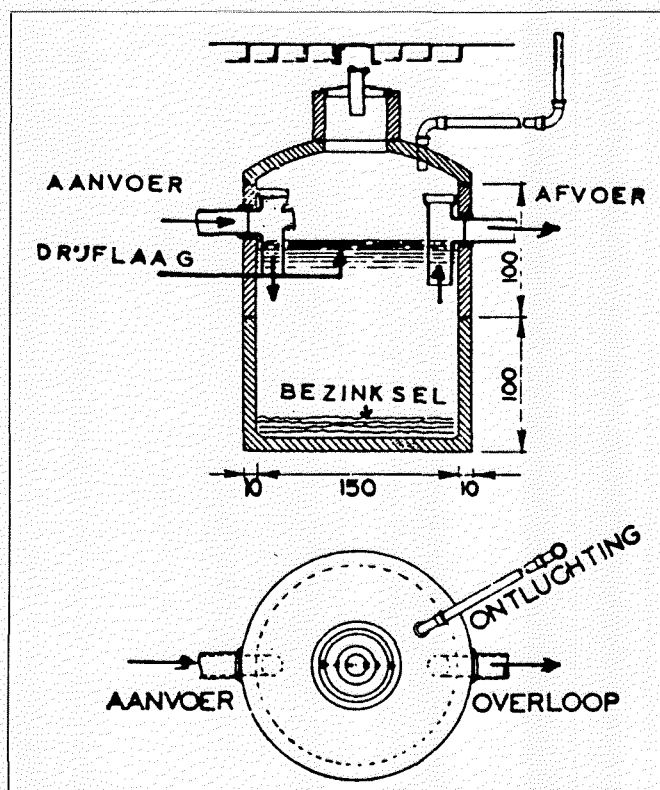
Figuur 5: Statistisch overzicht van 1945 tot en met 1961 van het aantal gemeentelijke of door een water-/zuiveringschap beheerde waterzuiveringsinrichtingen.



rol. De biologische afvalwaterzuivering stond nog in de kinderschoenen en was niet alleen kostbaar maar eiste ook vakkundig inzicht. Om deze redenen werd in de vijftiger jaren vaak voor de goedkopere mechanische zuivering gekozen (Figuur 5).

Deze eenvoudige manier van zuivering zorgde voor de afscheiding van de bezinkbare stoffen uit het afvalwater. Het ontvangende oppervlaktewater moest dan voor de afbraak van de restvervuiling zorgen. Door de steeds grotere en venijniger wordende hoeveelheid zwevende stoffen die bij rotting een enorme stank teweeg brachten, trachtte men door een aparte uitrotting van deze stoffen af te komen. Met de ontwikkeling van de veel efficiëntere biologische zuivering verdween geleidelijk de mechanische zuivering als enige trap in een zuiveringsinrichting (Figuur 14). Het grootste nadeel van de mechanische zuivering is namelijk het geringe zuiveringsrendement van 25-30%.

Het aantal gevallen waarin afvalwater zonder enige zuivering werd geloosd werd steeds geringer. Er waren afvalwaterleidingen bij Amsterdam naar de Zuiderzee, bij Groningen naar de Waddenzee, bij Den Haag (met aparte leidingen voor slib en bezonken afvalwater) en bij Rotterdam naar de Noordzee. Langs de grote rivieren werd nog tot het eind van de zeventiger jaren zonder zuivering geloosd. Vooral het grove vuil stelde aan de zelfreinigende werking van het water hoge eisen. Mechanische verwijdering van de bezinkbare en zwevende (vaste) stoffen was noodzakelijk. Een van de oudste vormen (en in sommige huishoudens nog steeds in gebruik zijnde vorm) voor het verzamelen van vaste en/of zwevende afvalstoffen uit afvalwater is de gemetselde of betonnen bezinkput (Figuur 6).



Figuur 6: Schematische weergave van een bezinkput (Heijn, '71).

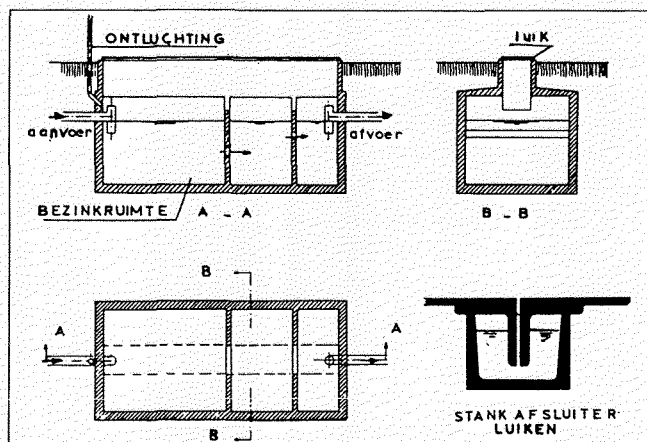
Hierin worden de fecaliën van elk huishouden apart teruggehouden. Men meende dat dit afdoende zou zijn om ernstige verontreiniging van oppervlaktewater te voorkomen. De lozingen van het overlopende 'beerwater' was echter nog steeds zeer belastend voor het zelfreinigend vermogen van het oppervlaktewater.

Bij afwezigheid van een lozingspunt werd het overloopwater (effluent) naar een zinkput (of zakput) afgevoerd, waaruit het zich vermengde met het grondwater en daarmee tot afstroming kwam. Weliswaar is het afvalwater sterk verdund en gedeeltelijk gezuiverd, maar het kan nog altijd gevaar opleveren bij waterwinning uit grondwater.

2.3.3.1 Septictank

Het prototype van de septictank (de zogenaamde 'Fosse-Mouras') werd door L. Mouras in 1866 te Vesoul in praktijk gebracht. Anaërobe gistingsprocessen zorgden voor de afbraak van vervuilende stoffen in een gesloten tank met overloop.

De septictank (Figuur 7) die eigenlijk een 'grote beerput' met een overloop is, bestaat uit een aantal comparti-



Figuur 7: Schematische voorstelling van een septictank (Heijn, '71).

menten zodat het bezinkproces en het gistingsproces beter kunnen functioneren dan bij een beerput. De tank wordt door schotten in enkele compartimenten verdeeld. Het afvalwater in de tank heeft een lange verblijftijd (1-3 dagen) waardoor de slibstoffen bezinken en overgaan tot rotting.

In 1895 werd de eerste afvalwaterzuiveringsinrichting op deze grondslag door Cameron in Exeter (Engeland) gebouwd. Deze manier als 'volledige' zuiveringsmethode heeft bijna volledig afgedaan. De verwachting dat door een rottingsproces van de bezonken delen alle afvalstoffen uit het rioolwater in oplossing zouden gaan en dat door het vergisten van de organische stof het afvalwater zou zijn gezuiverd bleek een fictie te zijn, daar bij elke lozing via de tank mede door de gasontwikkeling slibdelen werden afgevoerd. Alex. Muller en Cameron die in Duitsland en Engeland de promotors van de uitrotmethode waren zagen dit al snel in.

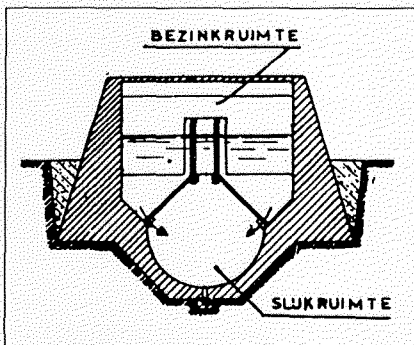
De Duitser Dunbar heeft rond 1910 aangetoond, dat het afvalwater in anaërobe toestand, dus via voorzuivering in een septictank en daarna een zuivering met bijvoor-

beeld een oxydatiebed veel moeilijker is dan de directe behandeling op een oxydatiebed, dat weliswaar een voorbezinktank maar waar geen slibgisting in plaats vond. De gedachte om via het afscheiden van de vaste en/of zwevende stoffen en het uitgisten ervan tot een goede zuivering te komen is dan ook verlaten. In de moderne afvalwatertechniek voert men het afvalwater zo snel mogelijk door middel van riolering naar een afvalwaterzuiveringsinrichting. Men dient geen bezinkputten en septic tanks te plaatsen of slechts bij hoge uitzondering (bijvoorbeeld bij afgelegen boerderijen, inrichtingen etc.).

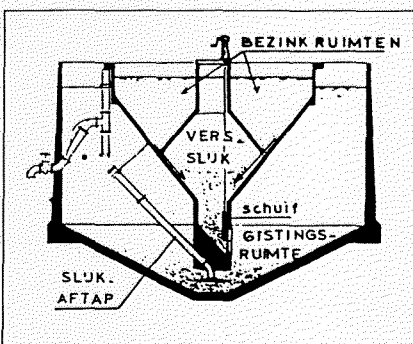
Het is wel als een pluspunt uit deze periode te beschouwen, dat men tot het inzicht is gekomen, dat het grote voordelen biedt slibstoffen aan een anaëroob gistings-(rottings-) proces te onderwerpen: dit leidde tot volume- en stankvermindering, sneller ontwateren van het uitgerotte slib en het in mindere mate infectieus zijn van het uitgerotte slib.

2.3.3.2 Travis-tank

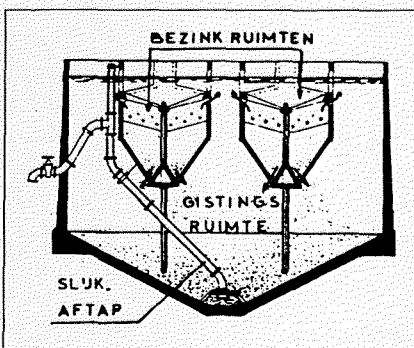
In 1899 werd door de Amerikaan A.W.C. Clark gepropageerd een blijvende afscheiding van de slibstoffen uit het afvalwater te realiseren door middel van een aparte bezinkruimte en rottingsruimte. Naar het principe van afscheiding van slibstoffen is door Travis in 1903 de



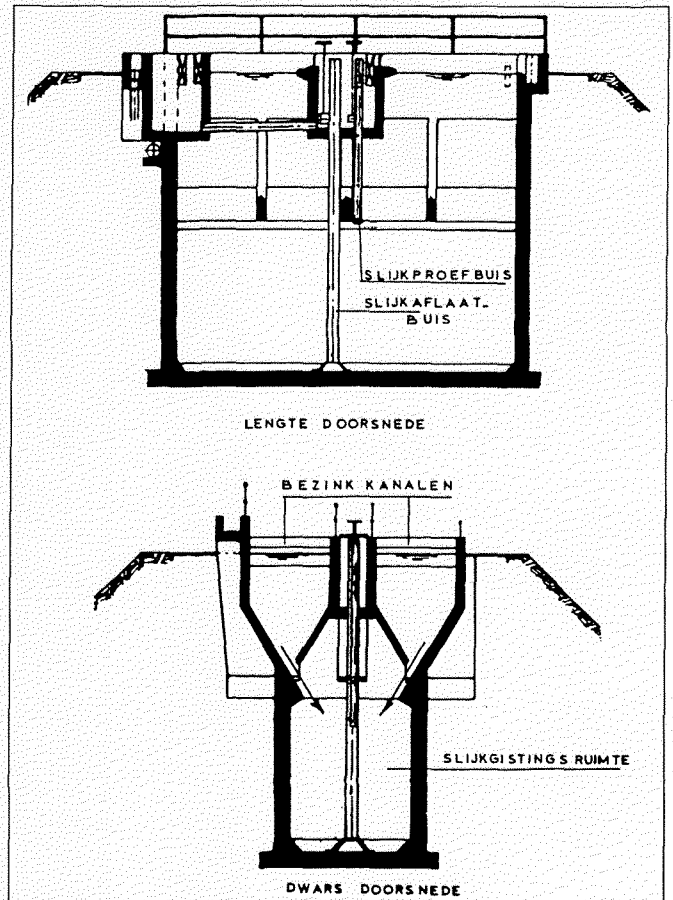
Figuur 8:
Travis-tank



Figuur 9:
Francke-tank



Figuur 10:
Oms-tank
(figuren 8, 9, 10:
uit: Heijn, '71).



Figuur 11: Schematische weergave van een Imhofftank
(uit: Heijn, '71).

zogenaamde Hydrolic-tank gebouwd. Het van slibstoffen ontdane afvalwater komt niet meer met de daaronder gelegen rottingsruimte in contact (Figuur 8).

Uit deze vorm zijn kort na elkaar de zogenaamde (door K. Imhoff in 1906 ontworpen) Emscher Brunnen (of Imhofftank) en de Francke- en Oms-tank voortgekomen (Figuren 9, 10 en 11).

Bij deze zuiveringstypen is het principe van de inrichting dat van de alom bekende Imhofftank: afscheiding van de bezinkbare zwevende delen in ruimtes met een lage stroomsnelheid. Deze zogenaamde slibgistingsruimtes worden van de bezinkruimte afgescheiden door een spleetconstructie. De constructie van de Francke-tank wijkt in zoverre af van het oorspronkelijke concept van Imhoff, dat de ruimte direct onder de bezinkafdeling een geringe inhoud heeft en van de eigenlijke gistingsruimte is afgescheiden door een schuif, die boven door middel van een draaiinrichting bediend kan worden. Deze aparte ruimte voor vers slib moet dagelijks worden geleegd.⁸

Bij de Oms-tank (Figuur 10) zijn de onder water geplaatste bezinkruimten kenmerkend. Beide tanktypen hebben in Nederland (Met uitzondering van Francke putten in Amsterdam-West, 1927-1940 en Enschede, 1913-1933) geen toepassing van betekenis gevonden.

2.3.3.3 Imhofftank

De Imhofftank (Figuur 11) daarentegen heeft in Nederland tot de zestiger jaren een belangrijke plaats in de

afvalwatertechniek ingenomen. Het uitgegiste slib, waarin de organische bestanddelen uit het verse slib zijn omgezet in water, koolzuur, methaan en een humusachtige stof, wordt door eigen wateroverdruk afgevoerd naar een droog- of opslagplaats. Door de schuine wanden van de bezinkruimte wordt voorkomen, dat vloeistof en gas uit de gistingsruimte in de bezinkruimte terug worden gestuwd en daarmee het bezinkproces zou verstoren. Nadelen van deze tank zijn: de afkoeling van de tankinhoud door het grondwater; de moeizaam met de hand bedreven drijfslaagverwijdering; de beperkte capaciteit en het feit, dat het gistingproces minder in de hand te houden is dan bij de later toegepaste verwarmde slibgistingstank. Het grootste nadeel is echter dat het afval-

gische zuivering (vaak oxydatiebedmethode) toegepast. Voor kleine eenheden is uit de Imhofftank de zogenaamde Emkoput afgeleid (Figuur 12).

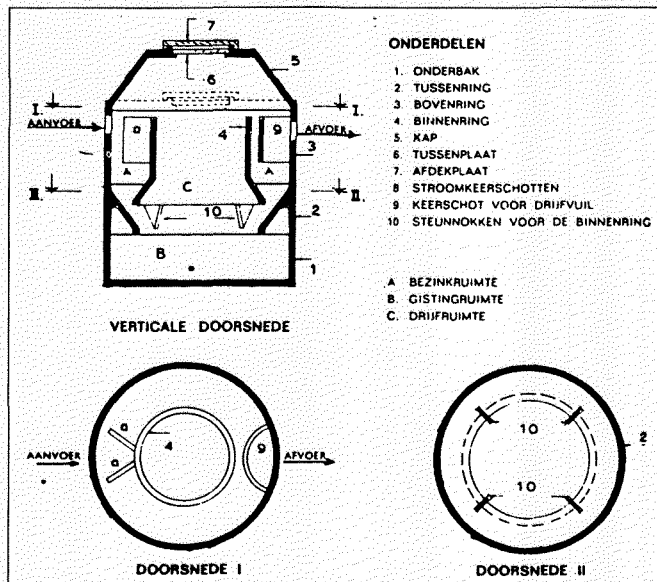
2.3.3.4 Clarigester

De zogenaamde Clarigester (Figuur 13) is een meer moderne cilindrische uitvoering van de Imhofftank. Men hoefde echter de Clarigester minder diep te bouwen dan de Imhofftank om een zekere capaciteit te verkrijgen, wat een economisch voordeel betekende. Het woord clarigester betekent *clarifier* en *digester* of te wel bezinkingsruimte en rottingsruimte in één.

Na in Amerika op de markt te zijn gekomen, is de clarigester vanaf de vijftiger jaren tot halverwege de zeventiger jaren in Nederland vele malen bij zuiveringsinrichtingen toegepast. Een aantal Clarigesters is nog in Nederland in gebruik. Ook voor de Clarigester geldt, net als de Imhofftank, dat de methode in een tweetraps zuivering kan worden toegepast.

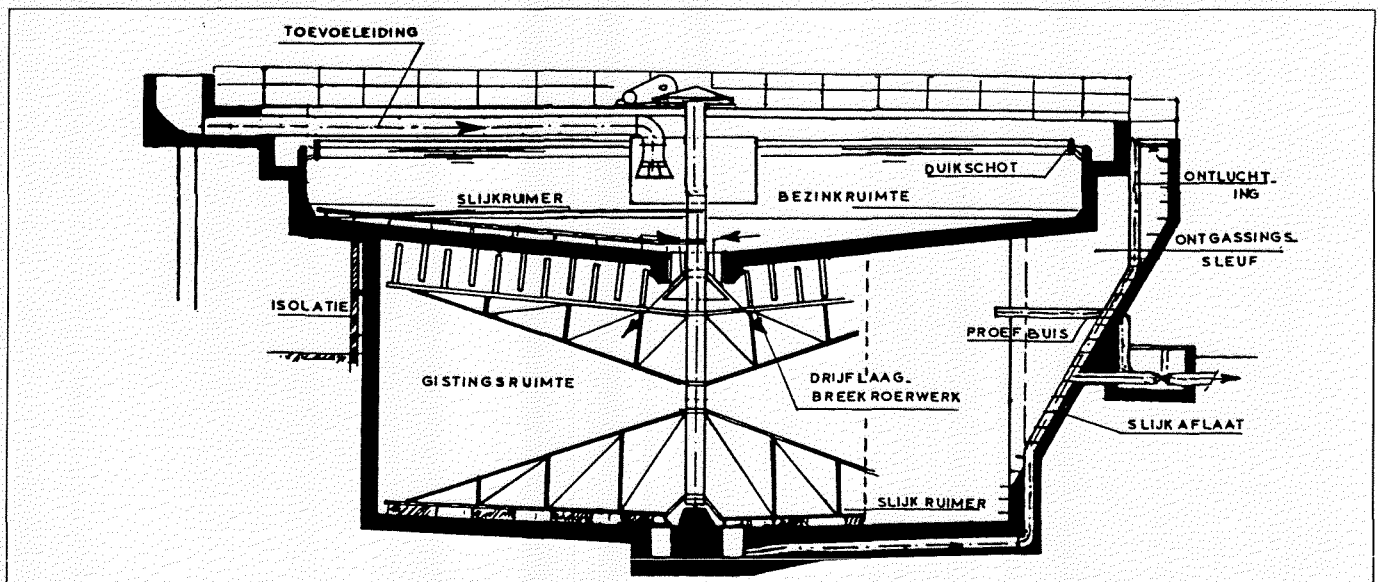
Door middel van een continu ronddraaiende slibruimer in het bezinkbassin worden de bezonken delen uit het afvalwater via de opening in het midden en langs het gasslot in de gistingsruimte geschoven. In tegenstelling tot de Imhofftank ontbreken bij de Clarigester dode hoeken waar zich ongewenste afzettingen kunnen voordoen. Dit is te danken aan zijn ronde vorm en aan de continu draaiende slibruimer.

In de gistingstank is een roerwerk aangebracht. Deze plafondschraper of drijfslaagbreekroerwerk vernietigt voor een groot gedeelte de optredende drijfslaag. Het gevormde methaangas kan door de gasput naar de buitenlucht worden afgevoerd. Een proefbuis dient ter indicatie van het slibniveau. Voor de Clarigester geldt hetzelfde als voor de Imhofftank: het rendement is laag. Mede door de eerder genoemde nadelen verbonden aan de hierboven beschreven inrichtingen is men voor grotere afvalwaterzuiveringsinrichtingen ertoe overgegaan de bouwwerken voor de bezink- en voor de gistingsruimten van elkaar te scheiden. In paragraaf 2.3.9 wordt daar verder op ingegaan.



Figuur 12: Schematische weergave van een Emko put (uit: Heijn, '71).

water maar voor een klein gedeelte (25 à 30 % rendement) gezuiverd wordt. Er zijn nog maar weinig Imhofftanks in Nederland. Soms wordt de Imhofftank gebruikt als voorzuivering. Als nazuivering wordt dan een biolo-



Figuur 13: Schematische voorstelling van een Clarigester (uit: Heijn, '71).

2.3.4 Chemische klaring⁹

In de laatste decennia van de vorige eeuw trachtte men op een geheel andere wijze het afvalwater te zuiveren. Door toevoeging van chemicaliën (kalk, aluin, ijzorzouten en dergelijke) werd er een neerslag gevormd in het afvalwater waardoor de verontreinigingen, althans gedeeltelijk bezonken en als slib konden worden verwijderd. Een bevredigende zuivering met de vele verschillende methoden, in de zin van de verwijdering van alle rotbare stoffen, werd niet verkregen. De methode raakte bij verschillende deskundigen in hoog aanzien omdat de taak van de vloeivelden zou worden verlicht wanneer het afvalwater eerst chemisch voorbehandeld zou worden. De kosten van de chemicaliën bleken echter aanzienlijk. Andere nadelen waren dat het slib moeilijk droogbaar was en dat de bruikbaarheid van het slib in de landbouw verminderde door de ijzer en/of aluminiumzouten. Het slib bleef vaak zo lang bij de zuiveringsinrichting liggen, dat het een bron van stank was en dus van klachten. Londen en Manchester waren er toe overgegaan het slib in speciale schepen naar zee te voeren en het daar te dumpen, maar ook dit betekende een belangrijke uitgavepost. Andere Engelse en Franse steden verbrandden het zuiveringsslib.

Van de vele procédés die werden toegepast stond de in Duitsland ontwikkelde *Kohlenbreiverfahren* waarbij gemalen bruinkool en ijzersulfaat aan het afvalwater werden toegevoegd rond 1900 sterk in de belangstelling. Men beschouwde het als een van de beste methodes, die een acceptabele zuivering opleverde. Het residu werd in de vorm van briketten als brandstof gebruikt. Voor Nederland zou deze methode van belang kunnen

zijn, omdat men hier turf kon gebruiken. Van toepassing in ons land is echter niets bekend.

In de jaren veertig van deze eeuw kwam de chemische klaring weer in de belangstelling. De herleving is niet zozeer terug te voeren op de wens om de toen bestaande biologische zuiveringsinrichtingen te verdringen. Uit economische overwegingen ging men echter op zoek naar een zuiveringsgraad die het midden hield tussen een voorreiniging (rooster- en zeefinrichting, zandvangsers en bezinkbakken) en een volledige biologische zuivering. Ook de geringe bouwkosten in vergelijking met de biologische inrichtingen hebben bijgedragen tot de herleefde ontwikkeling van de chemische zuivering.

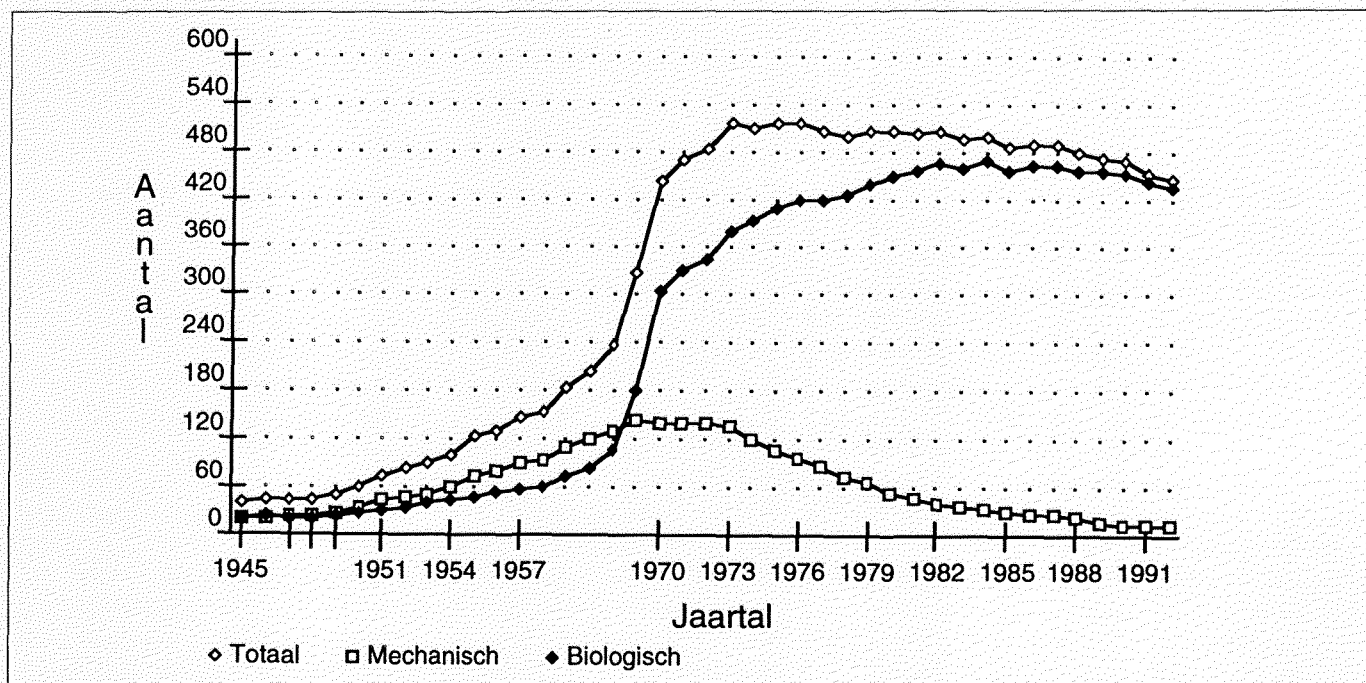
2.3.5 Biologische zuivering van afvalwater

In een biologisch zuiveringsinrichting worden de opgeloste organische afvalstoffen door microorganismen met zuurstof afgebroken. Om dit proces te kunnen laten verlopen is er een goed contact nodig tussen afvalwater, microorganismen en zuurstof. Het aantal methoden 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 zijn talrijk.

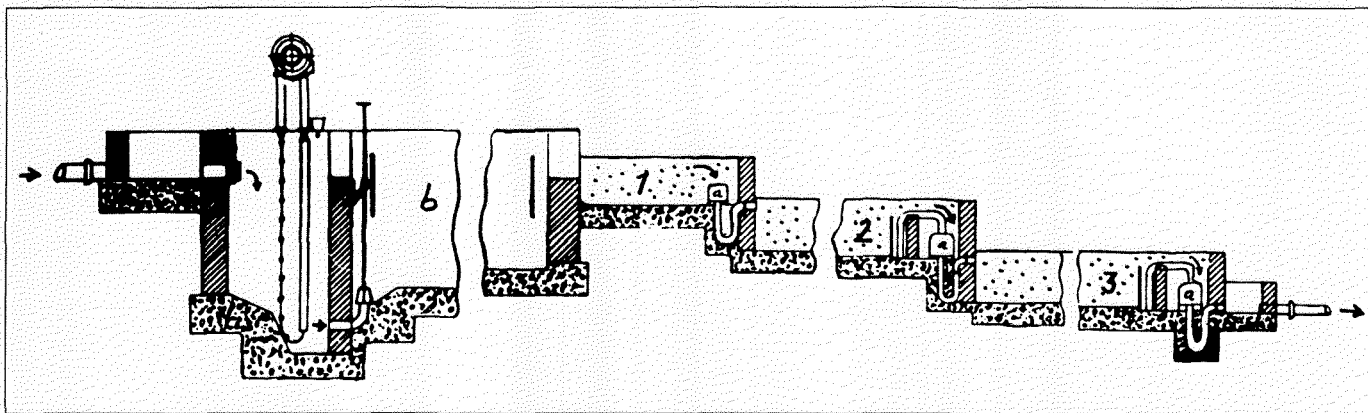
De landbehandeling (paragraaf 2.3.2) en het gebruik van de zogenaamde contactbedden (paragraaf 2.3.5.1) zijn voorbeelden van de oudste vormen van het scheppen van de mogelijkheid tot dit zo gewenste contact.

Uit de contactbedmethode kwam het continu-filtermethode (paragraaf 2.3.5.2) voort waarin het temperatuurverschil tussen de buitenlucht en het inwendige filter zorg draagt voor een verticale luchtbeweging.

Aantal mechanische en biologische waterzuiveringsinrichtingen in Nederland in de periode 1945-1992 (getallen uit: Brouwer, '62 en van CBS).



Figuur 14: Statistisch overzicht van 1945 tot en met 1992 van het aantal gemeentelijke of door een water-/zuiveringsschap beheerde waterzuiveringsinrichtingen.



Figuur 15: Schema van een drietraps contactbed-installatie (triple contact)
a hevel, b voorbezinking (uit: Hopmans, '59)

Na de ontdekking van het actief-slib proces door Arden en Lockett (paragraaf 2.3.5.3) heeft het biologische zuiveringsproces een hele evolutie doorgemaakt zowel ten aanzien van de vormgeving van de beluchtingstanks en de daarbij behorende beluchtingsapparatuur alsmede ten aanzien van de procesvoering. In figuur 14 is duidelijk te zien dat na 1960 de biologische zuivering van afvalwater een enorme vlucht heeft genomen. De dalende lijn van het aantal biologische zuiveringsinrichtingen na 1980 wijst in de richting van concentratie van het afvalwater op grotere inrichtingen.

2.3.5.1 Contactbedmethode¹⁰

In 1892 werd op grote schaal in Engeland geëxperimenteerd door Dibdin en Santo Crimp met de zuivering van het afvalwater, nadat de aandacht was getrokken door geslaagde experimenten met houten bakken gevuld met grofkorrelig materiaal (cokes, steen en kiezel) in Lawrence in de staat Massachusetts (USA). De aanleiding tot deze proefnemingen was de wens om per eenheid oppervlak meer afvalwater te kunnen behandelen. Op grond van de verkregen resultaten werd op advies van Dibdin de door hem genoemde *biologische methode* voor de zuivering van het afvalwater van de stad Sutton toegepast.

Grote bakken met een diepte van ca. 1 meter, gevuld met grofkorrelig materiaal, werden met het te reinigen afvalwater, dat eerst door bezinking van zwevende stoffen was ontdaan, gedurende 8 uur doorspoeld. Hierbij stond het grofkorrelig materiaal steeds onder water. Het filter werd daarna geledigd. Uit de niet bijzondere resultaten leerde men spoedig dat discontinue toediening, na een behoorlijke rijpingstijd, verre te verkiezen was. Nadat het afvalwater ongeveer 2 uur in de bakken had gestaan, liet men het afvloeien naar een tweede complex, lager gelegen bakken, die op dezelfde wijze waren ingericht. De bakken bleven daarna verscheidene uren leeg staan en daarop volgde weer de vulling, de lediging, de rustperiode, enzovoorts. Het vullen en ledigen gebeurde door slim gebruik te maken van de hevelwerking. De resultaten waren erg bevredigend.

De bakken worden contactbedden genoemd (Figuur 15). De beschreven zuivering is het zogenaamde dubbel contactbed principe.

Met een derde bakkencomplex noemt men de behandeling *triple contact*. Een groot nadeel van de contactbedmethode is dat het grofkorrelige materiaal niet geregeld wordt schoon gespoeld van humusstoffen die zich daarin als *biologische as* accumuleren. Na circa 5 jaar moesten de contactbedden worden leeggehaald en het materiaal gereinigd, een tijdrovende handeling. Een mechanische voorreiniging was noodzakelijk om het dichtslibben zo lang mogelijk tegen te gaan.

De contactbedmethode heeft een grote historische betekenis, omdat zij de voorloper is geweest van de moderne biologische zuiveringsmethoden.

De contactbedmethode is op zeer bescheiden schaal toegepast in Nederland. In Midwoud bij een stoomzuivelfabriek werd in 1910 een contactbedinstallatie gebouwd met een septic tank als voorreiniging. Ook in Fijnaart (1905) en Heerhugowaard (1913) zijn dergelijke inrichtingen in gebruik geweest.

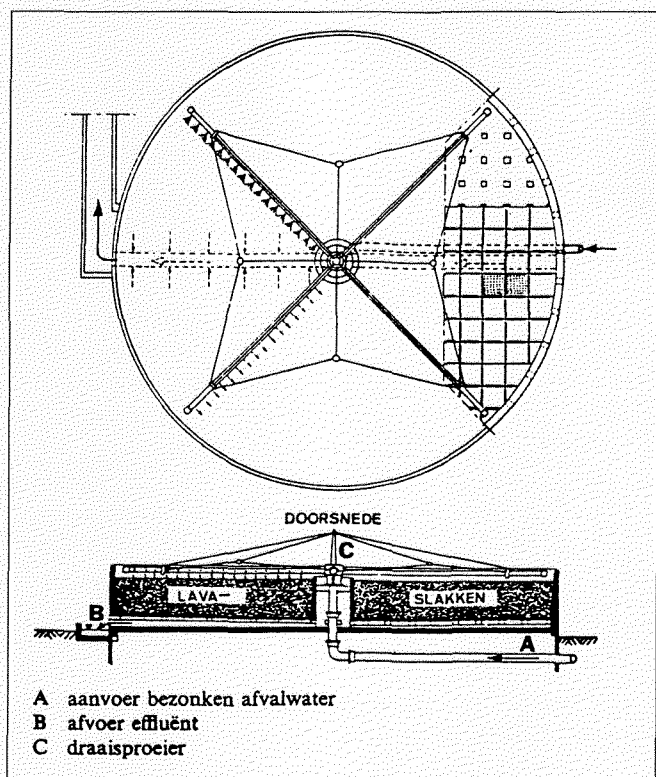
Op het legerkamp (Koolkazerne) in Ede (1907-1978) waar ook een dubbel contactbed-installatie met een septic tank heeft gestaan werd het gas dat ontstond in de septic tanks gebruikt om gaslantaarns te branden. Het effluent van deze inrichting werd geïnfiltreerd naar het grondwater, ongeveer 8 meter onder het maaiveld.¹¹

2.3.5.2 Oxydatiebed- of continu-filtermethode

Omstreeks 1895 was het Corbett in Salford, Engeland, die als eerste het oxydatiebed- of continu-filterprincipe heeft toegepast (Figuur 16). Het principiële verschil met de contactbedmethode is dat het afvalwater nu continu over het grove materiaal wordt gesprendeld.

Opmerkelijk is dat een aantal jaren later het continu-filterprincipe ook door Stoddard in Bristol geheel onafhankelijk van Corbett werd ontwikkeld.¹²

Een opmerkelijke wijziging van het oxydatiebed rond 1930 is het toepassen van recirculatie. Hierbij wordt een gedeelte van het gezuiverde effluent teruggevoerd, hetzij tot voor de voorbezinktank, hetzij direct naar het oxydatiebed. Het was geen nieuwe ontwikkeling want omstreeks 1910 heeft de Engelsman dr. G. Fowler in Manchester dit principe ingevoerd voor de zuivering van afvalwater van gasfabrieken. Het gehalte aan fenolen (een aromatische zeer giftige verbinding) werkte giftig op



Figuur 16: Schematische voorstelling van een oxydatiebed of continu-filter (uit: Koot, '70)

de bacteriën in het oxydatiebed. Door de flinke verdunning werd de schadelijkheidsconcentratie verlaagd tot een aanvaardbaar gehalte. In 1936 ontdekten de Amerikanen Halvorson en Jenks

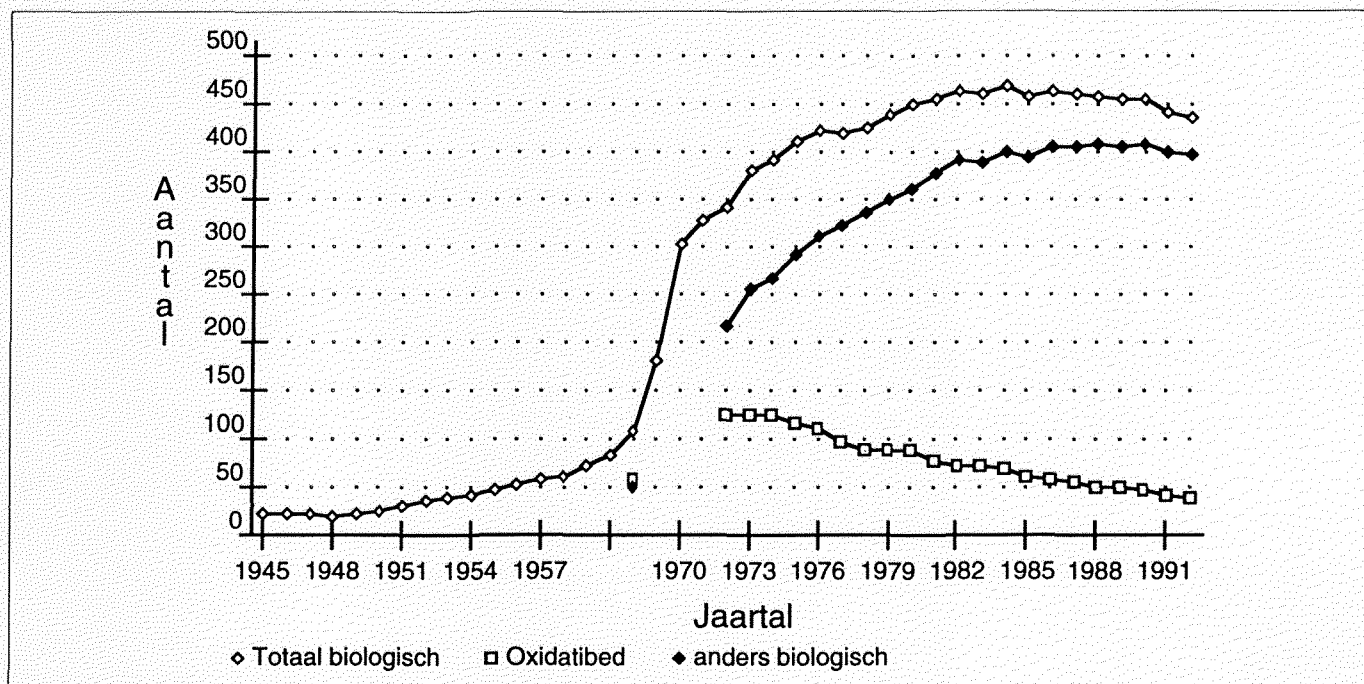
dat men oxydatiebedden zwaarder met afvalwater kan belasten en toch een effluent van redelijke kwaliteit kan verkrijgen, mits aan bepaalde voorwaarden wordt voldaan. Daarmede werden hoogbelaste oxydatiebedden geïntroduceerd. Een voorwaarde daarbij is, dat de hoeveelheid recirculatiewater belangrijk wordt verhoogd waardoor er een spoelwerking in het oxydatiebed optreedt.¹³

Halverwege de zeventiger jaren nam in Nederland het aantal zuiveringsinrichtingen met alleen oxydatiebedden geleidelijk af (Figuur 17). Na de tachtiger jaren werden in het algemeen aëratietanks gebouwd al dan niet in combinatie met oxydatiebedden. In verband met stank en aërosolen werden in die jaren delen van de inrichtingen (het mechanische deel, oxydatiebedden, aëratietank) overdekt. De lucht werd afgezogen en gezuiverd.

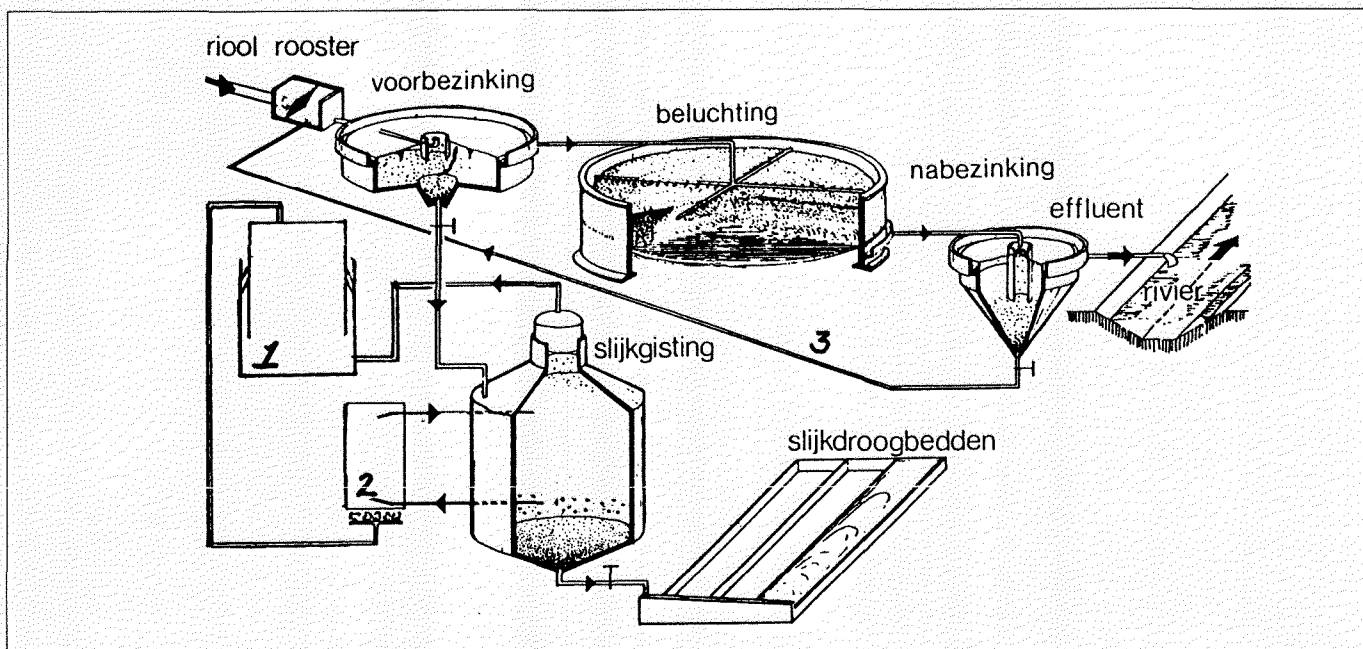
Een oxydatiebed bestond vanaf de jaren vijftig, evenals een contactbed, uit een bak van gewapend beton of stenen. De bak was echter voorzien van een drainage en gevuld met materiaal van gelijkmatige korrelgrootte waarover het bezonken afvalwater gelijkmatig wordt verdeeld. Zeer oude oxydatiebedden hadden vaak nog geen buitenwandconstructie (Amsterdam West, 1926). Na een bepaalde inwerkperiode is het vulmateriaal in het filter bedekt met een slijmhuud waarin zich aërobe (zuurstofminnende) bacteriën bevinden die 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.

Aantal biologische waterzuiveringsinrichtingen in Nederland in de periode 1945-1992 (getallen uit: Brouwer, '62 en van CBS).



Figuur 17: Statistisch overzicht van 1945 tot en met 1992 van het aantal gemeentelijke of door een water-/zuiveringsschap beheerde biologische waterzuiveringsinrichtingen. Bij het aantal oxydatiebedden is uitgegaan van inrichtingen zonder mechanische voorreiniging in de vorm van Imhofftank of Clarigester.



Figuur 18: Schematische voorstelling van een waterzuiveringsinrichting met een oxydatiebed (of continu-filter) en voor- en nabezinking. 1=gashouder, 2=warmtewisselaar, 3=slib-retour (uit: Samson, '72).

In Figuur 18 is een volledige biologische waterzuivering geschetst van het type oxydatiebed. Er bevindt zich een voorbezinking en ook een nabezinking in het proces. Het rooster aan het begin van de zuivering zorgt voor het tegenhouden van het grove vuil zoals papier en hout. De voorbezinking dient om de goed bezinkbare slibstoffen te laten bezinken. Deze slibstoffen worden in een (in dit geval verwarmde) gistingstank verder vergist (zie voor dit proces paragraaf 2.3.9). Het humusslib (vooral bacteriemateriaal uit het oxydatiebed) wordt uit de nabezinking teruggevoerd naar de voorbezinktank om met het primair slib te worden vergist. Dit type is in Nederland veel toegepast.

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

Anders wordt dit wanneer de gevormde slijmhuid (het bacteriemateriaal) 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 (het voedsel voor de bacteriën), de aërobe bacteriën en de zuurstof naar believen variëren al naar gelang het gewenste eindresultaat. Dit hier simplistisch voorgestelde proces, het belucht-slib ook wel levend- of actief-slib proces genaamd, deed zijn intrede in de afvalwaterzuiverings-

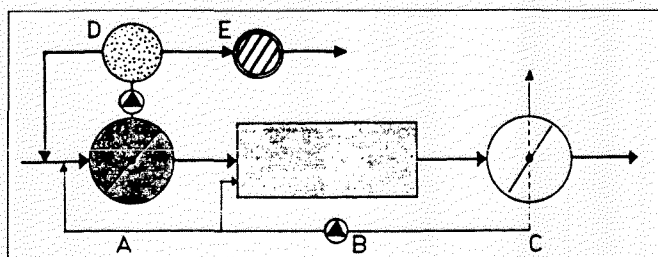
wereld in de jaren rond de eerste wereldoorlog met de proeven van Arden en Lockett te Manchester.

2.3.5.3 Actief-slibproces ¹⁴

In 1913 lukte het Arden en Lockett in Engeland kleine vlokken te laten ontstaan in afvalwater na een beluchtingsperiode. In 1884 werd reeds in Londen getracht door beluchting van afvalwater tot oxydatie van de daarin aanwezige organische stof te komen. Deze proeven leidden evenmin als latere overeenkomstige pogingen van Mason en Hine, van Fowler en van Black en Phelps, om de voornaamste onderzoekers op dit terrein te noemen, tot een praktisch resultaat. Men had zeer lange beluchtingstijden (tot circa 14 dagen) nodig om tot een behoorlijke afbraak van de organische stof te komen.

Het was opnieuw het Lawrence Experimental Station in de staat Massachusetts (USA), dat hier fundamenteel werk heeft verricht. In het begin van 1922 deden Clark, Cage en Adams aldaar proeven met beluchting van afvalwater in een tank, waarin zich leiplateen bevonden, overdekt met slijmachtige colloïdale stoffen (moleculen die zijn samengebond tot grotere complexen), uit het afvalwater afkomstig. Men kan deze proeven beschouwen als een poging tot invoering van een biologisch agens naast de luchtzuurstof om de verbranding te versnellen. Zij hebben evenwel niet geleid tot een voor de zuiveringstechniek praktisch resultaat.

G. Fowler, die bij een bezoek aan Lawrence tegen het eind van 1912 kennis had genomen van het werk van



Figuur 19: Schema van een afvalwaterzuiveringsinrichting met een actief-slibinstallatie en slibgisting in twee trappen. A: voorbezinking, B: actief-slibinstallatie, C: nabezinktank, D: verwarmde gistingstank (eerste trap), E: onverwarmde gistingstank (tweede trap) (uit: Koot, '70).

Clark c.s., gaf aan zijn medewerkers Ardern en Locket de aanzet om de mogelijkheid van zuivering van afvalwater door middel van beluchting in tegenwoordigheid van een biologisch agens, het zogenaamde actief-slib, nader te onderzoeken. De resultaten van dat onderzoek vormen de grondslag voor de verder ontwikkeling van het actief-slibproces.

Zeer algemeen omvat een actief-slibinstallatie als voornaamste onderdelen een beluchtingstank, een voor- en nabezinktank en een slibretourpomp om het bezonken actief-slib uit de nabezinktank terug te voeren in het proces (Figuur 19). In paragraaf 2.3.9 zal nader worden ingegaan op de slibgisting.

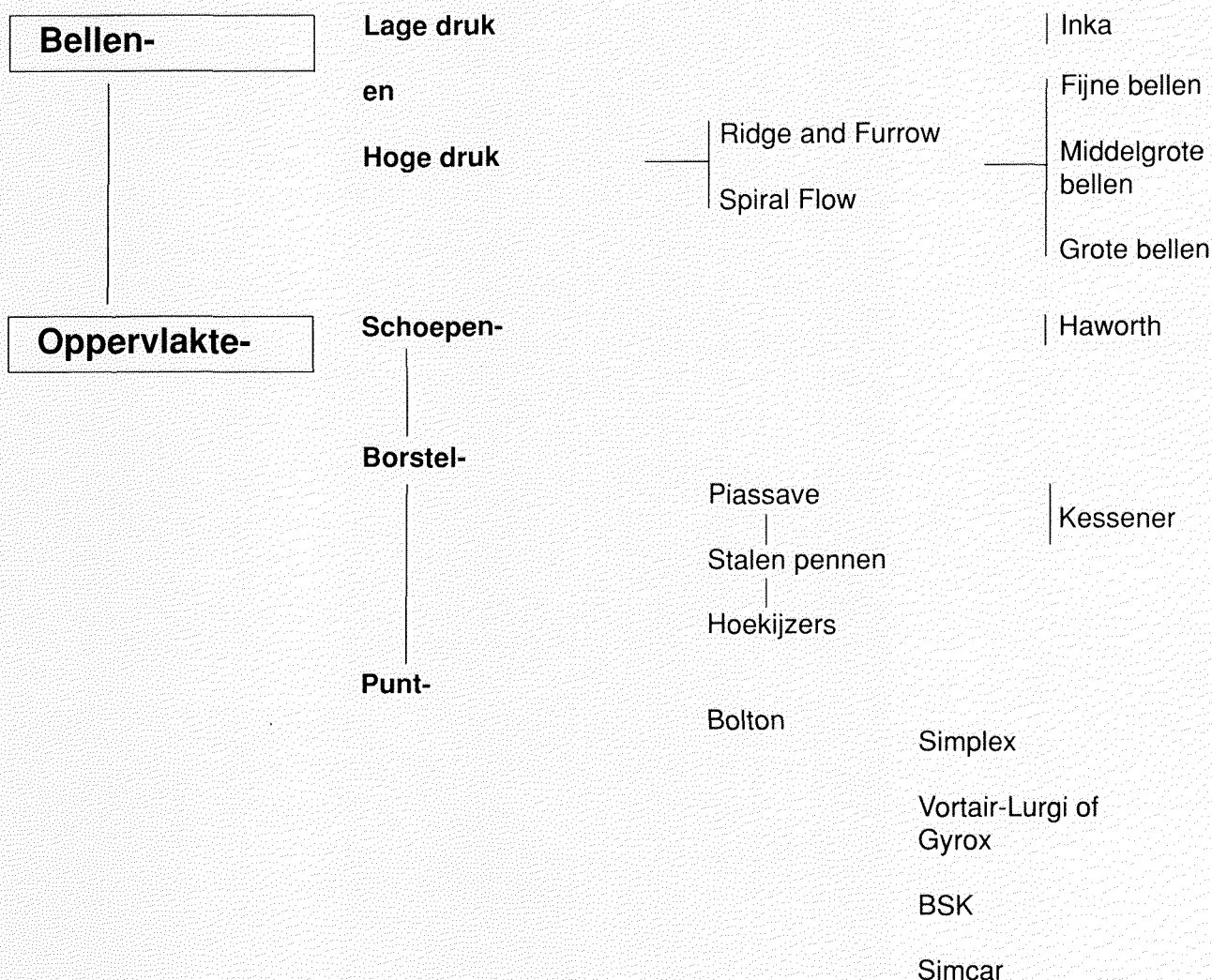
In de beluchtingstank heeft de menging plaats van het slib met het te reinigen afvalwater alsmede de beluch-

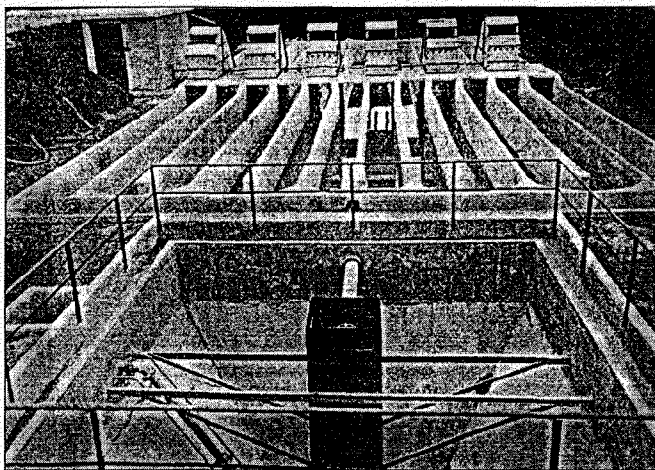
ting van dit mengsel. In de proeven van Ardern en Locket geschiedde de beluchting van de vloeistof door het doorleiden van lucht.

2.3.5.4 Beluchtingssystemen ¹⁵

Het hieronder vermelde schema laat zeer globaal de ontwikkeling zien van de verschillende beluchtingssystemen. In grote lijn gaat de ontwikkeling van bellenbeluchting naar schoepenbeluchting via borstelbeluchting naar de moderne puntbeluchters. De ontwikkeling van de puntbeluchting begon eigenlijk gelijktijdig met die van de schoepenbeluchting in de jaren twintig met de Bolton beluchter. Met de ontwikkeling van de compactinrichtingen is er ook een herleving van de bellenbeluchting ontstaan.

GLOBAL SCHEMA VAN DE ONTWIKKELING VAN DE BELUCHTINGSSYSTEMEN IN NEDERLAND





Figuur 20: Haworth beluchtingstank bij de kunstzijde-fabriek in Ede. Het schoepensysteem dat dient om het water in beweging te zetten is omkast (uit: Hopmans, '47).

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 actief-slib. Anderen, waaronder John Haworth van de zuiverings-inrichting te Sheffield een van de eersten was, ontdekten dat het actief-slibproces ook voortgang kon vinden zonder gebruikmaking van samengeperste lucht.

Als 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 over-

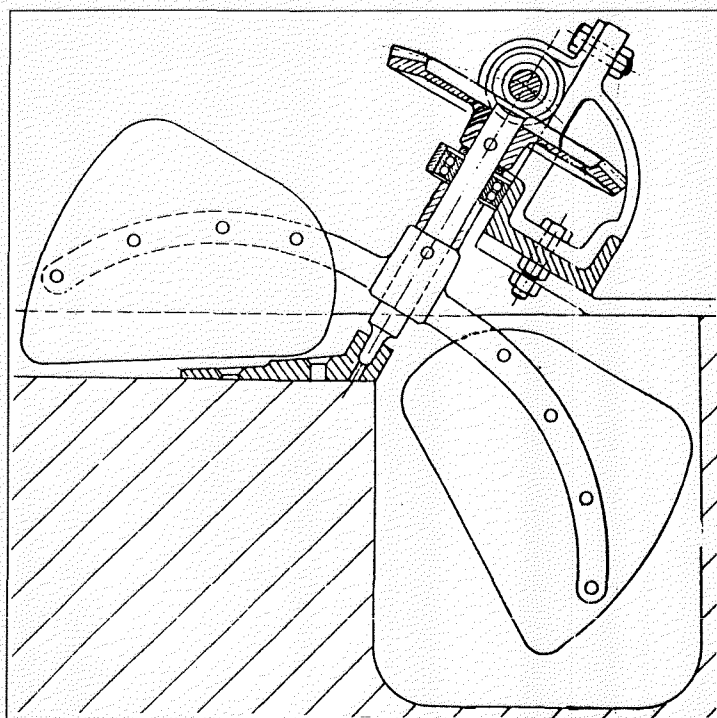
eenstemming hiermede maakte hij een kunstmatige rivier door de bestaande tank te verdelen in een aantal smalle kanalen, circa 1,2 meter breed en diep, die zo met de einden aan elkaar werden verbonden, dat één continu circuit ter lengte van circa 1100 meter ontstond (Figuur 20).

In het midden van ieder kanaal werd een schoepenrad geplaatst. Een groot aantal schoepen werd door een elektromotor aangedreven. Dit schoepenrad stuwde het afvalwater voort met een snelheid van ongeveer 0,5 meter per seconde. In Nederland heeft de Haworth beluchtingstank geen wijde verspreiding gekend, alleen op het Enka bedrijf in Ede heeft van 1928 tot en met 1978 een dergelijke inrichting gestaan. Het zuiverde het huishoudelijke afvalwater van de 3000 medewerkers van het bedrijf. Door de firma Hartley werd een variant op Haworth's idee gemaakt door paddles van een speciale constructie aan het kopeinde van de kanalen te plaatsen (Figuur 21).

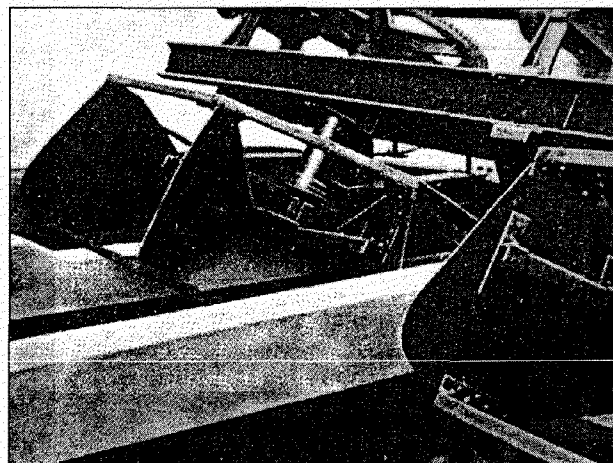
In beide systemen werd gebruik gemaakt van ondiepe tanks, waardoor het afvalwater in horizontale richting stroomde.

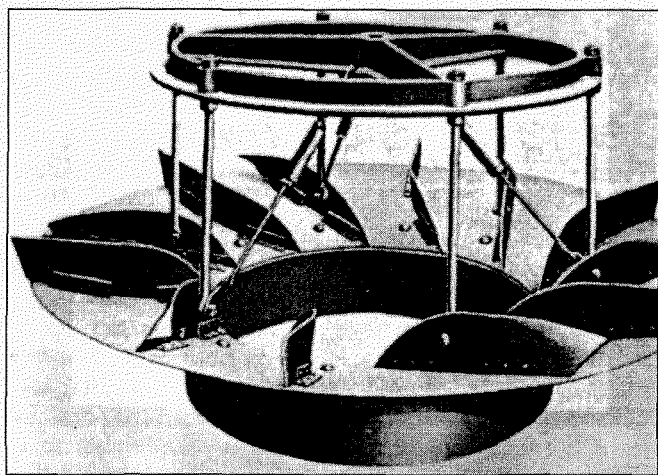
De gedachte uit de twintiger jaren om zich te bedienen van een horizontaal stroomcircuit als beluchtingstank is in Nederland omstreeks 1954 nieuw leven ingeblazen door dr. ir. A. Pasveer (verbonden aan de Sectie Bodem, Water en Lucht van het Instituut voor Gezondheidstechniek TNO) met de introductie van de Pasveer- of oxydatiesloot (paragraaf 2.3.6).

Bolton, de manager van de Bury Sewage Works in Engeland, 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



Figuur 21: Hartley schoepen die zich aan het eind van de beluchtingskanalen bevinden (uit: Kessener, '26).





Figuur 22: Bolton beluchtingsconus (uit: Karper, '69).

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 (Figuur 22).

Het afvalwater wordt zodoende door de buis omhoog getrokken en buitenwaarts uitgeworpen. De van de conus afkomende op het vloeistofoppervlak neerspatende waterparaplu transformeerde dit in een opspattende 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 (Figuur 23).

Alle bij de biologische zuivering van afvalwater volgens het actief-slibproces in gebruik zijnde beluchters zijn in twee principiële van elkaar verschillende systemen onder te brengen. Onderscheiden worden:

- de luchtinblaassystemen;
- de oppervlaktebeluchters

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 (4 à 4,5 meter waterkolom) in het water wordt geperst en die welke werken met een lage druk (0,8 meter waterkolom).

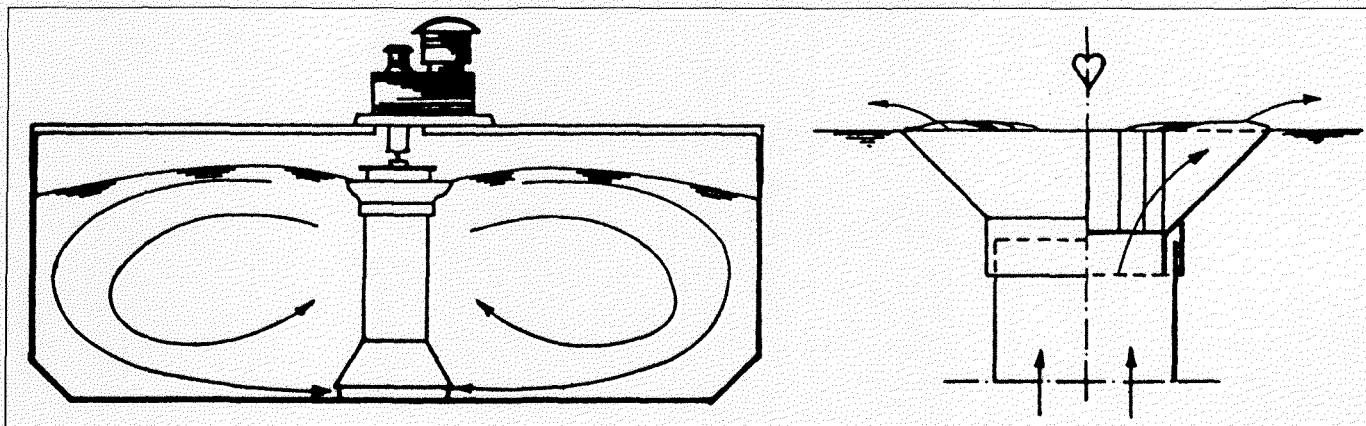
Bij hogedruk beluchting (fijne bellenbeluchting) wordt de samengeperste lucht in de regel nabij de bodem van de beluchtingstank, dit is op circa 3 tot 4 meter diepte, in het water geblazen. Afhankelijk van hoe de beluchtingselementen op de bodem van de tank zijn gerangschikt duidt men het beluchtingspatroon dat wordt verkregen aan met 'spiral flow' en 'ridge and furrow'. Bij spiral flow heeft men de beluchtingselementen aan één zijde, in de lengterichting 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.

Het lagedruk luchtinblaassysteem is beter bekend onder de naam Inka beluchting. Dit is een beluchtingssysteem met grove of middelgrote luchtbellens (2,5 mm) welke gevormd worden met behulp van geperforeerde buizen die zijn aangebracht over de halve tankbreedte op omstreeks 0,8 meter onder de waterspiegel. Het inbrengen van de lucht gebeurt bij het Inka systeem meestal met ventilatoren, dit in tegenstelling tot de hogedruk beluchting waarbij compressoren worden gebruikt. Het Inka beluchtingssysteem wordt nog toegepast op de zuiveringsinrichting in Maastricht en Eindhoven. De beluchtingselementen bevinden zich bij de inrichting in Maastricht op de bodem van de aërietatank.

Bij de tweede groep, de oppervlaktebeluchters, wordt een snelle overdracht van de zuurstof uit de lucht aan het water verkregen door het scheppen van een groot oppervlak dat de lucht in contact kan brengen met het water en dat zich telkens vernieuwt door de stroming in het water. Van de oppervlaktebeluchters bestaat er momenteel een grote verscheidenheid aan typen. Als voornaamste representanten in Nederland kunnen worden genoemd:

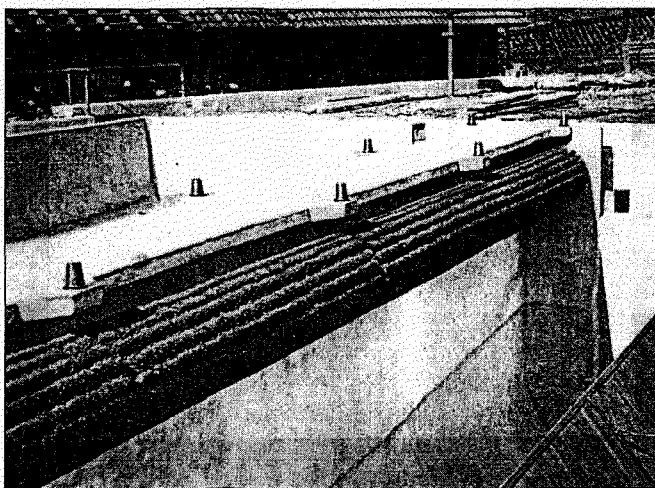
- Borstelbeluchting of roteren (Figuur 24, 25, 26, 27);
- Simplex beluchter (Figuur 23);
- BSK turbine beluchter (Figuur 29);
- Vortair-Lurgi of Gyroxbeluchter (Figuur 30);
- Simcar beluchter (Figuur 31).

De door ir. H.J.N.H. Kessener in de jaren dertig ontwikkelde borstelbeluchting werd gevolgd door een borstel



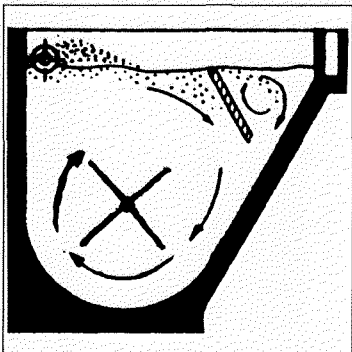
Figuur 23: Schematische voorstelling van een Simplex beluchter (uit: Koot, '70).



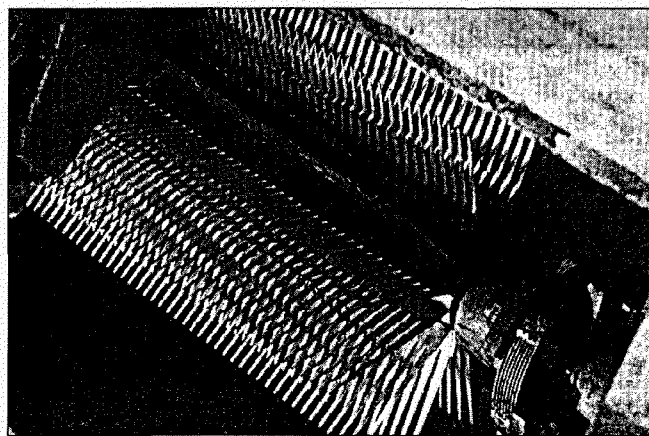


Figuur 24: De originele Kessener (piassave= een synthetische vezel) borstels (uit: folder Passavant, ± '60).

waarbij de synthetische (piassave) vezels (Figuur 24) waren vervangen door roestvrij stalen kammen (of pen-nen) welke onder een zekere hoek op de as werden gelast.



Figuur 26: Klassieke uitvoering van beluchting met Kessenerborstels en schoepenrad (uit: Koot, '70).



Figuur 25: Kessener borstels met stalen pennen (uit: Baars, '69).

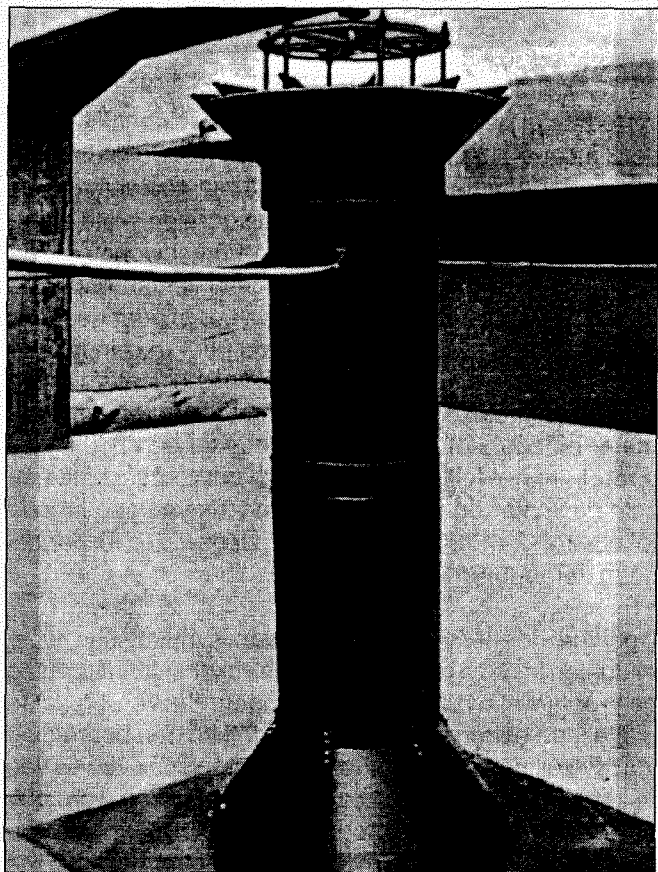
Ir. H.J.N.H. Kessener heeft zich gedurende zijn leven ingezet voor de oplossing van het afvalwaterprobleem in Nederland. Samen met ir.H.A. van IJsselsteyn werd in 1920 het RIZA opgericht waar Kessener van 30 juli 1920 (oprichtingsdatum) tot en met 30 sept. 1946 directeur is geweest. De door hem ontwikkelde borstelbeluchter is naar hem vernoemd.¹⁶

De meeste actief-slibinrichtingen van oudere datum in Nederland zijn of waren uitgerust met 'Kessenerborstels' die een diameter hadden van circa 35 centimeter (Figuur 25).

Ter ondersteuning van de circulatie in een beluchtings-tank met Kessenerborstels werd aanvankelijk een langzaam lopend schoepenrad mede opgesteld (Figuur 26). De actief-slibinrichtingen bij een abattoir in Apeldoorn (1927) en de inrichting in de badplaats Knokke (1923) werden met een dergelijk rad uitgevoerd. Dit rad werd in latere ontwerpen niet meer toegepast daar alleen de borstel voldoende bleek te zijn voor het onderhouden van de circulatie.



Figuur 27: Hoekijzerborstel (uit: Baars, '69).



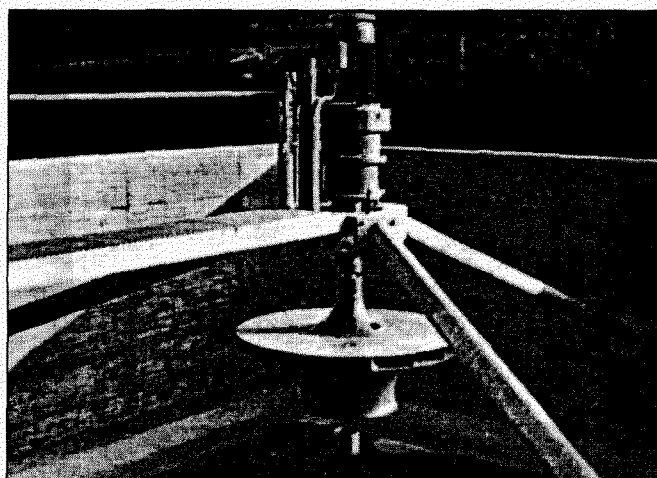
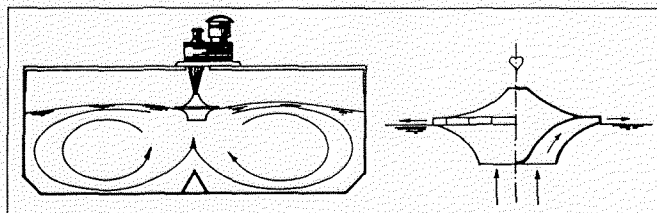
Figuur 28: De Simplex beluchter met stijgbuis (uit: Karper, '69).

In de naoorlogse jaren is door het Instituut voor Gezondheidstechniek TNO een groot aantal typen beluchtingsrotoren 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 centimeter en een iets later verschenen hoekijzerborstel (Figuur 27) van gelijke diameter de meeste toepassing gevonden en de Kessenerborstel geheel verdrongen. In tegenstelling tot de Kessenerborstels worden rotoren met diameters van 70 centimeter en groter bijna uitsluitend toegepast in horizontaal doorstromende circuits. De diepte van deze circuits varieert van 1 tot 4 meter. Diverse zuiveringsinrichtingen (onder andere Leeuwarden en Doetinchem) zijn met zogenaamde Mammoth rotoren uitgevoerd (diameter van 100 cm!). De zuurstoftoevoer kan bij de rotoren worden geregeld door verandering van indompeldiepte en toerental. Deze rotoren zijn toegepast bij talloze oxydatiesloten (diepte 1 à 2.5 meter).

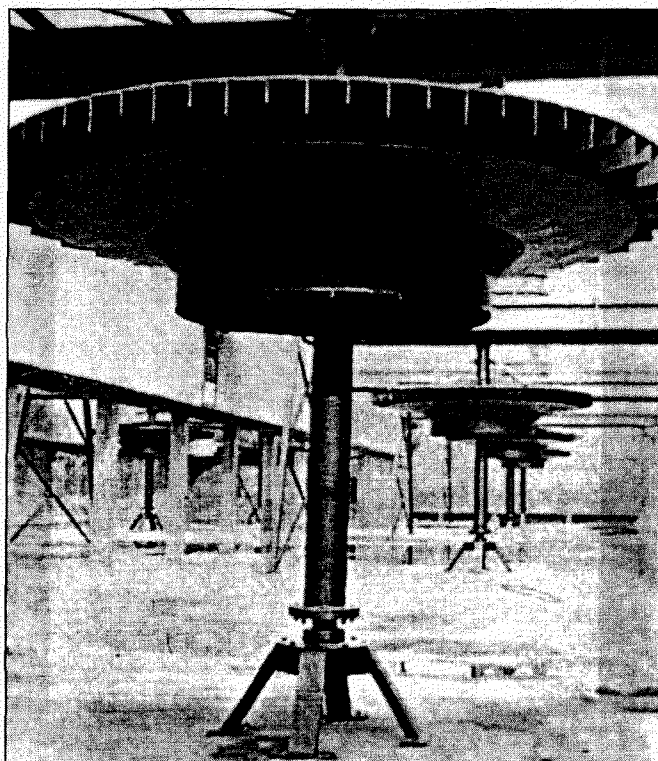
De puntbeluchters van BSK, Simplex, Gyrox en Simcar zijn te typeren als rotatie symmetrische beluchters. Het zijn als het ware ronde schijven die net onder het wateroppervlak worden rondgedraaid. Ze zijn opgehangen aan een verticaal geplaatste aandrijfas die wordt aangedreven door een verticaal opgestelde elektromotor. Ze worden gebruikt in combinatie met een beluchtingstank waarvan de vorm als regel vierkant is.

De Simplex beluchter is de enige van de genoemde beluchters die tezamen met een stijgbuis wordt toegepast. Deze stijgbuis zorgt voor het verbeteren van de

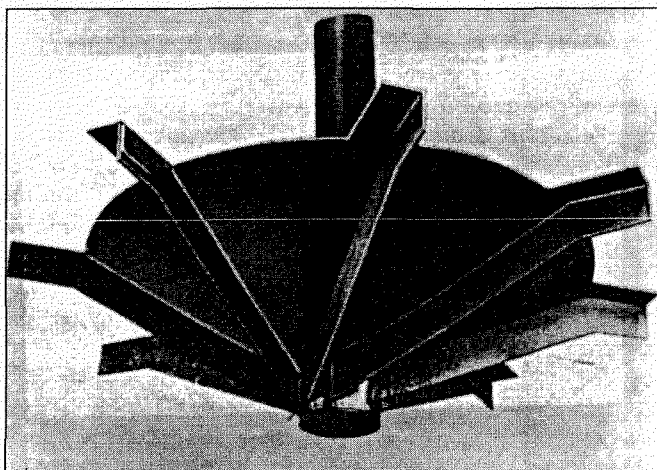
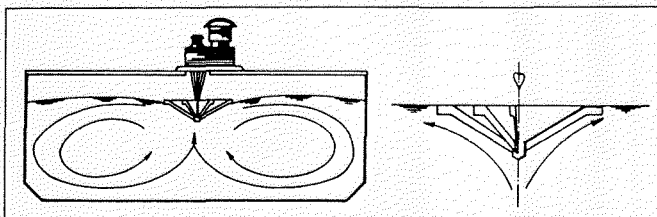
menging in de beluchtingstank. Een relatief grote tankdiepte (tot 7 meter) wordt hierdoor mogelijk (Figuur 28). De uit Engeland stammende Simplex beluchter is door een Duitse firma verder ontwikkeld. Ondanks dat de Simplex beluchter in de twintiger jaren tot stand kwam kan men toch stellen dat de ontwikkeling van de rotatie symmetrische beluchters zoals men die thans kent, er één is van de jaren na 1960. Met name het Emscher-



Figuur 29: BSK puntbeluchter (uit: Karper, '69 en Koot, '70).



Figuur 30: De Vortair- of Gyroxbeluchter (uit: Karper, '69).



Figuur 31: De Simcar beluchter (uit: Karper, '69 en Koot, '70).

genossenschaft heeft in de jaren 1963 en 1965/66 veel onderzoek hiernaar verricht.

Bij de BSK beluchter (en de Gyroxbeluchter) (Figuur 29) wordt ter ondersteuning van de pompwerking op de bodem van de tank, in het centrum, een kegel geplaatst. Beide beluchters hebben drie mogelijkheden om de zuurstoftoevoer te variëren, namelijk via de dompel- diepte, het toerental en de draairichting. Dit integenstelling tot de Simplex- en Simcar beluchters die alleen verandering van indompeldiepte en toerental toelaten.

De van oorsprong Amerikaanse Vortair- of Gyrox beluchter bestaat uit een ronde platte schotel met aan

de onderzijde langs de omtrek radiaal gerichte hoek- ijzers (Figuur 30).

De gedeeltelijk uit polyester bestaande BSK beluchter vertoont gelijkenis met de Vortair- of Gyrox beluchter en de Simcar beluchter (Figuur 31) waarvan de leidschoe- pen onder een hoek met de radiaal zijn geplaatst.

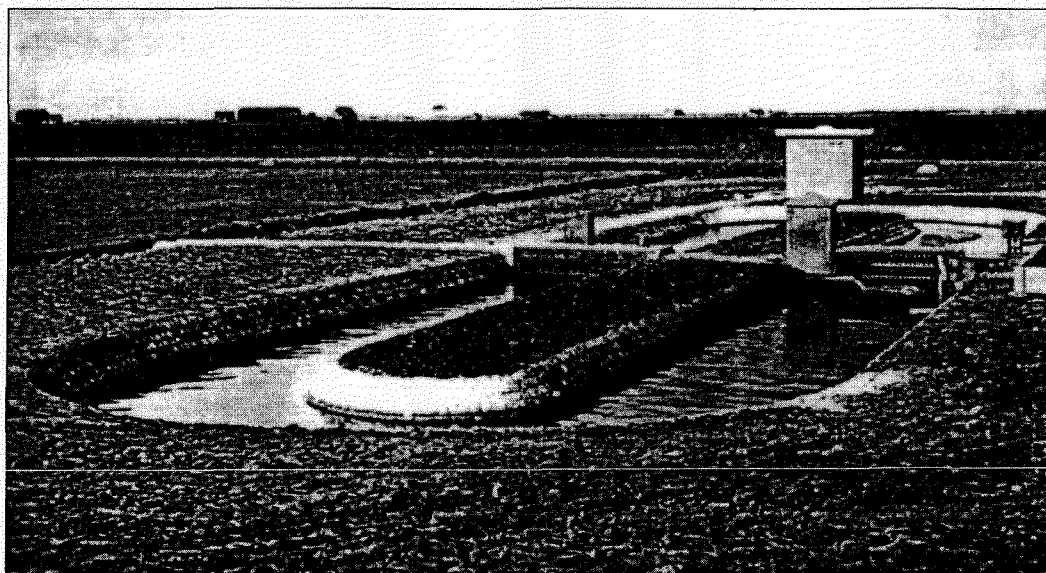
In de jaren zestig werd gesteld dat voor een grote afval- waterzuiveringsinrichting (>100.000 inwoners) de oppervlakte- of puntbeluchter tengevolge van het grote aantal te installeren eenheden hiervoor minder geschikt zou zijn en dat daarom dit bij uitstek het terrein is voor het persluchtsysteem. De opkomst van beluchters als de BSK, de Simplex, de Gyrox enz. met diameters tot 3 à 4 meter en zuurstoftoevoervermogens tot een 250 kg O₂ per uur 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 m³ heeft deze zienswijze wel geheel doen veranderen.

Door het toenemende gebruik van synthetische was- middelen in deze jaren trad steeds vaker schuimvorming op in afvalwaterzuiveringsinrichtingen. Het veroorzaakte niet alleen extra vuillast bij het bedrijf en een bedreiging van de veiligheid van werken, er ontstond ook verlies van actief-slib door flotatie. In een aantal gevallen werd ook het zuurstofinbrengvermogen, in het bijzonder bij rotor- beluchting, nadelig beïnvloed. De oppompwerking en het sproeieffect van oppervlakte- of puntbeluchting droeg bij aan het beperken van de schuimvorming, waar- door een stimulans ontstond voor de toepassing ervan.

17

Door de ontwikkeling en toepassing van antischuimmid- delen en later bijna volledig afbreekbare (zachte) was- middelen worden echter de meeste beluchtingssyste- men nog steeds toegepast.

Deze ontwikkeling had wel als gevolg dat men zich meer ging verdiepen in de karakteristiek van het zuurstofin- brengend vermogen van beluchters. Het zuurstofin- brengend vermogen bleek niet alleen afhankelijk van de samenstelling van het afvalwater en het actief-slib- gehalte in de beluchtingstank, maar ook van het type beluchter.



Figuur 32: Pasveer- of oxydatiesloot in Dreischor. Deze uitvoering is zonder nabezinktank (uit: Samson, '72).

2.3.6 Oxydatie- of Pasveersloot ¹⁸

Omstreeks het midden van de vijftiger jaren werd door dr. ir. A. Pasveer, verbonden aan de Sectie Bodem, Water en Lucht van het Instituut voor Gezondheidstechniek TNO, de Pasveer- of oxydatiesloot ontwikkeld (Figuur 32).

Het gaat hier om een afvalwaterzuiveringstechniek die is ontwikkeld voor geringe hoeveelheden afvalwater tegen aanvaardbare kosten. De gedachte die aan de behandelingsmethodiek ten grondslag lag was het zuiveringsproces tot een enkele fase terug te brengen. Dit hield in, dat het ruwe afvalwater zonder voorbehandeling, i.c. de toepassing van een bezinkingsproces, aan een biologische zuivering door middel van actief-slib werd onderworpen en wel zodanig dat anaëroobe slibbehandeling achterwege kon blijven. De organische stoffen die zich in het afvalwater bevinden en het actief-slib worden tot een zodanige graad afgebroken dat deze zonder bezwaren op droogvelden (zie paragraaf 2.3.9) kunnen worden gedroogd. Daarvoor zijn nodig:

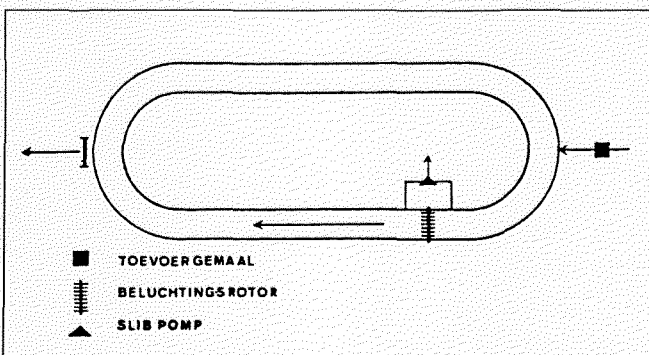
- een lage slibbelasting;
- een lage inhoudsbelasting van de beluchtingsruimte;
- een ruime zuurstoftoevoer;
- voldoende watersnelheid in de beluchtingsruimte zodat geen bezinking van slib kan optreden (minimaal 30 cm/ sec.)

De oxydatiesloten onderscheiden zich van een conventionele actief-slibmethode door een lage slibbelasting en een zeer lange verblijftijd. Hierdoor is het mogelijk de zuivering van het afvalwater en een vergaande afbraak van het slib in een systeem te combineren. Ten opzichte van een conventionele actief-slibinstallatie zijn er twee kenmerkende verschillen

- geen voorbezinking;
- geen slibgisting

De eenvoud van dit zuiveringssysteem maakt vele uitvoeringsvormen mogelijk, die vaak worden genoemd naar de plaats van eerste toepassing, dan wel met een fantasienaam worden aangeduid waarvan hier enkele voorbeelden worden gegeven.

De eerste Pasveer- of oxydatiesloten zijn discontinu. Bij dergelijke sloten vindt nabezinking in de sloot zelf plaats nadat de beluchting periodiek (via een tijd klok of niveau-regeling) wordt stilgezet. Na een ingestelde tijd wordt het effluent (het gezuiverde water boven het bezonken slib)



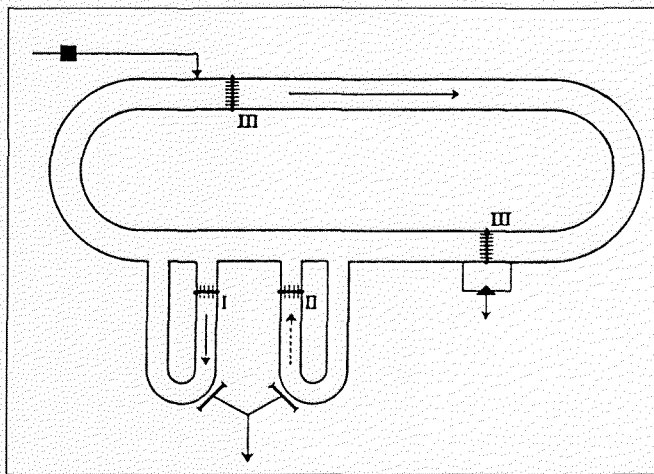
Figuur 33: Oxydatiesloot type Voorschoten (uit: Koot, '70).

afgelaten. Later ontstonden de continue oxydatiesloten. Hier vindt de bezinking continu plaats in een nabezink-tank die al dan niet deel uitmaakt van het circuit. De volgende beschreven oxydatiesloten zijn getypeerd naar uitvoeringsvormen.

2.3.6.1 Type Voorschoten

Dit type is het oorspronkelijke ontwerp van het Instituut voor Milieuhygiëne en Gezondheidstechniek TNO. Periodiek wordt effluent uit de sloot afgevoerd.

Dit is een discontinue oxydatiesloot. Wanneer in de oxydatiesloot het afvalwater tot een bepaald niveau is gestegen wordt de beluchting gestaakt (beluchting discontinu) en begint de bezinkperiode. Na bezinking van het slib wordt het bovenstaande, gezuiverde water, afgelaten. Bij aanvoer van neerslag blijft het rioolgemaal in bedrijf. Er wordt dan niet meer belucht, waardoor bij langere duur van de aanvoer van neerslag bezonken- niet biologisch gereinigd- water wordt afgelaten. In een variant van deze uitvoering wordt het afvalwater continu aan de sloot toegevoerd. Wanneer in de sloot een bepaald niveau is bereikt, wordt de beluchting gestaakt, waarna bezinking en afvoer van effluent plaatsvinden. Daar de zuurstofinbreng en het energieverbruik van de rotoren door de indompeldiepte worden bepaald, dient de niveauwisseling in de sloot tot circa 6 centimeter beperkt te blijven. Het type Voorschoten wordt toegepast tot circa 1000 inwoner equivalenten, indien het ontvangende water periodieke lozing van alleen bezonken afvalwater aan kan. Een ander discontinue oxydatiesloot is van het type Bathmen (geen figuur).



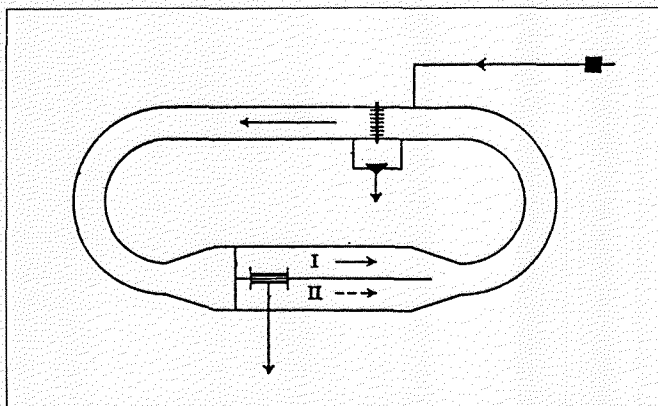
Figuur 34: Oxydatiesloot type Noordwijk (uit: Koot, '70).

2.3.6.2 Type Noordwijk

Het type Noordwijk is een continue oxydatiesloot. Om een continue beluchting en afvoer van effluent te verkrijgen, zonder toepassing van een afzonderlijke nabezinkingstank, worden twee zijcircuits gebouwd. De procesvoering is:

- zijcircuit I: aflaten-beluchten-bezinken enz.
- zijcircuit II: beluchten-bezinken-aflaten enz.

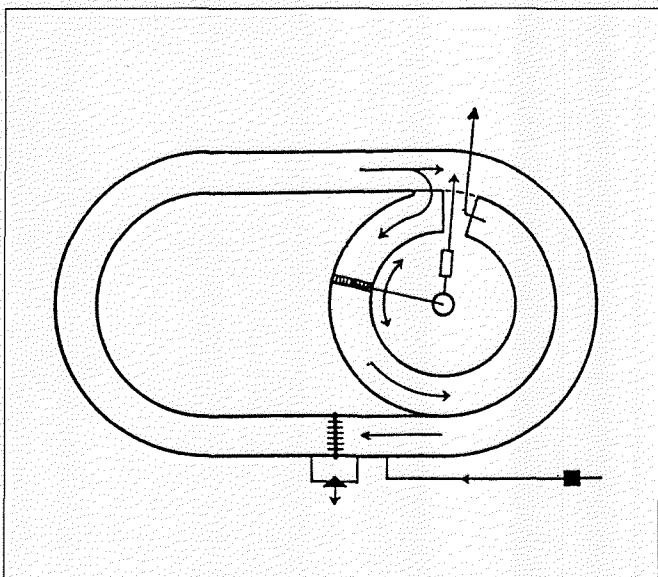
In het hoofdcircuit wordt continu belucht. Toepassingsgebied: 2500-4500 inwoner-equivalenten.



Figuur 35: Oxydatiesloot type Berkel (uit: Koot, '70)

2.3.6.3 Type Berkel

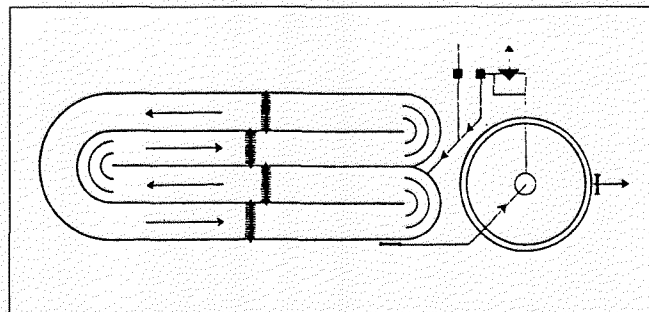
Dit is een tussenvorm van het type Voorschoten en het type Noordwijk. Het betreft hier ook een continue oxydatiesloot. De beluchting is continu. De afvoer van effluent wordt bij wisseling van het bezinkingskanaal gedurende de bezinking onderbroken. Het bezinkingskanaal bevindt zich bij het type Berkel in een van de rechte gedeelten van de oxydatiesloot. Bij sommige oxydatiesloten bevindt het bezinkingskanaal zich in een van de bochten zoals bij de oxydatiesloot in Otterlo. Hier wordt gebruik gemaakt van een ingenieus kleppensysteem. Bij het omdraaien van de stromingsrichting wordt periodiek van bezinkkanaal gewisseld. Toepassingsgebied: 2500-4500 inwoner-equivalenten.



Figuur 36: Oxydatiesloot type kettingkast (uit: Koot, '70).

2.3.6.4 Type Kettingkast

Bij deze continue oxydatiesloot werd bij het ontwerp rekening gehouden met een beperkt grondoppervlak. Dit type heeft een afzonderlijke nabezinking in de vorm van een cirkelvormig niet gesloten bezinkingskanaal. Het bezonken slib wordt door een pendelende slibafzuiger (hevel) van de bodem van het bezinkingskanaal verwijderd en met een vijzel in het beluchtingscircuit terugge-



Figuur 37: Oxydatiesloot type Scherpenzeel (uit: Koot, '70).

bracht. Toepassingsgebied: 1000-4500 inwoner-equivalenten (onder andere Garderen, 2000 i.e.'s).

2.3.6.5 Type Scherpenzeel

Het continue type Scherpenzeel heeft een nabezink-tank. Om ruimte te besparen is het circuit 'opgevouwen'. Toepassingsgebied: 4500-10.000 inwoner-equivalenten.

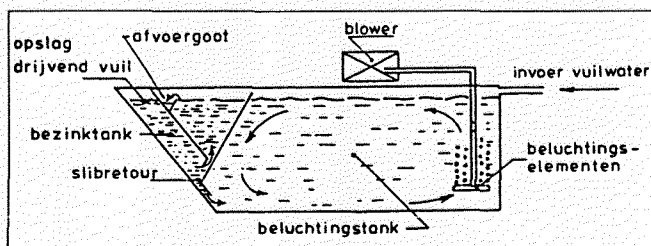
2.3.7 Compactinrichtingen ¹⁹

Voor plaatsen waar relatief kleine hoeveelheden afvalwater wordt geproduceerd werd in het begin van de jaren zeventig een groot aantal compacte zuiveringsinrichtingen op de markt gebracht. Er waren nogal wat situaties waarbij het niet economisch verantwoord was om kleine hoeveelheden afvalwater over grote afstand te vervoeren naar grote inrichtingen. In deze gevallen zag men een oplossing door het installeren van kleine, compacte zuiveringsinrichtingen (afgelegen restaurants, kleine gehuchten enz.).

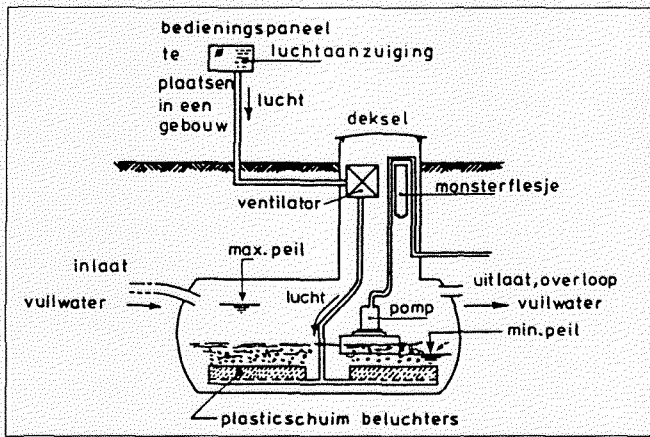
Ervaring wees uit dat een groot probleem met dergelijke kleine inrichtingen lag in de stootgewijze aanvoer van afvalwater. Om dat probleem op te vangen werden de inrichtingen voorzien een verzamelbak waaruit het afvalwater continu naar de inrichting wordt gevoerd. Vrije toevoer wordt niet meer toegepast.

2.3.7.1 Oxigest-inrichting

Een Oxigest-inrichting is alleen geschikt voor zeer kleine hoeveelheden afvalwater. Het ruwe rioolwater komt in een beluchtingsruimte waarin via geperforeerde buizen lucht wordt ingeblazen. Door een duikwand gaat het slibwatermengsel naar een bezinkruimte, waarin het slib van het gezuiverde water wordt gescheiden. Het gezuiverde water stroomt weg via een overlooprand, terwijl het bezonken slib via de spleetvormige opening aan de



Figuur 38: Oxigest-inrichting (uit: NVA, '79).



Figuur 39: Flygt-inrichting (uit: NVA, '79).

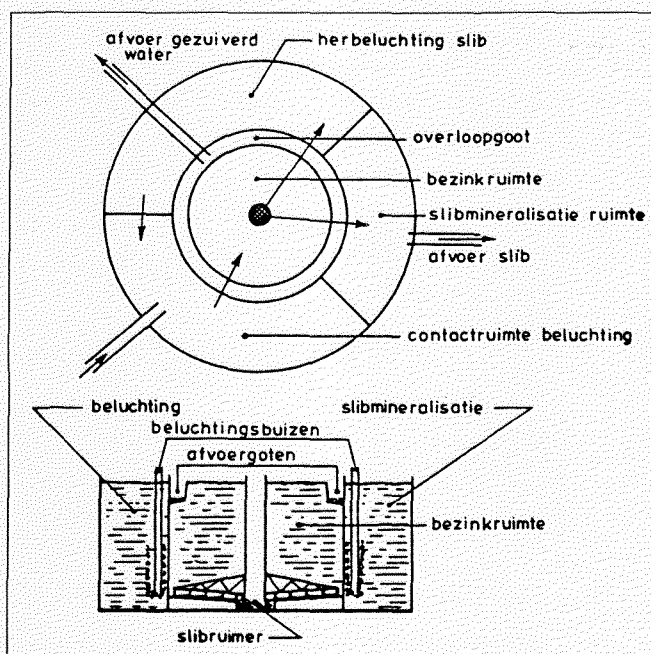
onderzijde van de bezinkruimte automatisch terugvloeit naar de beluchtingsruimte.

2.3.7.2 Flygt-inrichting

De Flygt-inrichting is geheel vervaardigd van kunststof. Qua vorm lijkt deze inrichting op een olietank. Het afvalwater wordt met enkele buizen in de tank gebracht. Het actief-slib wordt belucht met met perslucht dat door middel van kunststof sponzen fijn wordt verdeeld. Bij een bepaalde (hoogste) waterstand in de cylinder wordt de beluchting gestopt, het actief-slib bezinkt en het gezuiverde water wordt uit de inrichting gepompt. Volgens de fabrikant behoeft het surplusslib maar een of twee maal per jaar te worden afgevoerd.

2.3.7.3 Sparjair-inrichting

In het midden van de tank bevindt zich een ronde nabezinktank met een bodemschuiver. De omliggende ruimte is door dwarschotten in drie segmenten verdeeld namelijk de beluchtingsruimte, de herbeluchtingsruimte voor het actief-slib en de mineralisatieruimte. In de drie



Figuur 40: Sparjair-inrichting (uit: NVA, '79).

segmenten heeft beluchting plaats door middel van geperforeerde buizen.

Het afvalwater wordt in de beluchtingsruimte gebracht en daarin met actief-slib gezuiverd. Het slib-watermengsel gaat naar de centraal gelegen ronde nabezinkruimte, waarin het gezuiverde water van het actief-slib wordt gescheiden. Het gezuiverde water stroomt weg via een overlooprand. Het bezonken slib wordt naar de herbeluchtingsruimte gepompt. Als de hoeveelheid actief-slib in de herbeluchtings- of beluchtingsruimte te groot wordt, pompt men het teveel aan slib (surplusslib) naar de slibmineralisatieruimte. In deze ruimte wordt het slib afgebroken door aërobe bacteriën. Na 10 tot 30 dagen kan het slib worden afgevoerd.

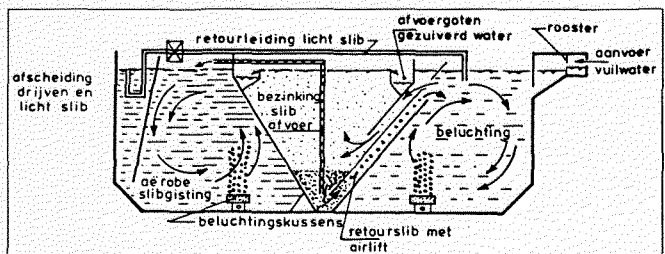
2.3.7.4 Minibloc-inrichting

De inrichting bestaat uit vier hoofdonderdelen:

1. een vuilvangrooster;
2. een beluchtingsruimte;
3. een bezinkzone;
4. een aërobe slibstabilisatieruimte.

Op de bodem van de beluchtingsruimte bevindt zich een aantal beluchtingskussens. Na enkele uren komt het slib-watermengsel in de bezinkruimte. Het bezonken slib kan door middel van een airlift-systeem teruggevoerd worden naar de beluchtingsruimte of worden afgevoerd naar de aërobe slibstabilisatieruimte. Ook deze ruimte wordt permanent belucht. De totale verblijftijd van het afvalwater in deze inrichting is relatief kort.

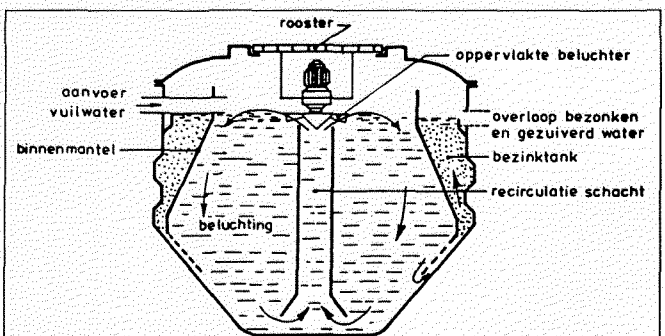
De inrichting wordt gebouwd voor een capaciteit tot 500 inwoner-equivalenten.



Figuur 41: Minibloc-inrichting (uit: NVA, '79).

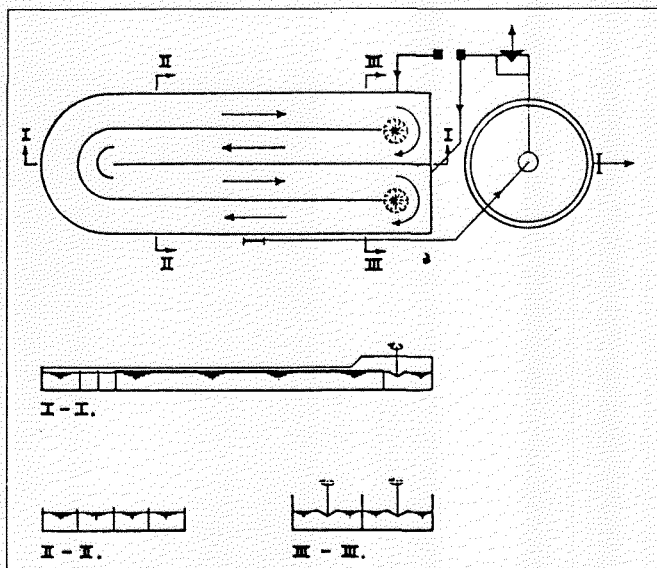
2.3.7.5 Minutac-inrichting

De tank is opgebouwd uit gewapend polyester en heeft min of meer een eivorm. In het midden wordt het water belucht. Rondom is een binnenwand aangebracht,



Figuur 42: Minutac-inrichting (uit: NVA, '79).





Figuur 43: Carroussel (uit: Koot, '70).

waardoor de bezinkruimte wordt afgescheiden van de beluchtingsruimte. Tegen de binnenkant van de wand is nog een overstortrand met een afvoergoot geplaatst. In het midden van de tank staat een cilindrische schacht met daarboven een puntbeluchter. De binnenmantel is aan de onderzijde op een speciale wijze afgewerkt, zodat het water vanuit de beluchtingsruimte naar de bezinkruimte kan stromen. Het bezonken slib kan onder invloed van de zwaartekracht naar de beluchtingsruimte terugrollen en kan dan opnieuw aan het beluchtingsproces deelnemen.

2.3.8 Carroussel® 20

In het midden van de jaren zestig deed de Carroussel zijn intrede waarvan ir. R.J. Klein (van het ingenieursbureau Dwars, Heederik en Verhey; DHV) als geestelijke vader moet worden beschouwd (Figuur 43).

Het principe berust op een Pasveer- of oxydatiesloot. De beluchting geschiedt niet meer door horizontale (kooi) roteren of Kessenerborstels maar door puntbeluchters, die relatief goedkoop zijn en een grote beluchtingscapaciteit hebben (zie paragraaf 2.3.5.4). Door de hydrau-

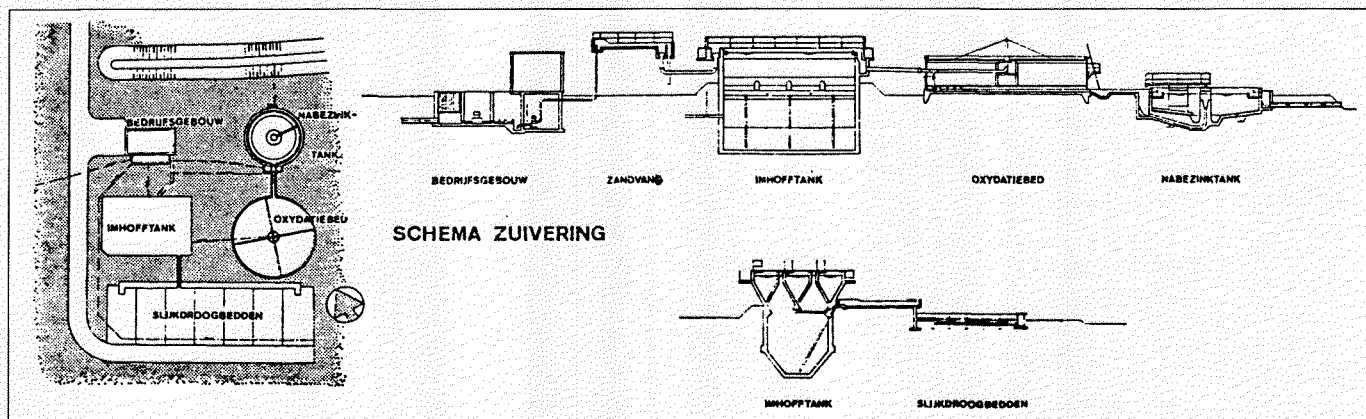
lische vormgeving van de Carroussel en de hydraulische eigenschappen van de puntbeluchters is het mogelijk een Carroussel te bouwen met diepten en breedten groter dan resp. 4 meter en 8 meter. De Carroussel is een reactor, waarin het actief-slibproces wordt toegepast en waarin de stroming van de vloeistof en de zuurstofvoorziening door een om een verticale as draaiende puntbeluchter worden verzorgd. Het actief-slibproces in een Carroussel wordt volgens dezelfde grondslagen als de oxydatiesloot uitgevoerd. Voordat het afvalwater in het circuit wordt gevoerd passeert het afvalwater soms een zandvanger. De bezinking van het actief-slib vindt, net als bij andere biologische inrichtingen, plaats in een nabezinktank. Carroussels kunnen worden toegepast voor de behandeling van afvalwater van 10.000 tot meer dan 100.000 inwoner-equivalenten per straat.

Uit de Carroussel zijn andere vormen van actiefslabinrichtingen ontwikkeld. Een daarvan is de Concent. Het verschil met de Carroussel is het ontwerp. Bij de Concent is de beluchtingssloot om de nabezinktank heen gebouwd.

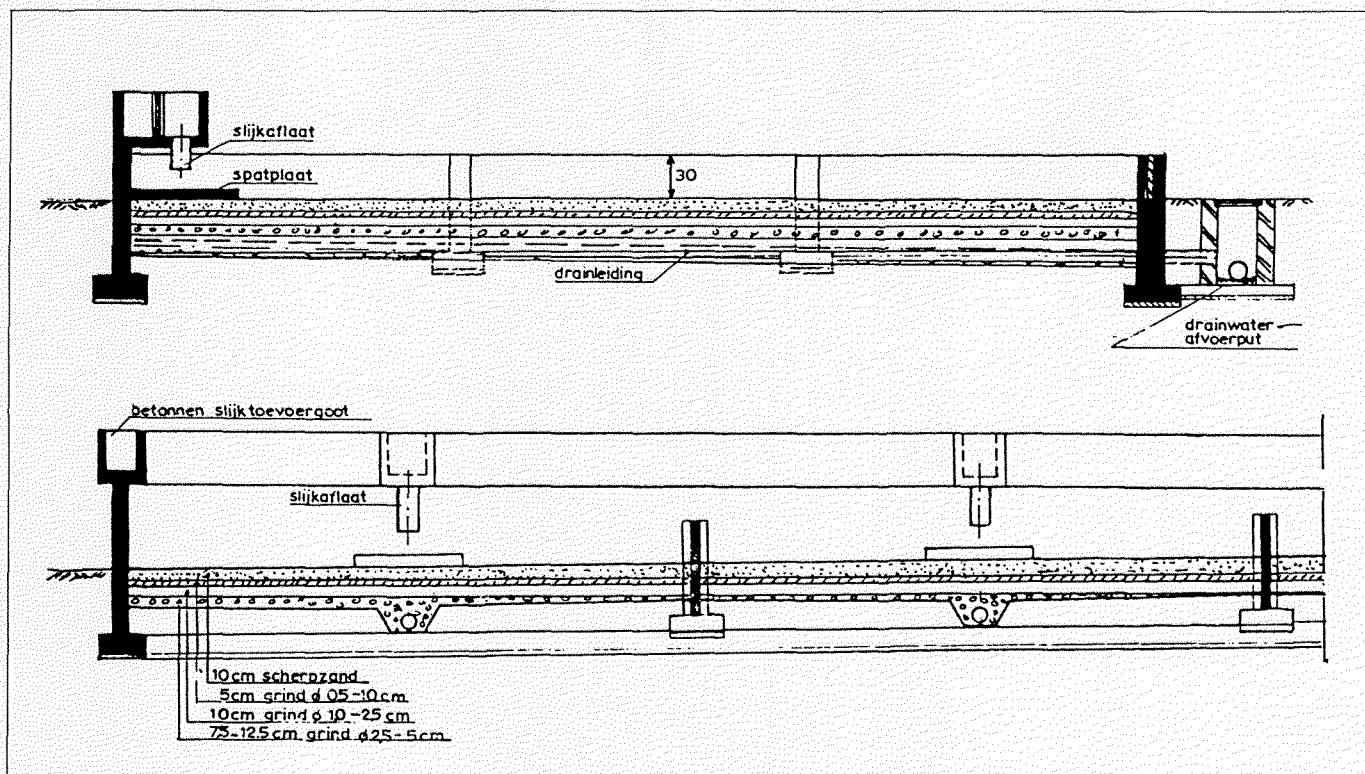
2.3.9 Inrichtingen voor het vergisten van slibstoffen ²¹

Eerst werden anaërobe en aërobe processen toegepast om, na een bezinkproces van afvalwater, het slib te stabiliseren. In plaats van gescheiden bouwwerken vond hierna het bezinkproces en uitrotingsproces in één gecombineerde tank plaats. In Imhofftanks en Clarigesters (zie paragraaf 2.3.3.3 en 2.3.3.4) werden beide processen gecombineerd. Door de komst van betere biologische afvalwaterzuiveringstechnieken bewijzen thans de anaërobe rottingsprocessen ons nog zeer belangrijke diensten in de slibgisting.

Bij de zuivering van afvalwater is slib een belangrijk restprodukt van het zuiveringsproces. Slib is volumineus en slecht ontwaterbaar. Bovendien is het hygiënisch onbetrouwbaar, het stinkt en het is aantrekkelijk voor ziekteverwekkende organismen. De substantie moet worden verwerkt tot een onschuldig en als het kan bruikbaar materiaal. Dit kan gebeuren met behulp van anaërobe afbraak. Men bereikt hiermee:



Figuur 44: Schema van een afvalwaterzuiveringsinrichting met een Imhofftank als voorbezinking en slibgisting, een oxydatiebed voor beluchting en slibdroogbedden om het spuislib te stabiliseren. In plaats van een Imhofftank kan ook een Clarigester worden toegepast (uit: Koot, '70).



Figuur 45: Slibdroogbedden volgens de constructie die is toegepast tot 1963 (uit: Heijn, '72).

- stabilisatie/mineralisatie: Het materiaal is na behandeling nauwelijks meer rotbaar en niet langer aantrekkelijk voor ongedierte;
- reductie van organische stof: het organische stof gehalte neemt af, terwijl het uitgegiste materiaal tevens minder hydrofiel (wateraantrekkend) is en gemakkelijk te ontwateren;
- vernietiging van een groot deel van de aanwezige parasieten en ziektekiemen;
- productie van methaangas: dit kan worden gebruikt voor opwekking van elektriciteit en/of warmte.

Een grote hoeveelheid slib die een nabehandeling nodig heeft, komt uit de voorbezinktank. Van de totale hoeveelheid slib uit de nabezinktank van een actief-slibinrichting wordt het grootste deel teruggevoerd in het systeem (retourslib) en een deel als spui- of surplusslib wordt onderworpen aan de slibgisting.

Slib uit laagbelaste (slibbelasting ca. 0,1) actief-slib systemen kan zonder stankoverlast in de open lucht worden gedroogd op zogenaamde slibdroogbedden (Figuur 44).

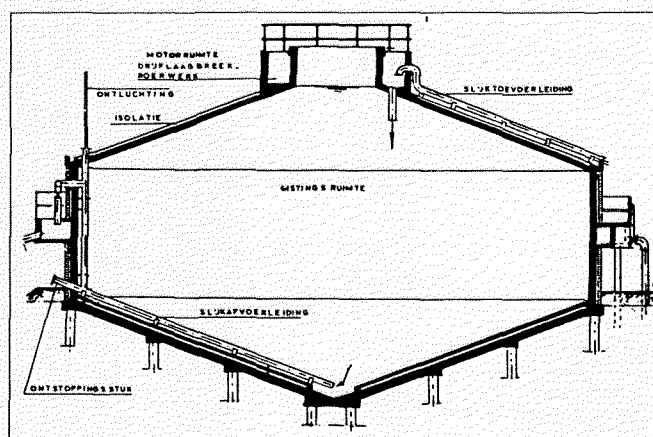
Slibdroogbedden waren in het algemeen opgebouwd uit losse betonplanken en betonpalen of uit vaste, ter plaatse gestorte, betonwanden, dan wel uit opgehoogde aardewallen. De toevoer van slib geschiedde door middel van pers- of vrijvervalleidingen al of niet uitmondend in betonnen goten. Uit deze persleiding en/of betonnen goot werd het slib op de droogbedden afgeleten.

Tot 1963 werden de slibdroogbedden van de zuiveringsinrichtingen uitgevoerd zoals aangegeven in Figuur 45.

Men dacht toen namelijk dat het overtollige slibwater

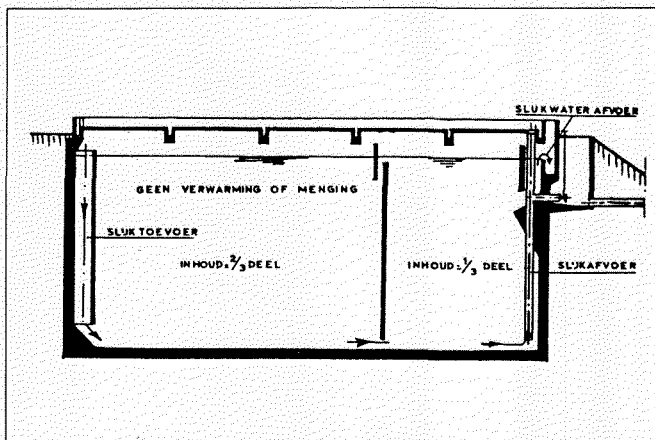
sneller zou worden afgevoerd indien de drainlaag uit lagen grind van verschillende korrelgrootte bestond. Nadien is echter de aanleg van de droogvelden vereenvoudigd. De drainlaag werd toen uitgevoerd als een pakket van grof scherp zand in een laagdikte van 21 - 25 centimeter waardoor de vulling van de droogbedden aanzienlijk goedkoper werd. De tijdsduur van drogen bleek namelijk in ons sterk wisselend klimaat bij beide constructiewijzen niet noemenswaardig te verschillen. Slibdroogbedden hebben jarenlang een zeer belangrijke rol gespeeld bij de ontwatering van zuiveringsslib. Het was een eenvoudige en goedkope oplossing. Slibdroogbedden hebben nu vrijwel geen toepassing meer in Nederland. Door de slechte kwaliteit van het gedroogde slib is de afzet in de landbouw sinds de negentiger jaren sterk teruggelopen.

Tegenwoordig wordt zuiveringsslib naar speciale slibverwerkingsbedrijven afgevoerd. Hier wordt het slib



Figuur 46: Uitvoering van een cilindrische ééntrapsgistingsstank uit de periode 1935-1945 (uit: Heijn, '71).





Figuur 47: Rechthoekige slibgistingstank met overloop (uit: Heijn, '71).

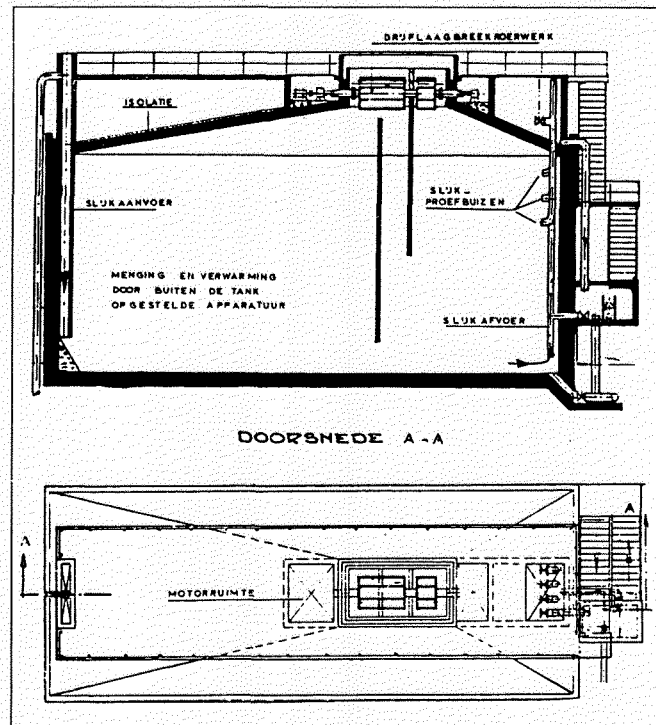
ingedikt, ontwaterd (centrifuge, zeefband, filterpers) en verbrand.

Op een aantal zuiveringsinrichtingen staan nog installaties voor het vergisten van slib. In deze paragraaf zal een kort overzicht van de ontwikkeling van dergelijke inrichtingen worden gegeven.

Het slibgistingsproces kan zowel in één als in twee trappen worden uitgevoerd.

Bij de slibgisting in één trap vindt zowel de uitgisting als de indikking van het uitgegiste slib en de afscheiding van slib en water in één tank plaats.

Een continue, intensieve menging van de tankinhoud staat hier een goede indikking van het uitgegiste slib en een scherpe afscheiding van slibwater in de weg en wordt derhalve ook niet toegepast. Men beperkte zich er meestal toe het roermechanisme één maal per dag 1 à 2 uur in werking te stellen, onmiddellijk na het inpompen van de dagelijkse dosis vers slib. Gedurende de rustperiode is er dan gelegenheid tot afscheiding van slibwater en uitgegist slib. Bij een hoge belasting, in het bijzonder in verwarmde tanks, treedt echter ten gevolge van de gasontwikkeling nog zoveel beroering van de gis-

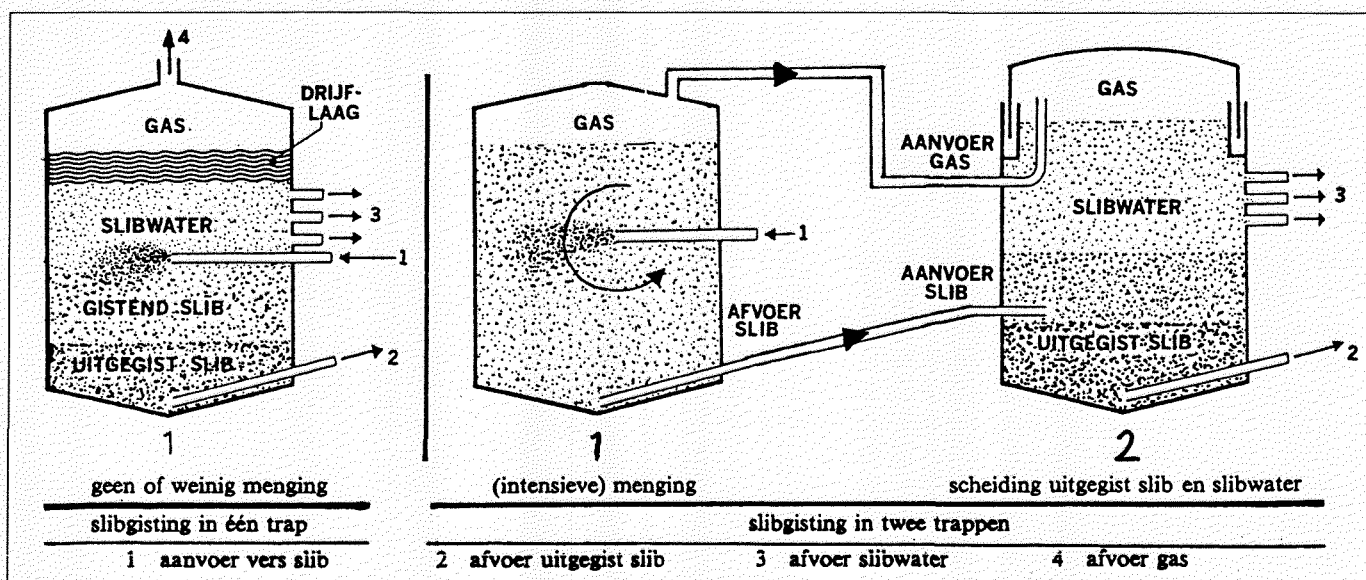


Figuur 48: Rechthoekige tank met proefbuizen uit de periode 1960-1965 (uit: Heijn '71).

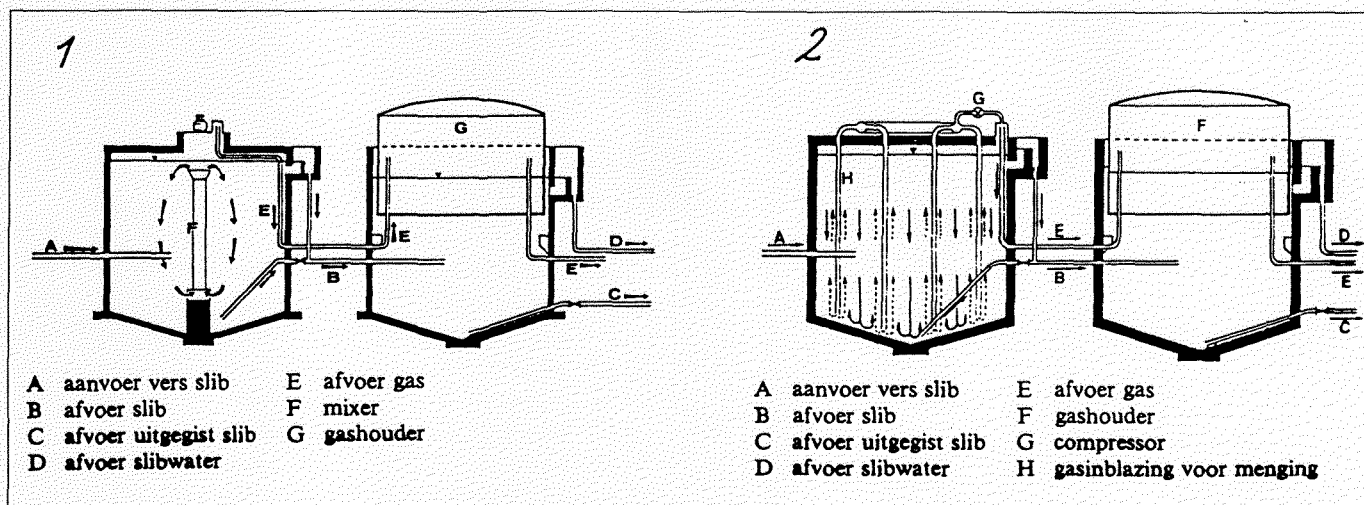
tende massa op, dat het niet mogelijk is slibwater af te scheiden met een lage massafractie slib.

Met uitzondering van de in enige grotere gemeenten als Amsterdam, Enschede, Leiden, Hilversum, Apeldoorn (1950), Ede (1956) e.a. geplaatste gistingstanks van cilindrische vorm (Figuur 46) zijn de in de dertiger jaren gebouwde tanks in het algemeen rechthoekig van vorm. (slibgisting in Tilburg-Oost met roerwerk en drijvende afdekking = gasklok) (Figuur 47).

Deze rechthoekige vorm was gekozen om het mogelijk te maken het slibwater af te voeren via een overstortrand aan de tegenover de invoerzijde gelegen zijde zonder dat stoornissen van bijvoorbeeld meegevoerde



Figuur 49: Slibgisting in één en twee trappen (uit: Koot, '70).



Figuur 50: Verwarmde en onverwarmde gistingstanks. Menging van de inhoud van de verwarmde tank door middel van rondpompen (1) en gas inblazen (2). Meestal heeft het eerste type (1) geen plat dak maar een conisch dak (uit: Koot, '70).

rottende delen door gasontwikkeling optraden. De gasontwikkeling is aan het einde van de tank namelijk het geringst. De tank is verdeeld in twee compartimenten in de verhouding 2:1. Uitgaande van een totale verblijftijd van 30 dagen bij een verwarmd en van 90 dagen bij een koud gistingproces wordt de verblijftijd voor het schot respectievelijk 20-60 dagen en achter het schot 10-30 dagen. Het slib wordt uit het tweede gedeelte door eigen wateroverdruk afgetapt.

Deze vorm met overloopgoot heeft zich tot het einde van de vijftiger jaren gehandhaafd. De lange overlaat met goot is daarna in navolging van de ééntraps cilindervormige tank, waar een lange overlaat moeilijker te realiseren is, ook bij de rechthoekige tank vervangen door een drietal proefbuizen. Het decanteer-effect is hierdoor teniet gedaan (Figuur 48).

Na 1965 is de rechthoekige tankvorm nagenoeg verlaten en vervangen door de cilindervorm.

Het ontwerpen van een ééntraps cilindrische tank is in het algemeen gedacht een tijdelijke voorziening. Bij uitbreiding van de installatie wordt dan, door het plaatsen van een tweede tank, de reeds aanwezige tank tweede trapsgistingstank (Figuur 49).

Sinds de zestiger jaren werd dan ook bij de opzet van

ontwerpen zo mogelijk direct uitgegaan van een twee-trapsgistingproces.

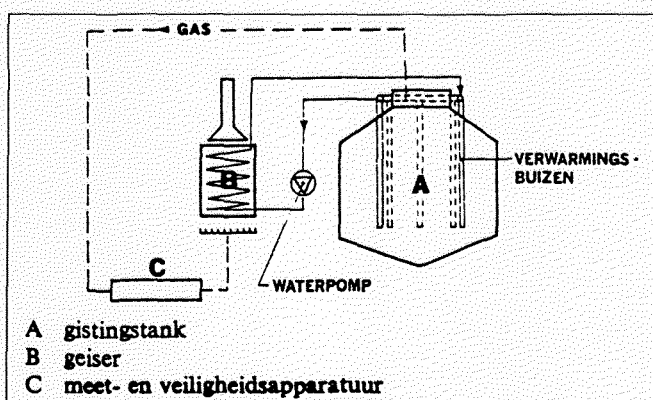
In de eerste tank wordt het slib verwarmd en gemengd tot een homogene massa. Tijdens het toevoeren van vers slib vloeit het warme (30°C) slib over naar de tweede tank, waarin de scheiding van slib en slibwater bij een lagere temperatuur (ongeveer 24°C) kan plaatsvinden.

De op te stellen apparatuur in een gistingstank betreft voornamelijk de verwarming- en de mengapparatuur. Figuur 50 geeft een beeld van twee mogelijke methoden om de inhoud van de gistingstanks te mengen.

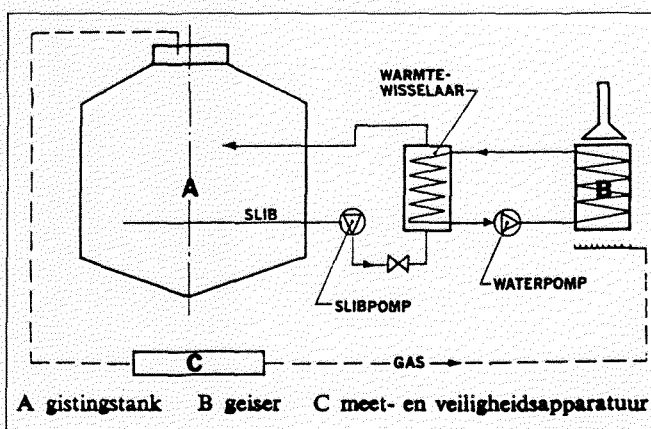
Het grootste gedeelte van het gistingproces wordt ingenomen door de methanogene fase, deze is sterk temperatuurgevoelig. Door het verwarmen van het slib tot 30 à 35°C wordt de gistingduur in belangrijke mate beperkt, hetgeen de inhoud dus de grootte van de tank bepaalt. De verwarming van het slib in de eerste gistingstank kan op tal van manieren gebeuren. Enkele methoden worden behandeld.

De verwarming kan direct of indirect zijn. De directe methode met bijvoorbeeld stoom of warm water is in Nederland niet toegepast.

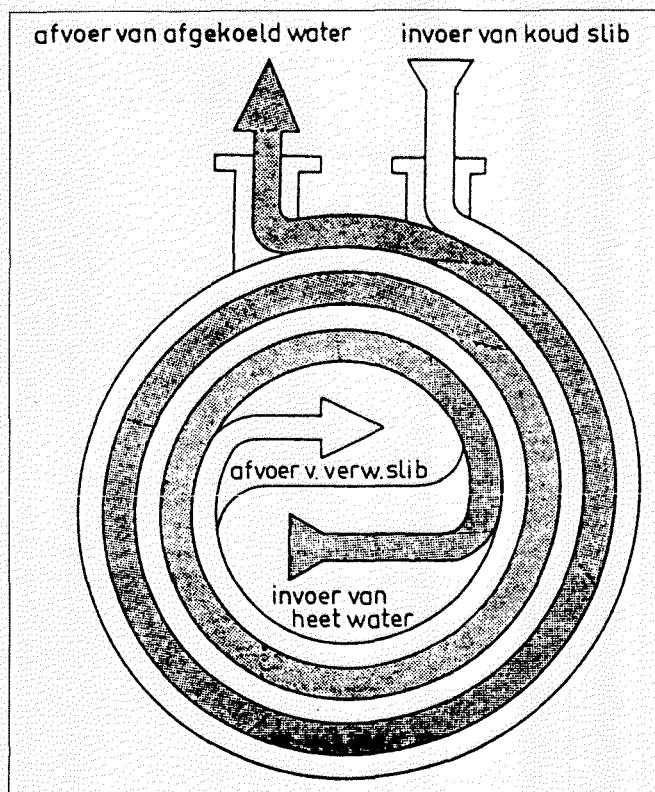
De verschillende indirecte systemen met behulp van op diverse wijze in de tank aangebrachte verwarmings-



Figuur 51: Verwarming van de eerste slibgistingstank door middel van verwarmingsbuizen (uit: Koot, '70).



Figuur 52: Verwarming van de eerste slibgistingstank door middel van een warmtewisselaar (uit: Koot, '70).



Figuur 53: Warmtewisselaar (verticaal opgesteld) van het tegenstroomprincipe (uit: Koot, '70).

spiraal zijn wel toegepast, maar deze methoden waren niet aantrekkelijk door de nadelen, zoals aankoeking van het slib aan de spiraal, hetgeen een vermindering van de warmte-overdracht ten gevolge heeft, alsmede de noodzaak bij reparatie de tank te ledigen.

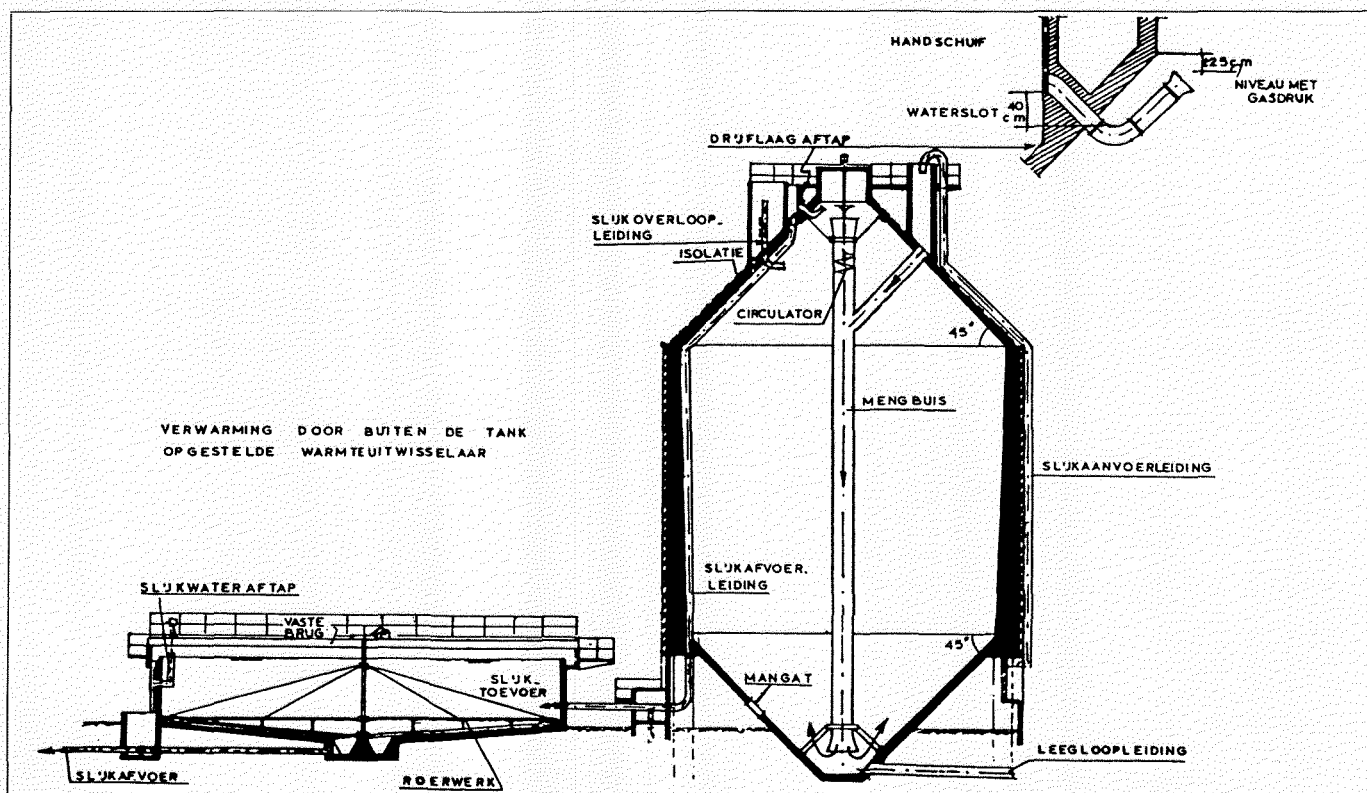
In Figuur 51 wordt het slib indirect verwarmd door middel van een gesloten buizensysteem waardoorheen warm water stroomt.

Het water wordt door verwarmingsketels verwarmd. De buizen bevinden zich in de zone waar de slibgisting het actiefst is.

Er worden ook verticaal in de gistingstank geplaatste buizen toepast. De meest gangbare methode in Nederland is die met een buiten de tank opgestelde tegenstroom warmtewisselaar (Figuur 52).

De warmtewisselaar (Figuur 53) zorgt voor overdracht van warmte van het hete water naar het koude slib. Hierdoor is het mogelijk een optimale temperatuur in de slibgistingstank te realiseren (30-35°C). De horizontaal opgestelde tegenstroom warmtewisselaar is het meest in Nederland toegepast. Dit systeem heeft nagenoeg geen invloed op de vormgeving van de tank.

Er is steeds gezocht, mede door de komst van betere betonconstructies in het begin van de zestiger jaren, naar de meest effectieve vorm van de gistingsruimte om het proces zo gunstig mogelijk te beïnvloeden en een snellere gisting te verkrijgen. Aanvankelijk vond de gisting plaats in een rechthoekige gistingstank (Figuur 47). Na 1950 is de rechthoekige tankvorm verlaten en vervangen door de cilindervorm (Figuur 46). De bestaande cilindrische ééntrapsgistingstank werd later vaak aangevuld tot een tweetrapsgisting. Het systeem van twee in serie geschakelde gesloten slibgistingstanks is langzaam aan verlaten. In het midden van de zestiger jaren werd de zogenaamde na-indikker (afscheidingstank) ingevoerd, die de functie van de tweede tank wat betreft de scheiding van slib en slibwater overnam (Figuur 54).



Figuur 54: Slibgistingstank met kegelbodem en dakhelling van 45 graden en een indiktank uit de periode 1964-heden (uit: Heijn, '71).

Een dakhelling van 45 graden (Figuur 54) werd vooral toegepast in slibgistingstanks waar de inhoud van werd gemixed. Tegenwoordig (vanaf ongeveer 1970) worden de gistingstanks gemengd door het ontstane biogas terug te blazen (gasinblaassysteem) in de tank. Hierdoor is een goedkopere bouw van de gistingstank mogelijk en er treden minder mechanische storingen op.

Samenvattend

Het zelfreinigend vermogen van het oppervlaktewater werd in Nederland rond de eeuwwisseling ernstig geschaad. In eerste instantie probeerde men in de steden het afvalwaterprobleem tegen te gaan door de grachten door te spoelen of door pijpleidingen aan te leggen naar de zee of het IJsselmeer.

In Engeland werd vanaf 1860 het afvalwater gezuiverd volgens de landbehandelingsmethode. In Nederland is deze methode niet veel toegepast. Om van het rottende afvalwater af te komen liet men het bezinken in bezinkputten of septictanks. Omdat dat toch niet de oplossing was trachtte men door het uitgisten van het slib in een

aparte ruimte de stank de baas te kunnen. Voorbeelden van dergelijke inrichtingen zijn: Travis-tank, Francke-tank, Oms-tank en de tot in de zestiger jaren toegepaste Imhofftank. Een verbeterde versie van de Imhofftank is de Clarigester. De genoemde inrichtingen zijn alle mechanisch. De ontwikkeling van de biologische inrichtingen begon met de contactbedmethode (eigenlijk was de landbehandeling ook biologisch, echter de kennis omtrent de processen was nog primitief). Door grofkorrelig materiaal te besprenkelen met afvalwater groeide een bacterielaag die het afvalwater zuiverde. Na de contactbedmethode werd al snel de continue oxydatiebedmethode ontwikkeld.

Als laatste stap in de ontwikkeling van de afvalwaterzuivering werd het actief-slib proces ontdekt. De bacteriën groeien in dit geval niet op dragermateriaal maar vormen kleine vlokken in het afvalwater. De vlokken kunnen gemakkelijk bezinken. In de jaren vijftig werd door dr.ir. A. Pasveer de oxydatiesloot ontwikkeld. De zuivering van afvalwater is in een dergelijke inrichting teruggebracht tot één enkele fase. Een van de modernste inrichtingen die is ontwikkeld uit de oxydatiesloot is de Carrousel.

Hoofdstuk 2, noten

1. Hopmans, beschouwingen, 5-6; Rensink, 653-658
2. Hopmans, beschouwingen, 26-30
3. Werkman, 17-18
4. Smit, 7-8
5. Hopmans, beschouwingen, 22-23; Fohr, horten, 398; Smit, 40-43, 45-48
6. van Zon, 94
7. Heijn, geschiedenis, 275-276; Hopmans, geschiedenis, augustus, 151-152; Smit, 22-37
8. Hopmans, bestrijding, 544
9. Hopmans, geschiedenis, augustus, 144; van Zon, 93; Overbeek, 3

10. Hopmans, geschiedenis, augustus, 145-146
11. Persoonlijke mededeling, van Loohuizen; Bakker, 15
12. Hopmans, geschiedenis, augustus, 146; Fohr, bevoeiing, 8
13. Koot, 135
14. Fohr, horten, 398; Fohr, bevoeiing, 9; Hopmans geschiedenis, augustus, 149-150
15. Karper, 643-647 (niet het schema)
16. Bakker, 21; Fohr, horten, 399
17. Kruize, 48-49
18. Bakker, 40; Hopmans, geschiedenis, augustus, 151; Koot, 202
19. NVA, 92-95
20. Koot, 208
21. Heijn, geschiedenis, 278-282; Lettinga, 75; Heijn, constructie, 86



3. AANPAK VAN HET VELDONDERZOEK

Bij de uitvoering van het veldonderzoek vormden de onroerende goederen het uitgangspunt. Voordat het veldonderzoek kon worden uitgevoerd, was het nodig om de locaties van de zuiveringsinrichtingen in Nederland op te sporen. Daarbij is gebruik gemaakt van verschillende bronnen.

Uit het boek 'Kommunale afvalwaterzuiveringsinrichtingen per waterkwaliteitsbeheerder' van het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA) werd een lijst van 30 zuiveringsinrichtingen opgesteld. Van de verschillende beschreven typen inrichtingen is steeds de oudste geselecteerd.

Het boek 'Jaaroverzicht AWZI's' (Afval-Water-Zuiverings-Inrichtingen), Nota Rijkswaterstaat-RIZA, 1984 (uitgegeven in 1985) heeft een aantal niet kommunale zuiveringsinrichtingen opgeleverd. Alleen het jaar van inbedrijfstelling was van belang bij de selectie.

Een andere belangrijke bron werd gevormd door de leden van de Historische Commissie van de Nederlandse Vereniging voor Afvalwaterbehandeling (NVA). Gebruik makend van hun deskundigheid is tot een selectie gekomen. De provincies, water- of zuiveringsschappen die daarna zijn bezocht vulden vaak de selectie nog aan.

De waterzuiveringsinrichtingen die zijn geselecteerd en bezocht zijn in dit rapport beschreven. De inrichtingen zijn gewaardeerd tegen de historische achtergrond van de branche. Omdat de waardering geschiedt met het oog op selectief behoud wordt aan elk object een lettercijfercode toegekend, die het mogelijk maakt om de verschillende objecten naar waarde te rangschikken en met elkaar te vergelijken. Elk object wordt gewaardeerd aan de hand van primaire en secundaire criteria. De primaire waarderingscriteria zeggen iets over de illustratieve waarde van het object. De secundaire waarderingscriteria hebben betrekking op de zeldzaamheid en de compleetheid van het object.

Het eerste primaire waarderingscriterium betreft de

mate waarin een object een bepaalde historische fase in de sociale en/of economische verhoudingen in de branche illustreert. Dit wordt uitgedrukt in de letters A (slecht) tot en met D (goed). De zeldzaamheid van illustraties van deze fase kan als secundair criterium de waarde van het object vergroten. Dit wordt uitgedrukt in de cijfers 1 (niet zeldzaam) tot en met 4 (zeer zeldzaam).

Het tweede primaire waarderingscriterium betreft de mate waarin een object een illustratie vormt van een bepaalde productietechnische fase. Dit wordt uitgedrukt in de letters A (slecht) tot en met D (goed). De zeldzaamheid van deze produktietechnische fase kan als secundair criterium de waarde van het object vergroten. Dit wordt uitgedrukt in de cijfers 1 (niet zeldzaam) tot en met 4 (zeer zeldzaam).

Tenslotte wordt ook de compleetheid van het object, als secundair criterium bij de waardering betrokken. Die levert een toegevoegde waarde, uitgedrukt in de cijfers 1 (incompleet) tot en met 4 (compleet).

Het eindoordeel dat aan een object wordt toegekend, wordt bepaald door het primaire waarderingscriterium met de hoogste waarden met de daarbij behorende waarde voor de zeldzaamheid, en daaraan toegevoegd de waarde voor de compleetheid. Het eindoordeel is dus een optelsom. De score wat betreft compleetheid wordt opgeteld bij de hoogste van de scores voor respectievelijk de illustratieve waarde als relict van het sociaal-economisch verleden en de illustratieve waarde wat betreft de ontwikkeling van de productietechniek.

Hiermee wordt uitdrukking gegeven dat het sociaal economisch aspect en het productietechnische aspect elk van even groot belang zijn voor de vaststelling van de waarde van een object als getuige van het Nederlands industrieel verleden. Voor de uitkomsten van het waardeoordeel van de bezochte inrichtingen wordt verwezen naar bijlage B en C. In bijlage E is een voorbeeld van een ingevuld inventarisatieformulier opgenomen.

4. RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK NAAR ONROERENDE GOEDEREN

4.1 Globaal beeld

Er staan in Nederland vele honderden afvalwaterzuiveringsinrichtingen. Velen hiervan staan op de nominatie om gesloopt te worden omdat ze niet meer voldoen aan gestelde eisen. In veel gevallen wordt het afvalwater van deze (vaak) kleine inrichtingen met een nieuw gemaal verpompt naar een grote (nieuwe) inrichting. Meestal waren de uitbreidingsplannen van inrichtingen in volle gang zoals in Leiden-Noord, Ede en Beverwijk. Voor Enschede-West staat voor 1995 een uitbreiding gepland.

Veel oude inrichtingen bij legerkampen bleken gesloopt (Eefde, Ede, Nunspeet, Ermelo, Stroe en Nieuw Millingen, 't Harde). In Boekelo heeft de allereerste zuiveringsinrichting van Nederland gestaan. Het afvalwater van een textielbedrijf werd in eenvoudige bakken bezonken. Dit was omstreeks 1870. In 1926 werd bij dit textielbedrijf een andere inrichting (met oxydatiebedden) gebouwd, maar ook deze bestaat niet meer.

In 1903 is de eerste biologische zuivering in bedrijf genomen bij het openbare slachthuis van Leiden. In de jaren daarna volgden in snel tempo andere inrichtingen: bij de slachthuizen in Haarlem (1907) en Alkmaar (1908), de zuivelfabrieken in Fijnaart (1905) en Midwoud (1910), bij de kazerne in Ede (1908), een rusthuis in Nunspeet, het Academische Ziekenhuis in Groningen en het Rijks-

opvoedingsgesticht in Amersfoort (1910). Het voornaamste doel van deze nog vrij primitieve inrichtingen was het voorkomen van stankoverlast. Deze inrichtingen zijn allemaal gesloopt. Van de zuiveringsinrichtingen bij kazernes, gestichten, vliegvelden, sanatoria en slachthuizen etc. zijn er geen inrichtingen meer van voor 1970. Het is echter wel mogelijk dat er nog oude gedeeltes bestaan.

De eerste echte rioolwaterzuiveringsinrichting (rwzi) voor huishoudelijk afvalwater is in 1906 in gebruik genomen in de gemeente Voorburg. Overigens was de gemeente Voorburg ook de eerste gemeente die een zuiveringsinrichting weer liet sluiten. In 1923 koos de gemeenteraad voor afvoer van het afvalwater naar zee via een persleiding, in plaats van voor uitbreiding van de bestaande zuivering. Voor deze oplossing werd in het verleden wel vaker gekozen. Er waren ook afvalwaterleidingen bij Amsterdam naar de Zuiderzee, bij Groningen naar de Waddenzee, bij Den Haag (met aparte leidingen voor slib en bezonken afvalwater) en bij Rotterdam naar de Noordzee.

4.2 Landbehandeling

De methode om afvalwater te zuiveren met de landbe-



Foto 1: De vloeivelden van **Loon op Zand**. Op de voorgrond het aanvoerkanaal naar de velden op de achtergrond (Foto: N. Groeneveld).





*Foto 2: De vloeivelden van **Loon op Zand** die in de jaren dertig in gebruik zijn genomen. Nadat het water via het aanvoer kanaal op de velden is gekomen stroomt het aan de andere zijde 'gezuiverd' in een sloot (Foto: N. Groeneveld).*

vloeiïngsmethode wordt in Nederland niet meer toegepast. Een terrein in **Loon op Zand** (Foto 1 en 2) waar de methode is toegepast is bezocht. Het principe en de overblijfselen van de landbevoeiïngsmethode is eenvoudig. Er is niet meer te zien dan een aantal walletjes

met aan- en afvoerpijpen. De vraag is of hier echt sprake is van industrieel erfgoed en of het in aanmerking kan komen voor behoud. In de **provincie Groningen** zijn meer overblijfselen van deze zuiveringstechniek te vinden.



*Foto 3: Imhofftank in **Zaltbommel** uit 1942. Op de voorgrond de niet meer in gebruik zijnde slibdroogbedden met de toestroomgoten (Foto: N. Groeneveld).*



Foto 4: Imhofftank in **Zaltbommel** uit 1942. Bovenaanzicht met de bezinksleuven. De sleuven waar het biogas kan ontsnappen zijn afgedekt met hout. Op de voorgrond de invoergoten (Foto: N. Groeneveld).

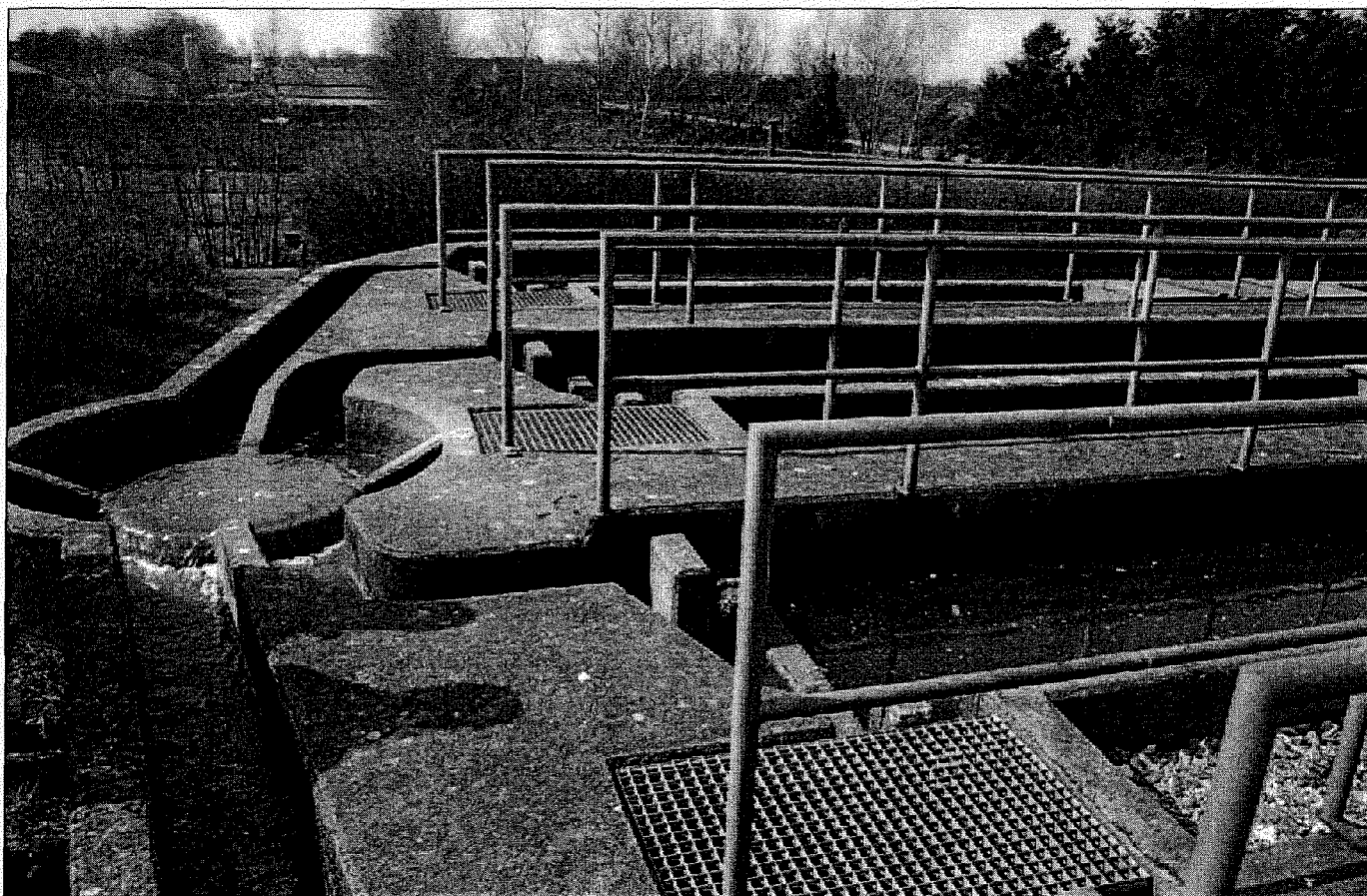


Foto 5: De Imhofftank op de waterzuiveringsinrichting **Harskamp**. Deze in 1959 gebouwde tank verkeert nog in goede staat (Foto: N. Groeneveld).



Foto 6: Het oxydatiebed van de zuiveringsinrichting **Harskamp** (1959). Links zijn de slibdroogbedden te zien met betonnen kantelafsluiters (Foto: N. Groeneveld).

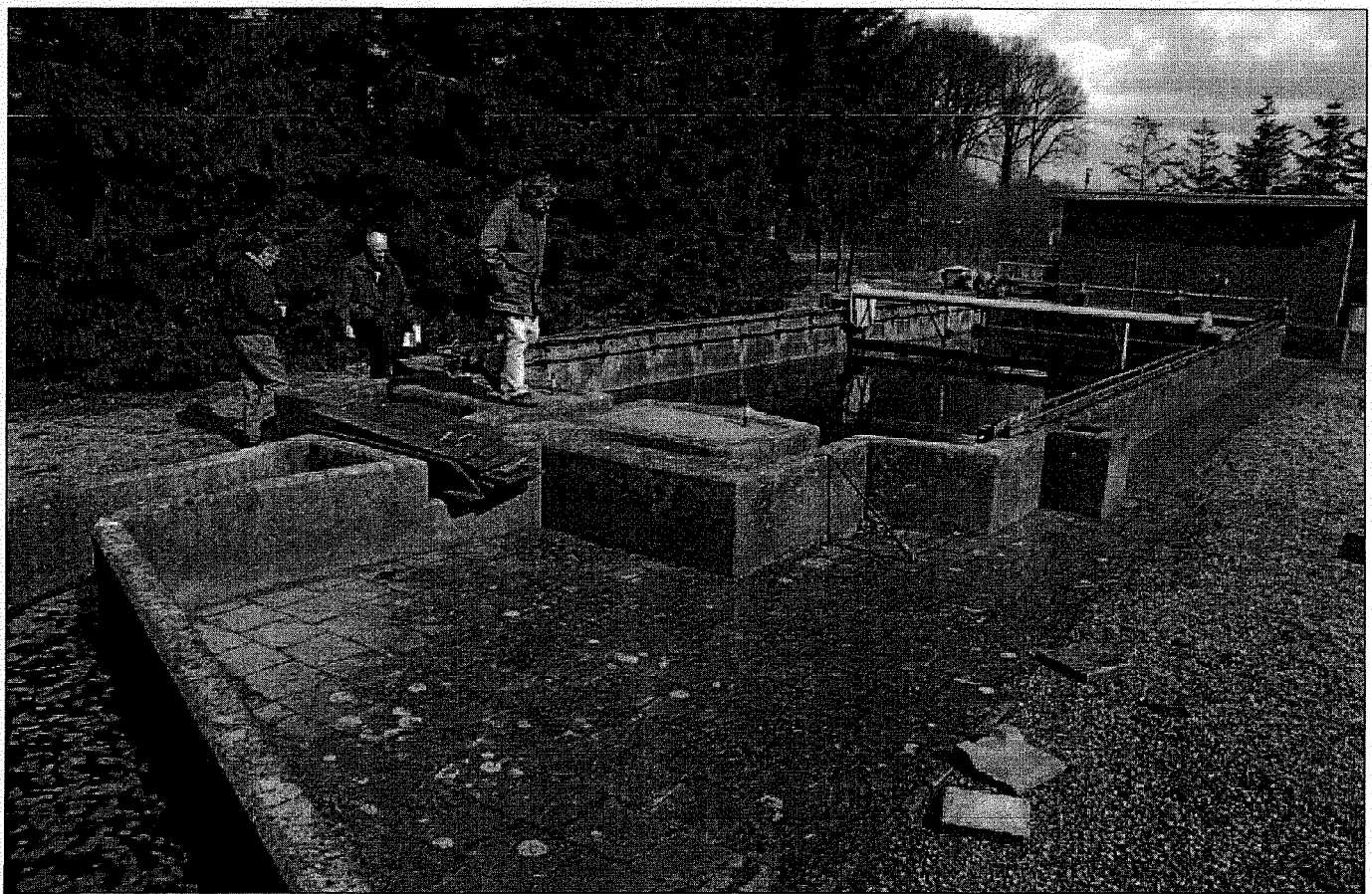


Foto 7: De vierkante nabezinktank met mechanische slibruimer op de zuiveringsinrichting **Harskamp** (1959) (Foto: N. Groeneveld).



Foto 8: De Clarigester in **Wormer** werd in 1971 in bedrijf gesteld. Rechts in het gebouw bevindt zich het opvoerge-maal, de elektrische schakelkast en het snijrooster (Hubert) (Foto: N. Groeneveld).

4.3 Mechanische zuivering van afvalwater

In Nederland wordt de bezinkput om fecaliën van een huishouden tegen te houden, nog gebruikt. Van een echte afvalwaterzuiveringsinrichting kan niet worden gesproken. Hierdoor vervalt de bezinkput als object om beschreven te worden in dit rapport. In zekere mate geldt hetzelfde voor de septictank. De septictank komt nog voor in Nederland en wordt nog steeds toegepast als bezinking van fecaliën van huishoudens.

De Travis-tank en Oms-tank hebben geen toepassing van betekenis gekend in Nederland.

De Imhofftank daarentegen heeft in Nederland tot de zestiger jaren zijn plaats in de afvalwatertechniek behouden. Een aantal inrichtingen is bezocht. De zuiveringsinrichting in **Zaltbommel** bestaat uit een Imhofftank uit 1942 (Foto 3 en Foto 4).

De nog werkende inrichtingen kunnen bijzonder genoemd worden daar alleen mechanische zuivering vrijwel niet meer voorkomt in Nederland. De Imhofftank in **Zaltbommel** zal voor een groot gedeelte worden gesloopt. De Imhofftank wordt ook gebruikt als voorbezinking vóór een biologische zuivering. Een goed voorbeeld is **Harskamp** waar een nog werkende Imhofftank (Foto 5) als voorbezinking dienst doet voor een biologische oxydatiebedzuivering (Foto 6). Het afvalwater wordt op deze inrichting nabezonken in een vrij zeldzame (vierkante) nabezinktank (Foto 7).

De bezochte Imhofftanks in **Leiden-Noord** waren ook voorbezink tanks vóór een biologische zuivering met oxydatiebedden. De sloopbestekken waren echter klaar waardoor behoud onmogelijk is geworden. De Imhoff-tank zal als zuivering verdwijnen uit Nederland. Andere plaatsen waar onder andere nog Imhofftanks staan zijn: **Huissen, Tricht, Opheusden en Rolde**.

De Clarigester kan als 'opvolger' van de Imhofftank worden beschouwd. De Clarigesters in **Wormer** (Foto 8) en **Lunteren** (Foto 9) vormen beide goede voorbeelden. Het verschil tussen beide inrichtingen is dat in **Wormer** de Clarigester als volledige zuivering wordt toegepast en in **Lunteren** als voorbezinking vóór een biologische zuivering met een oxydatiebed.

Er staan nog verschillende Clarigesters (bijvoorbeeld in **Zetten**) in Nederland. Het type Clarigester zal uit Nederland verdwijnen.

4.4 Chemische klaring

Een zuiveringsinrichting die alleen het afvalwater ontdoet van zwevende slibstoffen met behulp van chemische middelen komt in Nederland niet meer voor. Sommige inrichtingen gebruiken chemicaliën om de slibstoffen sneller te laten bezinken omdat de installatie overbelast wordt. Dit was het geval bij de Clarigester van **Lunteren**. De installatie heeft bij normale belasting deze toevoeging niet nodig. Een volledige zuivering met



Foto 9: De Clarigester in **Lunteren** werd in 1967 in bedrijf gesteld. Op de achtergrond is het oxydatiebed van de zuivering te zien. Links op de foto het gebouw waar de chemicaliën worden gedoseerd. Deze inrichting zal eind 1994 gesloten worden (Foto: N. Groeneveld).

alleen chemische middelen komt in Nederland niet meer voor. **Tilburg-Oost** is lange tijd (vanaf de jaren dertig) een zuiveringsinrichting geweest met een chemische slibbehandeling. Deze chemische slibbehandeling is buiten gebruik. In paragraaf 4.5.4 zal meer aandacht aan **Tilburg-Oost** worden besteed.

4.5 Biologische zuivering van afvalwater

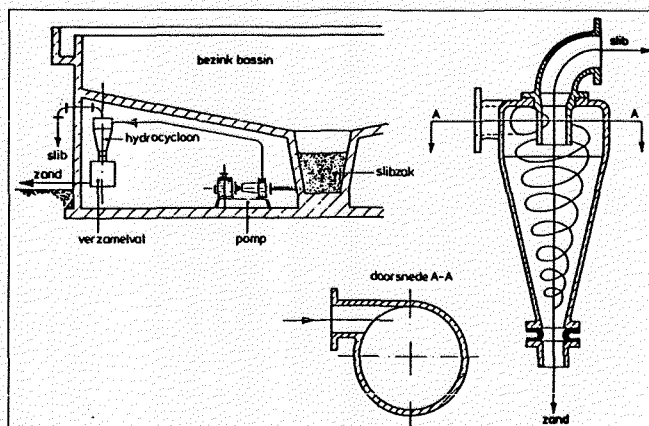
4.5.1 Contactbedmethode

De methode om afvalwater te zuiveren met contactbedden is in Nederland slechts weinig toegepast. Het legerkamp in **Ede** heeft op deze manier van 1907 tot 1978 het eigen afvalwater gezuiverd. De reden voor de weinige toepassingen is te vinden in het feit dat de contactbedmethode snel is opgevolgd door de oxydatiebedmethode (continu-filtermethode) in een periode dat de zuiveringstechniek in Nederland pas goed op gang kwam. Daar de continu-filtermethode beter funktioneert werden veel van dit soort inrichtingen gebouwd.

4.5.2 Oxydatiebed- of continu-filtermethode

Deze methode om afvalwater te behandelen is verspreid over geheel Nederland. Een aantal inrichtingen is bezocht. De in goede staat verkerende inrichtingen in

Groesbeek-Noord en **Alphen-West** geven een goed beeld van de oxydatiebed-methode. De inrichtingen bevinden zich nog in originele staat (Zie Foto 10 en 11). De inrichting **Alphen-West** bezit een hydrocycloon. De hydrocycloon wordt toegepast op zuiveringsinrichtingen waar geen zandvanger voor de voorbezinktank is gebouwd. De werking berust op het afscheiden van zand uit het verse slib met behulp van centrifugaalkracht. Hydrocyclonen worden niet meer toegepast op moderne zuiveringsinrichtingen (Figuur 55).



Figuur 55: Hydrocycloon (uit: NVA, 79).

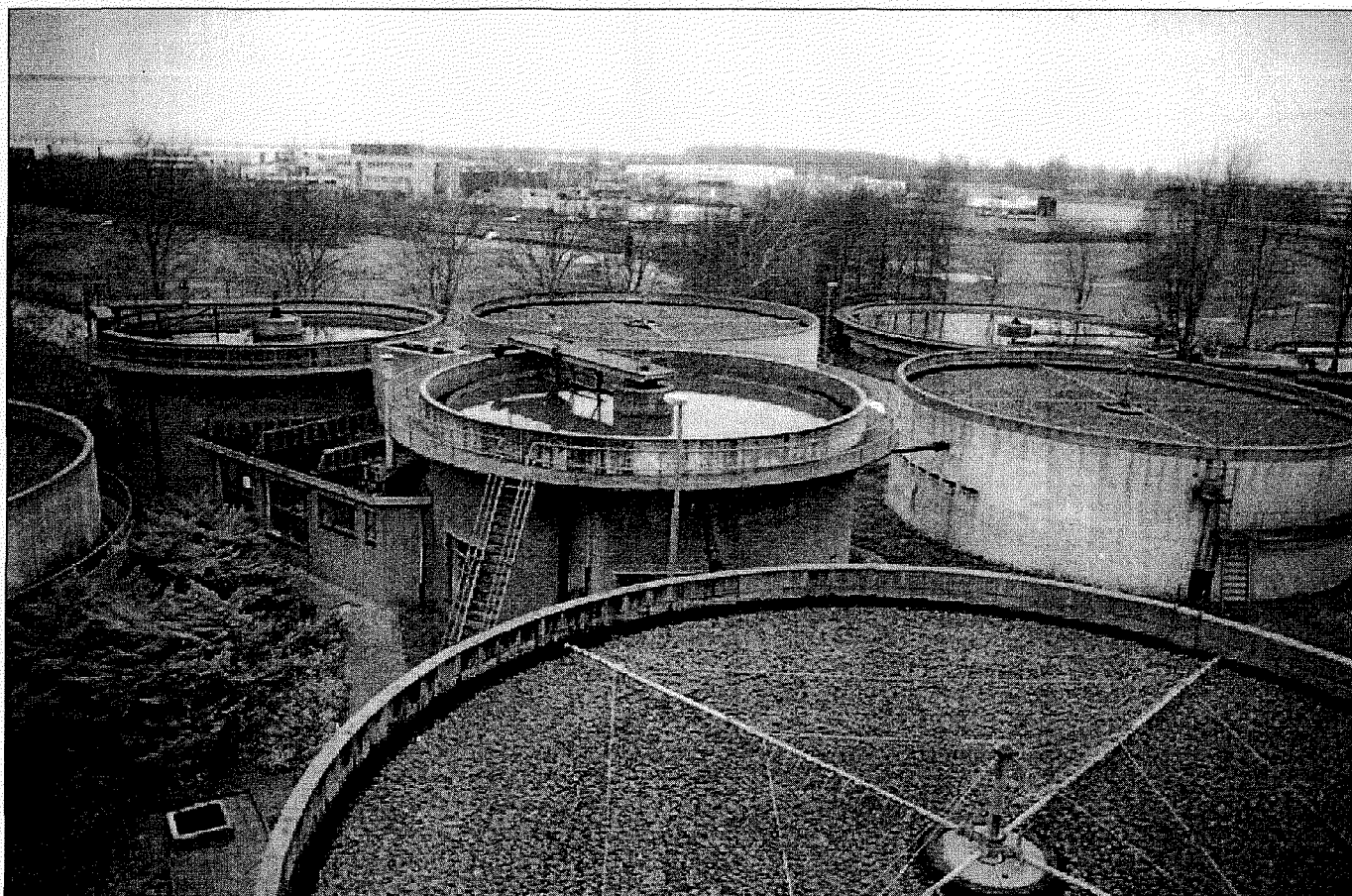


Foto 10: De waterzuiveringsinrichting **Alphen-West** gebouwd in 1957 en van het type oxydatiebed. Op de voorgrond zijn de voorbezinktanks te zien daarachter de oxydatiebedden en op de achtergrond de nabezinktanks (Foto: N. Groeneveld).



Foto 11: De waterzuiveringsinrichting **Groesbeek-Noord** gebouwd in 1956 en van het type oxydatiebed. Links op de foto het gemaal met de opvoerpompen. Rechts de voorbezinktank met daarachter-nog net te zien- de oxydatiebedden (Foto: N. Groeneveld).

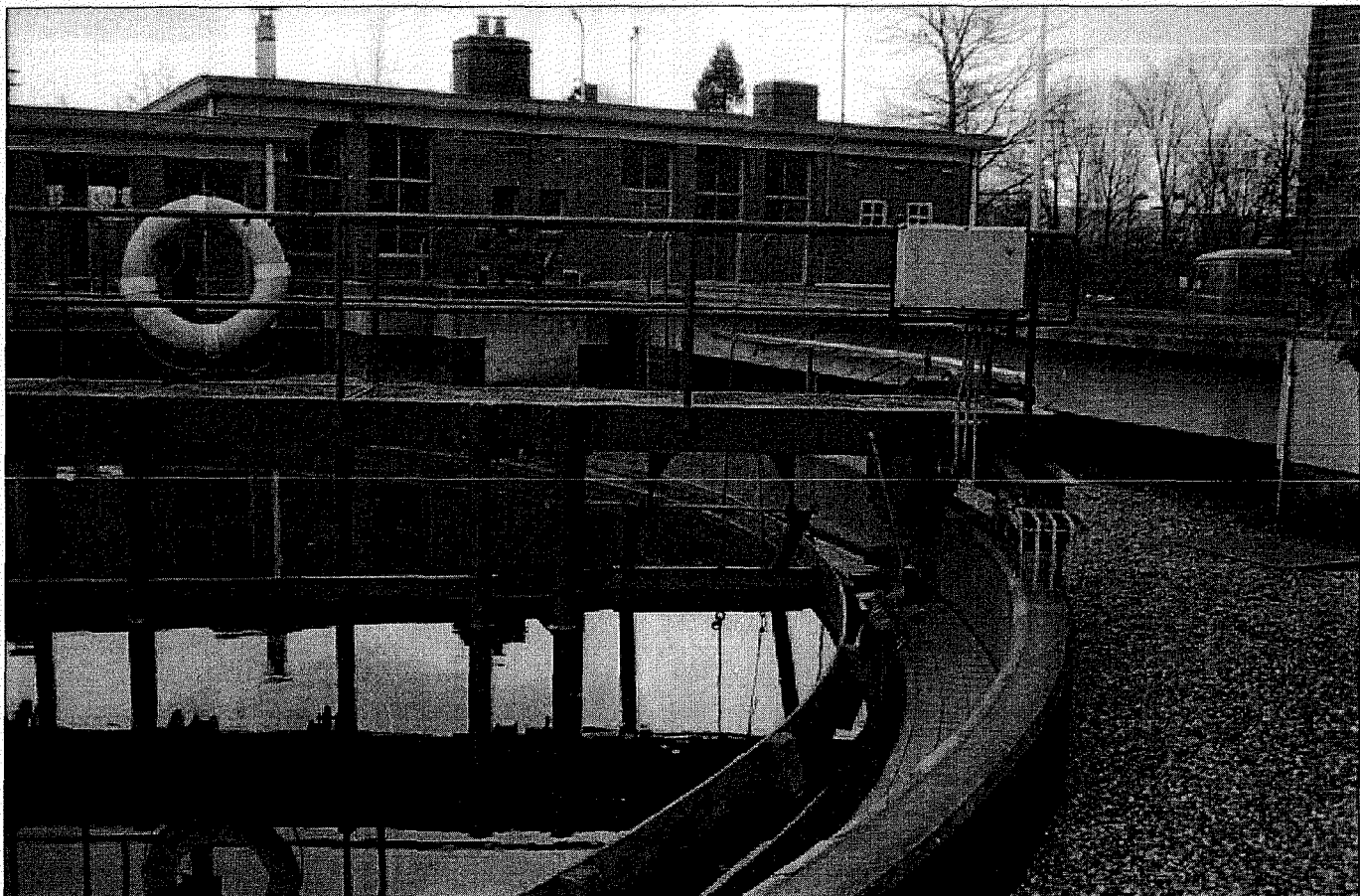


Foto 12: De nabezinktank van de zuiveringsinrichting **Groesbeek-Noord** met het Geiger snijrooster achter het gebouw met de opvoerpompen (Foto: N. Groeneveld).



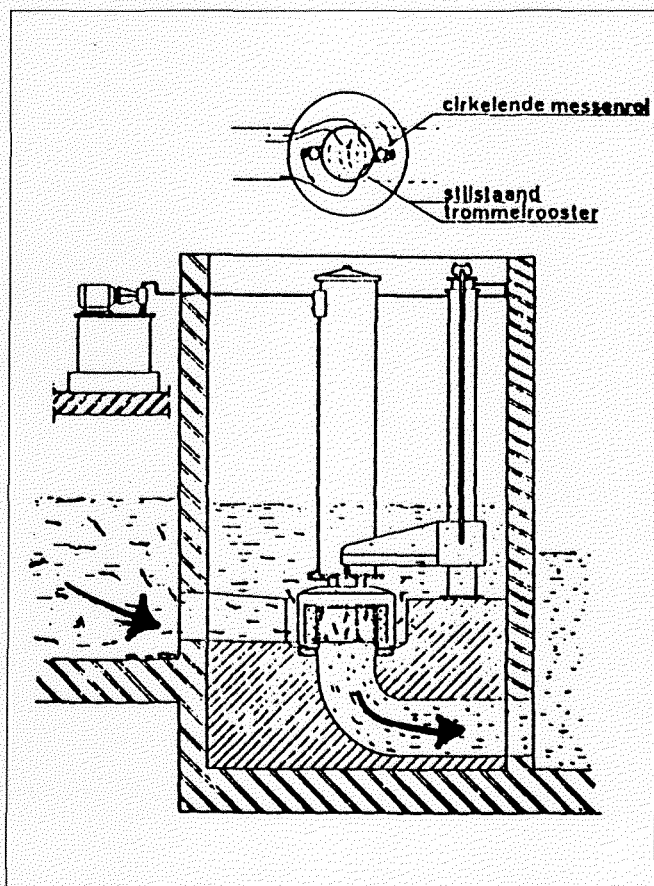
Foto 13: De voorkant van het bedrijfsgebouw op de zuiveringsinrichting van **Enschede-West** (Foto: N. Groeneveld).

Beide inrichtingen zullen worden geamoveerd. Een van de verschillen tussen beide inrichtingen is te vinden in de slibgisting. In **Alphen-West** vindt de slibgisting (nog in gebruik) plaats in een tweetrapsgisting met een roermenging. In **Groesbeek-Noord** vond de slibgisting (buiten gebruik) in één trap plaats met een gasinblaassysteem voor menging van het slib.

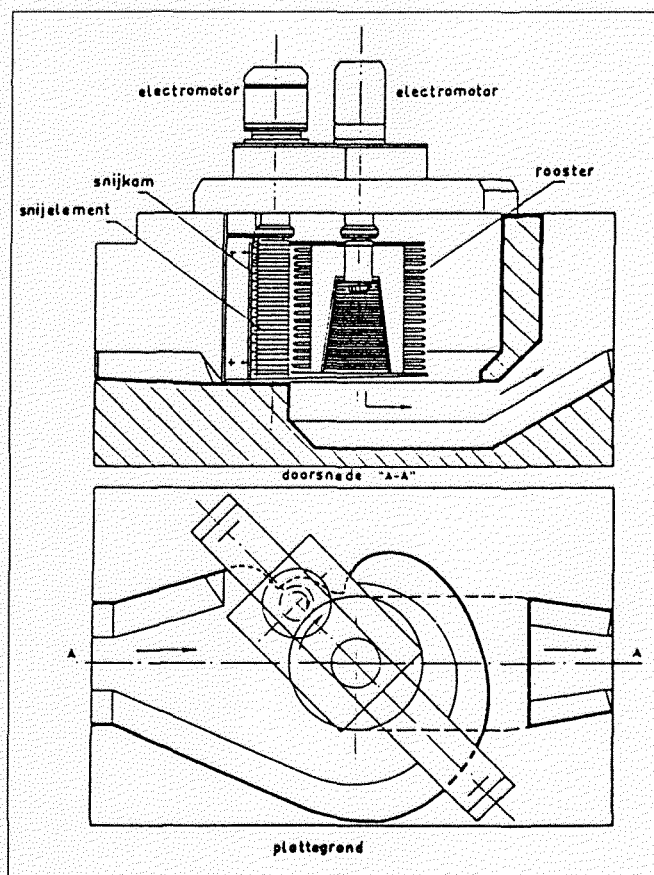
Op de zuiveringsinrichting **Groesbeek-Noord** (Foto 12) staat een snijrooster van het type Rechenwolf. Dit type wordt niet meer gemaakt. Snijroosters komen op veel inrichtingen voor. Er zijn verschillende types. Ze dienen om vuil verregaand te verkleinen zodat het met het afvalwater gezuiverd kan worden. In figuur 56 staan een aantal van deze machines afgebeeld. Ze worden niet meer geplaatst op zuiveringsinrichtingen. Tegenwoordig wordt het vuil in plaats van versneden met onder andere zogenaamde harkroosters uit het afvalwater gehaald. Oude snijroosters zijn van het type Rechenwolf (Fabrikant was Geiger), Hubert, Comminutor (Fabrikant Jones and Attwood Ltd).

Andere zuiveringsinrichtingen die zijn bezocht pasten oxydatiebedden toe als biologische zuivering nadat het afvalwater is bezonken in een Clarigester (**Lunteren**) of een Imhofftank (**Harskamp**).

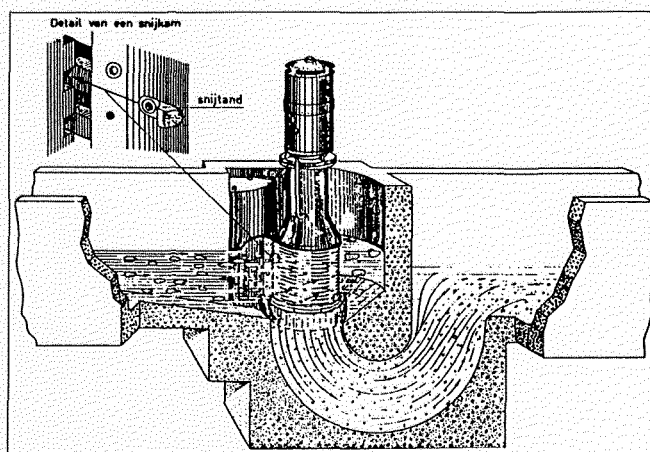
Een bijzondere inrichting met de oxydatiebed vormt de inrichting in **Beverwijk**. Deze kan worden gezien als een overgang van de oxydatiebed-methode naar het zuiveren met actief-slib. De inrichting is gebouwd om beide methoden afzonderlijk of in combinatie te onderzoeken. De inrichting in **Beverwijk** blijft in bedrijf.



Figuur 56a: Snijrooster, type Hubert (HS) (uit: NVA, '79).



Figuur 56 b: snijrooster, type Rechenwolf (uit: NVA, '79).



Figuur 56 C: snijrooster, type comminutor (uit: NVA, '79).

De zuiveringsinrichting **Enschede-West** maakt ook gebruik van de oxydatiebedden. Deze inrichting zal grondig worden gereorganiseerd in 1995 waardoor de oxydatiebedden en de aërietetanks zullen verdwijnen. Het bedrijfsgebouw van **Enschede-West** is opvallend van architectuur (Foto 13).

4.5.3 Oxydatie- of Pasveersloot

Zeer waardevol is de originele discontinue Pasveersloot in **Voorschoten** (Foto 14).

Het betreft hier de eerste oxydatiesloot in Nederland (en in de wereld!). De inrichting bevindt zich nog voor het





Foto 14: Afvalwaterzuiveringsinrichting **Voorschoten**. Gebouwd in 1954 als proefinstallatie. Het betreft hier de allereerste oxydatiesloot. Op de voorgrond de originele Kessener beluchtingsborstels. Op de achtergrond de later bijgebouwde beluchtingsborstel (Foto: N. Groeneveld).

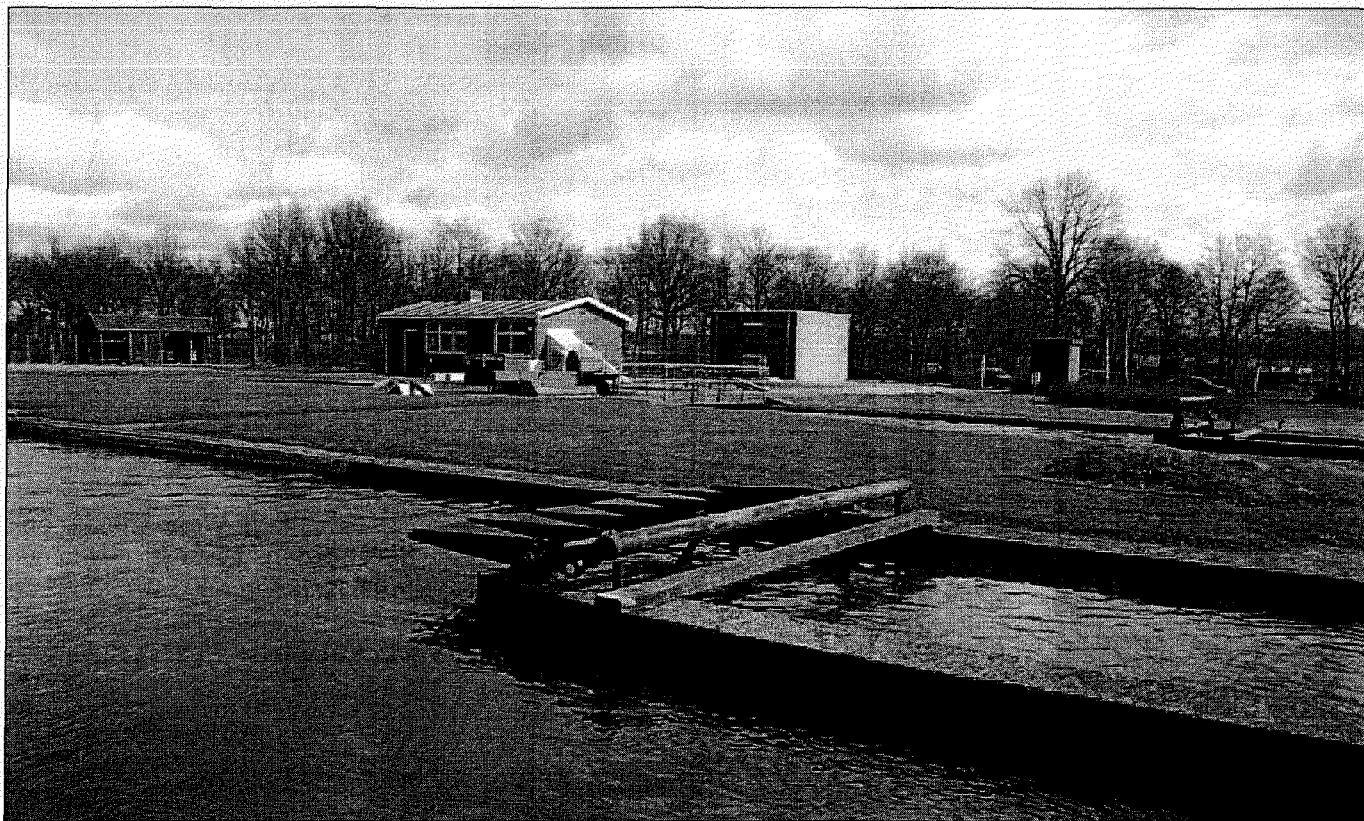


Foto 15: De zuiveringsinrichting (type oxydatiesloot) in **Otterlo** is uitgevoerd met kleppen. Achter de klep ontstaat een bezinkkanaal voor het actief-slib wanneer de stromingsrichting in het circuit wordt omgekeerd en de klep automatisch sluit (Foto: N. Groeneveld).



Foto 16: De zuiveringsinrichting (type oxydatiesloot) van **Scherpenzeel** is een voorloper van de Carrousel. Hier vindt nog beluchting plaats met borstels, bij de Carrousel door puntbeluchters (Foto: N. Groeneveld).

grootste gedeelte in originele staat en is nog in bedrijf. Dit kan als uniek worden beschouwd. Een inrichting van hetzelfde type bevindt zich bij het woonwagencentrum van **Wenum** (1970-heden) in de gemeente Apeldoorn. Deze inrichting is eveneens nog in bedrijf.

Andere oxydatiesloten die met sloop worden bedreigd zijn de continue sloten in **Otterlo** (Foto 15) en **Scherpenzeel** (Foto 16).

De continue oxydatiesloot in **Otterlo** is uitgerust met kleppen om slib te laten bezinken en het gezuiverde water af te voeren. Van dit type staan er maar twee in Nederland (**Otterlo** en **Wekerom**). De inrichting in **Wekerom** is reeds gesloten en verkocht. De inrichting in **Otterlo** wordt eind 1994 buiten bedrijf gesteld.

De oxydatiesloot in **Scherpenzeel** is de eerste van het type (type Scherpenzeel). Deze inrichting kan gezien worden als voorloper van de Carrousel. De inrichting in **Scherpenzeel** zal in juni 1994 buiten bedrijf worden gesteld.

Van het type Kettingkast is de oxydatiesloot in **Bredeweg** bezocht. Voor deze inrichting waren de sloopbestekken helaas al gereed waardoor behoud niet meer mogelijk is. De inrichting in **Garderen** is reeds gesloten maar is voor een deel nog intact.

4.5.4 Actief-slib inrichtingen (anders dan de oxydatiesloot)

Van dit type inrichtingen staan er veel in Nederland. Het is de 'moderne' manier van afvalwater zuiveren. Er zijn vrijwel geen inrichtingen in Nederland die voor 1970 zijn gebouwd. Er bestaan grote verschillen tussen de inrichtingen. Niet alleen qua architectuur maar bijvoorbeeld ook de manier van beluchten. De met sloop bedreigde actief-slib installatie in **Bergharen** is van het type Concent en is maar vijf keer in Nederland gebouwd (**Brummen** (nog in gebruik), **Oostburg**, **Haulerwijk**, **Overasselt**). De beluchting geschiedt door middel van Simcar-puntbeluchters (zie Foto 17).

De architectuur van de inrichting is bijzonder, de ruimte wordt optimaal gebruikt doordat de oxydatiesloot om de nabezinktank is gebouwd.

De actief-slib installatie in **Tilburg-Oost** is uniek. De oudste delen van de inrichting zijn nog in bedrijf en zijn gebouwd in 1938! Wanneer naar de staat van onderhoud wordt gekeken dan valt het opvoerpompgebouw op (Foto 18).

Op het terrein bevinden zich nog zeer oude (niet meer in gebruik zijnde) chemische slibbehandelingstanks uit de jaren dertig. (Foto 19).

Het chemische slibbehandelingsgebouw is voor Neder-

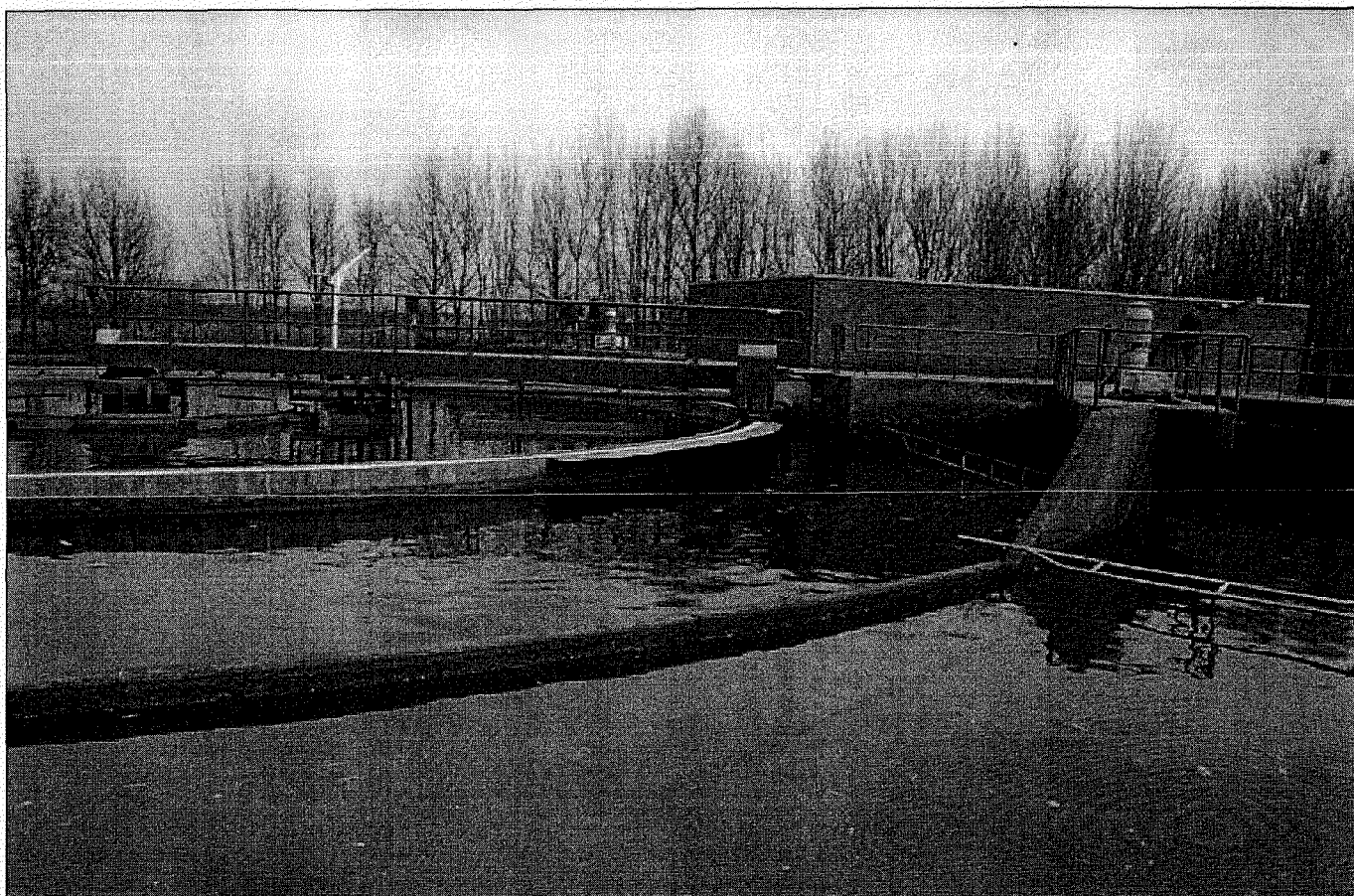


Foto 17: Afvalwaterzuiveringsinrichting in **Bergharen**. Gebouwd in 1976. Deze inrichting is van het type Concent met Simcar puntbeluchters (Foto: N. Groeneveld).

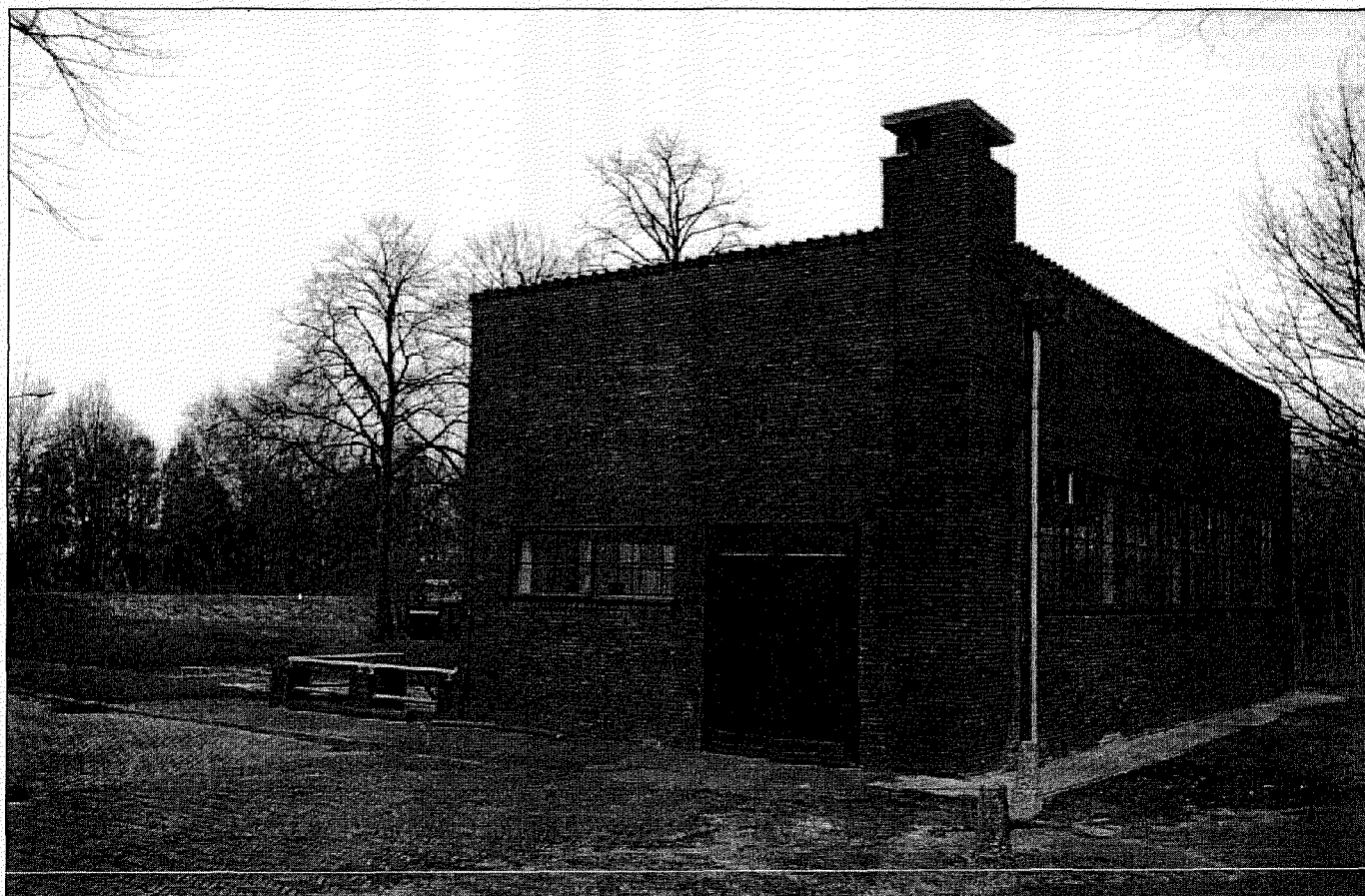


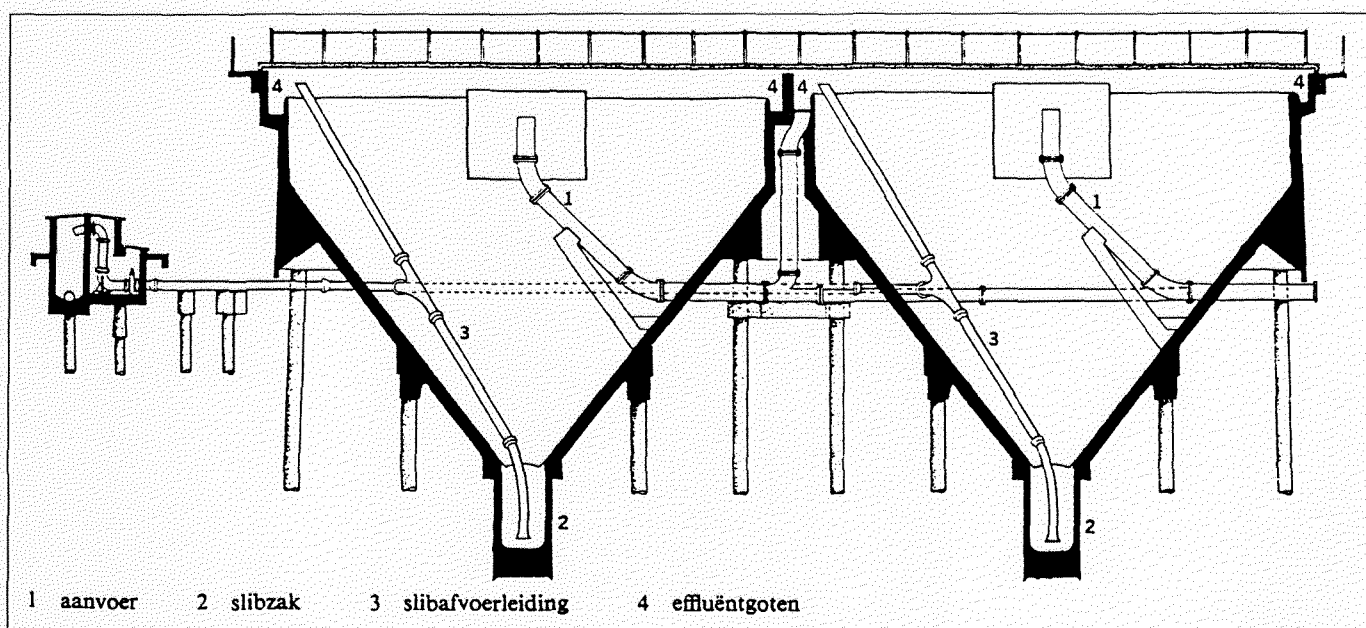
Foto 18: Het opvoergemaal van afvalwaterzuiveringsinrichting **Tilburg-Oost** uit 1938 (Foto: N. Groeneveld).



Foto 19: De oude chemische slibbehandelingsruimtes, gebouwd in de jaren dertig, op de zuiveringsinrichting **Tilburg-Oost** (Foto: N. Groeneveld).

land uniek. Een dergelijke zuiveringsmethode wordt niet meer toegepast en het gebouw is enig in zijn soort. Een opvallend detail in het gebouw is dat zowel de roeders als de lagers uit hout zijn vervaardigd (Foto 20)! De Dortmundtanks die voor nabezinking worden gebruikt komen nog voor in Nederland. Op de rioolwaterzuiveringsinrichting in Ede zijn in 1990 nog nieuwe

Dortmundtanks gebouwd (6 meter diep, en met een debiet van ongeveer 30 m³/uur afvalwater doorstroomd). Het tanktype bestaat echter al heel lang (van rond 1900). De tank komt oorspronkelijk uit Dortmund, toen in Duitsland het stroomgebied van de Emscher werd gesaneerd. Figuur 57 geeft een beeld van deze tank.



Figuur 57: Dortmundtank, deze tank wordt nog steeds toegepast maar is van origine heel oud. (ongeveer 1900) (uit: NVA, '79)





*Foto 20: Detailopname van de roerwerken in het gebouw van de chemische slibbehandeling in **Tilburg-Oost** (± 1930). Zowel de roeders als de lagering zijn van hout! (Foto: N. Groeneveld).*

5. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Van de vele honderden zuiveringsinrichtingen in Nederland zijn er nog maar weinig die zich in originele staat bevinden. Veel oude inrichtingen zijn afgebroken omdat ze niet meer aan de eisen voldeden. Van de oude inrichtingen (1952 of ouder) die bezocht zouden worden op kazernes was er geen enkele meer! De meest recente lijst met dit soort inrichtingen (Jaaroverzicht AWZI's Nota Rijkswaterstaat, RIZA '85) is ook aan de oude kant. Naast de sloop van oude inrichtingen zijn veel inrichtingen in de loop van de tijd zo aangepast aan de eisen van tegenwoordig dat niet meer gesproken kan worden van een oude zuiveringsinrichting.

Er wordt dan ook een dringend verzoek gedaan aan beheerders van zuiveringsinrichtingen om aanwezige historisch belangrijke onderdelen van de inrichtingen zo goed mogelijk te handhaven.

Uit de figuren 14 en 17 blijkt dat de mechanische zuivering met Imhofftanks en Clarigesters en de biologische zuivering met oxydatiebedden uit Nederland gaat verdwijnen. Omdat dit soort inrichtingen het beeld van de afvalwaterzuivering in Nederland heeft bepaald, verdient het sterke aanbeveling één inrichting van deze typen op welke wijze dan ook te behouden.

Van de lijst met beschreven inrichtingen hebben de inrichtingen **Harskamp**, **Voorschoten**, **Alphen-West** en **Enschede-West** de hoogste waardering gekregen (D8).

De **Harskamp** (1959) bestaat uit een mechanische gedeelte (Imhofftank) en een biologische gedeelte (oxydatiebed). Beide typen zuiveringen zullen uit Nederland verdwijnen. Hierdoor en door de vrij zeldzame vierkante nabezinktank met kettingruimer en het feit dat de inrichting zich in een zeer goede staat bevindt, heeft deze inrichting een hoge waardering gekregen. De inrichting van de **Harskamp** zal aan het eind van 1994 sluiten.

De oxydatiesloot in **Voorschoten** heeft ook de hoogst mogelijke score gekregen. Dit is begrijpelijk daar het hier de allereerste oxydatiesloot in de wereld betreft. Het type oxydatiesloot is een Nederlandse vinding en kan worden beschouwd als de voorloper van de moderne Carrousel. De inrichting is bijna in originele staat en de staat van onderhoud kan goed genoemd worden.

De zuiveringsinrichting **Alphen-West** heeft de hoogste score gekregen omdat het type oxydatiebed ook uit Nederland zal verdwijnen. Dit type zuivering neemt net als de oxydatiesloot een belangrijke plaats in binnen de ontwikkeling van de Nederlandse afvalwaterzuivering. De staat van onderhoud is goed. Er bevindt zich op deze inrichting ook een hydrocycloon die enige meerwaarde aan de inrichting geeft daar dit soort machines niet meer wordt toegepast.

De zuiveringsinrichting **Enschede-West** heeft de hoogste score gekregen, vooral omdat het bedrijfsgebouw een historisch monument moet gaan worden!. Het

waterschap Regge en Dinkel beseft dit terdege en behoudt dit fraaie staaltje architectuur.

De zuiveringsinrichting **Tilburg-Oost** en **Scherpenzeel** hebben een hoge score gekregen (D7). **Tilburg-Oost** is een oude zuiveringsinrichting waar nog chemische slibbehandelingstanks uit de jaren dertig staan. Hier werd het slib behandeld met zwavelzuur en calciumhydroxide. Het gebouw is in slechte staat maar het is wel 'super' uniek! Het pompgebouw is ook uit de jaren dertig. Het pompgebouw wat nog in bedrijf is ziet er aanzienlijk beter onderhouden uit dan de niet meer in gebruik zijnde oude slibbehandelingstanks. Het verdient sterke aanbeveling om op wat voor manier dan ook dit pompgebouw en de slibbehandelingstanks te behouden. Op het terrein van **Tilburg-Oost** staan ook enorme slibgistingstanks uit de jaren vijftig. Deze zijn niet meer in gebruik. Het oudste gedeelte van de inrichting (voorbeluchtingstank, vetvanger, beluchtingstank en nabezinktanks, alle uit de jaren dertig) zijn niet meer in bedrijf en zijn dan ook enigszins vervallen. De in werking zijnde beluchtingstanks en nabezinktanks (Dortmund type) zijn alle in goede staat. Al met al is **Tilburg-Oost** historische gezien (er heeft bijvoorbeeld in 1908 een proefinrichting gestaan) een zuiveringsinrichting van grote waarde. De inrichting heeft nog steeds veel historisch belangrijke onderdelen.

De moderne Carrousel is ontstaan uit het type oxydatiesloot in **Scherpenzeel**. Deze opgevouwen sloot heeft nog borstelbeluchting. De moderne Carrousel heeft puntbeluchting. Voor de ontwikkeling van de Nederlandse afvalwaterzuivering heeft de oxydatiesloot een belangrijke rol gespeeld. De inrichting in **Scherpenzeel** wordt medio 1994 gesloten.

De zuiveringsinrichting **Groesbeek-Noord** heeft de score D6 gekregen. Deze inrichting (type oxydatiebed) is net als de inrichting van **Alphen-West** bijzonder. Van het type oxydatiebed zijn in Nederland nog maar 40 inrichtingen over. Gezien de snelheid waarmee de inrichtingen verdwijnen is dat niet veel. Op deze inrichting is nog een werkend Rechenwulf snijrooster aanwezig. Deze machines worden niet meer toegepast en geven de inrichting een extra waarde.

De score D5 is gegeven aan de vloeivelden van **Loon op Zand**. Daar de vloeivelden een zeer duidelijke plaats innamen in de ontwikkeling van de afvalwaterzuivering is deze toch wel hoge score ontstaan. De vraag blijft echter of het de moeite waard is de aarden dijkes en de kanaaltjes op een of andere wijze te behouden.

De rest van de bezochte inrichtingen hebben alle ongeveer dezelfde score gekregen (C6 tot C8). De oxydatiesloot in **Otterlo** (score C8) is samen met die van **Wekerom** de enige inrichting die gebruik maakt van kleppen die openen of sluiten bij het omdraaien van de stromingsrichting van het water in de sloot. De inrichting in **Wekerom** is verkocht en reeds gesloten. De inrichting in **Otterlo** zal aan het eind van 1994 sluiten.



De zuiveringsinrichtingen **Beverwijk**, **Zaltbommel**, **Bergharen** en **Lunteren** hebben de score C7 gekregen. De inrichting in **Beverwijk** zal niet worden gesloopt en hierdoor zullen de oude delen nog wel even blijven staan. De inrichting in **Zaltbommel** is uniek. De mechanische zuivering met Clarigester en Imhofftanks zullen geheel uit Nederland verdwijnen. De (te) lage score komt door het feit dat de staat van onderhoud niet geweldig is. De zuiveringsinrichting (type Concent) in **Bergharen** is een 'kruising' tussen een oxydatiesloot en een Carrousel. Zij bezit puntbeluchters (type Simcar) zoals bij een Carrousel. Het ontwerp is echter meer een oxydatiesloot dan een Carrousel. Het is dan ook het ontwerp dat de inrichting bijzonder maakt. Door de zeer dure grond in Nederland is met deze inrichting getracht de ruimte zo goed mogelijk te benutten. Daar er maar vijf van deze inrichtingen zijn gebouwd dient het aanbeveling om een dergelijke inrichting te behouden.

Eigenlijk zou de inrichting in **Lunteren** een hogere score moeten krijgen. We hebben hier te maken met het verdwijnende type oxydatiebed en het type Clarigester. Het scoreverschil met een vergelijkbare inrichting (**Harskamp**) moet dan ook gezocht worden in de leeftijd van de inrichting en het feit dat de Clarigester nog voorkomt in Nederland, ook al worden deze niet meer toegepast in Nederland. De inrichting in **Lunteren** zal eind 1994 echter sluiten.

De Clarigester in **Wormer** heeft de waardering C6. Deze score moet niet verkeerd geïnterpreteerd worden. Het is niet zo dat met een lage score een dergelijke inrichting niet behouden zou moeten blijven. Het type Clarigester zal verdwijnen uit Nederland waardoor de waardering eigenlijk hoger zou moeten zijn. Echter een inrichting met een Clarigester en een oxydatiebed zoals in **Lun-**

teren heeft een hogere prioriteit als het aankomt op behoud van een inrichting.

Het tijdsbestek waarin dit rapport is geschreven was veel te kort om alle inrichtingen in Nederland te inventariseren. Zo is er geen enkele compactinrichting bezocht. Het is heel goed mogelijk dat deze manier van afvalwaterzuivering zal verdwijnen uit Nederland. Het dient daarom aanbeveling om deze inrichtingen op één of ander wijze te behouden.

In Nederland zijn meer inrichtingen die de moeite waard zijn om in aanmerking te komen voor behoud of hergebruik. Er zijn zeker inrichtingen waar bepaalde onderdelen in aanmerking komen. Een aantal voorbeelden:

- **Maastricht** met Inka beluchting;
- **De Bilt** waar verschillende beluchtingssystemen worden toegepast (puntbeluchting, borstelbeluchting, bellenbeluchting);
- **Amsterdam West** met oude oxydatiebedden.

De beschreven inrichtingen in dit rapport moeten dan ook gezien worden als voorbeelden om andere inrichtingen te kunnen inschatten op hun waarde.

Als laatste opmerking wil ik erop wijzen de Historische Commissie van de NVA er veel aan doet om de interessante historie en ontwikkeling van de Nederlandse afvalwaterzuivering meer bekendheid te geven. Dit gebeurt niet alleen met een rapportage als de onderhavige, maar ook door actief verzamelen van materiaal zoals bijvoorbeeld: tekeningen van zuiveringsinrichtingen, foto's en maquettes. Ook het grotere materiaal komt aan bod. Er zijn door heel Nederland verschillende depôts waar materiaal of onderdelen worden opgeslagen. Het is dan ook een sterke aanbeveling om materiaal van waarde niet zomaar weg te gooien maar aan de historische commissie te doen toekomen.

LITERATUUR

Baars J.K.,

Aëratie van water met behulp van roteren, H₂O, (2)
nr. 25, 1969

Bakker J.A., K. C. Zijlstra, J.J. Hopmans, F.J. Ribbius, Rh.A.J. Vosters, G.S. Bos, R. Vrijburg, J.L. Koolen, J.H. Jansen,

50 jaar zuivering van afvalwater, Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater (RIZA), Staatsuitgeverij 's-Gravenhage 1970.

Bloemendal W.H., B.A. Verhey, H.J.N.H. Kessener, F.P. Mesu, P.K. van Meurs, M.E.H. Tjaden, E.J. Bosch Ridder van Rosenthal,

Koninklijk Instituut van Ingenieurs; afdeling voor gezondheidstechniek: Het afvalwatervraagstuk ten plattelande, Voordrachten, gehouden voor de Afdeling voor Gezondheidstechniek van het Kon. Instituut van Ingenieurs op 19 December 1940, te Utrecht., Overgedrukt uit het Weekblad 'De Ingenieur' 1941 no. 22 Gezondheidstechniek 5.

Brouwer W.A.H.,

Stand van de rioolwaterzuivering in Nederland, uitgeverij Moormans Periodieke Pers N.V. Den Haag, 1962

Daru M., I. van Veenendaal, J.B.M. Wiggers, J. Voorhoeve,

Terug naar de toekomst; een zoektocht naar milieubesparende en innoverende rioleringstechnieken vanaf Liernur († 1893) tot in de volgende eeuw, symposium verslag Net Werk, DHV, Rioned, NVA, Amersfoort 17 december 1993

Daru M, H. van Zon,

Afval en milieu in de negentiende eeuw, De Ingenieur, nr 5, mei 1987

Fohr P.G.,

Van wilde bevoeling 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.

Fohr P.G.,

Met horten en stoten kwam de afvalwaterzuivering op gang, H₂O(22) nr. 13, 1989

Fohr P.G.,

Waternvervuiling en waterzuivering in de Eemvallei, Stichting voor de Eemvallei, Baarn, Juli 1968

Groen J.A.Ir,

Een cent per emmer: Het Amsterdamse drinkwater door de eeuwen heen Gemeentewaterleidingbedrijven, 1976

Heijn J.P., W.A.H. Brouwer,

De geschiedenis van de in Nederland gebruikte inrichtingen voor uitrotting van slijkstoffen, H₂O (4) nr. 12, 1971

Heijn J.P., W.A.H. Brouwer,

Constructie van slijdroogbedden ten behoeve van mechanische ruiming, H₂O (5), nr. 5, 1972

Hopmans J.J.,

Enige algemene beschouwingen over het afvalwater-vraagstuk, Overdruk uit: 'Viruly's technisch maandblad voor de wasindustrie', ± 1930

Hopmans J.J.,

Geschiedenis van de verwijdering van vloeibare afvalstoffen, Land en Water, juni 1959

Hopmans J.J.,

Geschiedenis van de verwijdering van vloeibare afvalstoffen, Land en Water, augustus 1959

Hopmans J.J.,

Bestrijding van de vervuiling van de beken in Twenthe, congresverslag afdeling voor gezondheidstechniek Enschede, 1950

Hopmans J.J.,

Afvalwaterzuivering in Nederland, Overdruk uit de jubileumuitgave van het Koninklijke Instituut van Ingenieurs 1847-1947, 1947

Hopmans J.J.,

Gezondheidszorg voor de Nederlandse oppervlaktewateren, staatsdrukkerij- en uitgeverijbedrijf 's Gravenhage 1955

Karper R.,

De technologie van de beluchting, H₂O (2) nr 25, 1969

Kessener H.J.N.H.,

Een en ander omtrent biologische zuivering van afvalwater, meer speciaal door middel van geactiveerd slib, gedrukt bij firma F.J. Belinfante voorh. A.D. Schinkel, te 's-Gravenhage, 23 December 1926

Koot A.C.J.,

Behandeling van afvalwater, uitgeverij Waltman Delft, 1970

Kruize R.R.,

Andere tijden, ander afvalwater; 65 jaar rioolwaterzuivering in Amsterdam-West, RWA (Dienst Riolering en Waterhuishouding Amsterdam, 18 maart 1993



Kuyper S.J.,

Oxydatiebedden, Artikel in tijdschrift Cement, maandblad gewijd aan cement en beton tevens officieel orgaan van de betonvereniging, Jaargang XXII, nr 12, december 1970

Lettinga G.,

Anaerobe waterzuivering, syllabus vakgroep milieu-technologie, Wageningen 1989

Lintsen H.W.,

Geschiedenis van de techniek in Nederland, uitgeverij Walburg pers, deel II, 1993

NVA,

Inleiding in de techniek van de afvalwaterzuivering, Uitgegeven door de Nederlandse Vereniging voor Afvalwaterzuivering, 1979

Oss van J.F., C.J. van Oss,

Warenkennis en Technologie, Deel 1, zesde druk, J.H. De Bussy-Amsterdam, 1956

Overbeek A.W.C.,

De rootwater-zuiveringsmethode van Leon Ghysaert, Rapport TA 118, RIZA, augustus 1942

Rensink J.H.,

De waterverontreiniging in Nederland, Landbouwvoorlichting december 1962

RIWA (Samenwerkende Rijn- en Maas- waterleiding-bedrijven),

De samenstelling van het Maaswater in 1987 en 1988, Papyro Amsterdam, Juli 1992

RIWA (Samenwerkende Rijn- en Maas- waterleiding-bedrijven),

De samenstelling van het Rijnwater in 1988 en 1989, Swado Grafagroep B.V. Amsterdam, Januari 1992

RIZA (Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling),

Kommunale afvalwaterzuiveringsinrichtingen per waterkwaliteitsbeheerder in bedrijf per 31-12-1991, Afd. RAMC RIZA, december 1992

RIZA (Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling),

Jaaroverzicht AWZI's, (Afval-Water-Zuiverings-Inrichtingen) Nota Rijkswaterstaat-RIZA, 1984 uitgegeven 1985

RIZA (Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling),

Zuivering van stedelijk afvalwater, folder van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat-Augustus 1992

Samson F.E.,

Ons welzijn en de watervervuiling, ANWB recreatie brochure no. 9, 2e herziene druk, 1972

Selm J. van,

Tien jaar afvalwaterzuivering bij het waterschap Regge en Dinkel, H₂O (5) nr. 21, 1972

Smidt M. de,

Atlas van Nederland deel 2: Bewoningsgeschiedenis, Staatsuitgeverij 's-Gravenhage, 1984

Smidt M. de,

Atlas van Nederland deel 15: Water, Staatsuitgeverij 's-Gravenhage, 1986

Smit J.,

De Hedendaagsche stand van het vraagstuk der zuivering van huishoudelijk en industrieel afvalwater, Uitgeversmaatschappij Nijgh en van Ditmar, 1925

VPB (Vereniging van Producenten van Betonleiding-systemen),

Afvalwater moet ooit weer drinkwater worden, september 1993

Werkman E.,

'Juffer hep je een emmertje Poep' een eeuw Amsterdams rioolwater, Stadsdrukkerij van Amsterdam, 1982

Wijmer S.,

Water om te drinken, Vereniging van Exploitanten van Waterleidingbedrijven in Nederland VEWIN, Rijswijk, 1992

Wismeijer A.A., J. Weennik,

Amsterdam en z'n afvalwater, H₂O (15) nr. 8, 1982

Zijlstra K.C.,

Consequenties van het ruimtelijk toekomstbeeld van Nederland voor de technische en organisatorische maatregelen tot het tegengaan van waterverontreiniging, Nederlands congres voor openbare gezondheidsregeling, Enschede 1964

Zon H. van,

Een zeer onfrisse geschiedenis, Studies over niet-industriële vervuiling in Nederland, 1850 -1920, Proefschrift; Groningen 1986

BIJLAGEN

BIJLAGE A BEGRIPPENLIJST

BIJLAGE B OVERZICHT GEÏNVENTARISEERDE ONROERENDE GOEDEREN

BIJLAGE C OVERZICHT GEÏNVENTARISEERDE ONROERENDE GOEDEREN (vervolg)

BIJLAGE D OVERZICHT AFVALWATERKARAKTERISTIEKEN

BIJLAGE E VOORBEELD INVENTARISATIEFORMULIER



anaëroob proces:	proces zonder zuurstof
aëroob proces:	proces met zuurstof
rottingsproces:	proces zonder zuurstof = anaëroob proces
vergisten/gisting:	proces zonder zuurstof = anaëroob proces
septic-tank:	inrichting voor het vergisten bezonken slib
inwonerequivalent:	maat voor de hoeveelheid zuurstof die nodig is om het afvalwater van een persoon per dag volledig te oxyderen
slijk/slib:	deeltjes die worden meegevoerd in het afvalwater waaronder: bacteriemateriaal, niet opgeloste stoffen, zand.
oxyderen/oxydatie:	afbraakproces met (lucht) zuurstof van organisch materiaal
reductie:	afbraakproces van organisch materiaal
mineralisatie:	omzetting van organische stof in water en koolzuur
actief-slib:	bacteriemateriaal die organisch materiaal kan omzetten
anaërobe slibgisting:	proces met anaërobe (zuurstofschuwende) bacteriën voor de omzetting van aëroob (zuurstofminnende) bacteriemateriaal
colloïdale stoffen:	gevormd complex van molekulen
oxydatiebed:	= continu-filter, zuiveringstechniek
landbevoeiing:	= bodemfiltratie, landbehandeling: zuiveringstechniek
flotatie:	het gaan drijven naar het vloeistofoppervlak
coagulatie:	het samenklonteren van deeltjes door de toevoeging van chemicaliën
flocculatie:	het ontstaan van vlokken door samenklontering van deeltjes soms bij een langzame roerbeweging
puntbeluchting:	zuurstof inslag door middel van een verticaal opgestelde motor en schoepenblad op het wateroppervlak
zuurstof-inbrengvermogen:	de hoeveelheid zuurstof die per tijdseenheid door een beluchtingssysteem kan worden toegevoerd aan een vloeistof
eutrofiëring:	het verrijken van oppervlaktewateren met stikstof- en fosfaatverbindingen waardoor sterke algenbloei ontstaat
influent:	het ruw aangevoerde afvalwater
effluent:	het 'schone' gezuiverde water
primair slib:	bacteriemateriaal wat vanuit de voorbezinking wordt afgevoerd (meestal naar de slibgistingstank)
secundair slib:	of retour slib, bacteriemateriaal wat meestal vanuit een nabezinktank terug wordt gebracht in het (beluchte) systeem
retourslib:	zie secundair slib
surplusslib :	of spuislib, bacteriemateriaal wat vanuit de nabezinking wordt afgevoerd (meestal naar een slibgistingstank)
spuislib:	zie surplus-slib

BILAGE B OVERZICHT GEINVENTARISEERDE ONROERENDE GOEDEREN

Nummer	Waterschap of Zuiverings- schap	Plaats	Provincie	Startjaar 19...	Gaaf sluiten	soort			Rooster en/of hark	Zandvanger	Snijrooster	Voorbezinktank	Chemische zuivering	Type										Nabezinktank	Slib behandel.			Eindwaardering										
						Biologisch	Mechanisch							Anaëroob				Aëroob							Comp. instal.	Carrousel	Oxydatiesloot		Oxydatietank	Oxydatiebed	Contactbed	Anders	Clarigester	Imhofftank	Septic tank	Afvoeren	Op veld tot 19..	Slibgisting
1	Ultwa. Sluiz.	Wormer	NH	70	+		+									+									+	90	+	C6										
2	Uitw. Sluiz.	Beverwijk	NH	52		+			+		+	+							+	+					+	T	83	+	C7									
3	Rijnland	Leiden-N	ZH	36	+					+		+				+			+							E	87	+	–									
4	Rijnland	V'schoten	ZH	54	+	+														+							+	D8										
5	Rijnland	Alphen-W	ZH	57	+	+			+	+	+	+						+							+	E	90	+	D8									
6	Rivierenland	Z.bommel	Gld.	42	+		+		+							+									+	80	+	C7										
7	Rivierenland	Bergharen	Gld.	76	+	+														+					+	80	+	C7										
8	Rivierenland	Groesbeek	Gld.	56	+	+						+						+							+	E	80	+	D6									
9	Rivierenland	Bredeweg	Gld.	76	+	+														+					+	80	+	–										
10	De Dommel	Tilburg	Br.	36	+	+			+	+		+							+						D	T		+	D7									
11	De Dommel	L. op Zand	Br.	30	+	+																							D5									
12	Veluwe	Otterlo	Gld.	65	+	+														+							+	C8										



BIJLAGE C OVERZICHT GEÏNVENTARISEERDE ONROERENDE GOEDEREN (VERVOLG)

Eindwaardering			D8	D7	C7	D8									
Slib behandel.	Afvoeren		+	+	+	+									
	Op veld tot 19..		80		80										
	Slibgisting		+		+	+									
Nabezinktank			+	+	+	+									
Type	Aëroob	Comp. instal.													
		Carrousel													
		Oxydatiesloot		+											
		Oxydatietank				+									
		Oxydatiebed	+		+	+									
		Contactbed													
	Anaëroob	Anders													
		Clarigester			+										
		Imhofftank	+												
		Septic tank													
Chemische zuivering															
Voorbezinktank			+		+	+									
Snijrooster			+		+										
Zandvanger			+			+									
Rooster en/of hark				+	+	+									
soort															
	Mechanisch														
	Biologisch		+	+		+									
Gaaf sluiten			+	+	+	+									
Startjaar 19...			59	65	67	51									
Provincie			Gld.	Gld.	Gld.	Ov.									
Plaats			Harskamp	S.penzeel	Lunteren	Enschede									
Waterschap of Zuiverings- schap			Veluwe	Veluwe	Veluwe	Regge+Dinkel									
Nummer			13	14	15	16									

BIJLAGE D OVERZICHT AFVALWATERKARAKTERISTIEKEN

Soort industrie	gesitueerd	Anorganisch	Organisch
Suikerfabriek	Groningen Friesland West-Brabant		Koolhydraten, resten pulp
Aardappelmeelfabriek	Groningen Overijssel Drente	Fosfor (als P ₂ O ₅), stikstof (N), kalium (als K ₂ O)	Eiwitten, zetmeel
Zuivelfabriek	Friesland		Eiwitten, vet
Gistingsfabriek Brouwerijen	Noord- en Zuid- Holland	Loog	Alcohol/restbier, gistresten, etiketresten
Slachterijen			Vet
Vlasroterijen	Zeeland		veel org. materiaal
Leerlooierij	Gelderland Noord-Brabant	Arsenicumverbindingen of chroomzouten, zwavelnatrium, kalk	Huid, haren
Cellulosefabriek		Calciumbisulfaat, natriumbisulfaat	Vezels, cellulose, weinig zetmeel
Papier- en Strocartonfabriek	Gelderland Groningen	Xytaan, kalk	Vezels, zetmeel, cellulose
Wolfabriek	Utrecht	Loog, aromaten	Vezels, vet
Katoenblekerij	Overijssel	Verdund loog, verdund zuur, chloorkalk, peroxide	
Metaalfabriek		Cyaanverb., zw. metalen	
Verfindustrie Drukkerij	Gelderland	Metaalzouten beitsen, aromaten, zwavelverbindingen	
Steenkool	Limburg	Rhodaancalcium, ijzersulfaat, phenol calcium, cyaanverb.	
Kunstzijde	Gelderland Utrecht Brabant	Zwavelammonium, loog, sulfaat	
Lijm-Gelatine fabriek		Verdund zoutzuur, fosfaat	Org. materiaal
Zeepziederij		Loog	Vet, glycerine



BASISGEGEVENS

1. **PIE-code:** —
2. **Naam object:** —
3. **Branche:** Afvalwaterzuiverings-
inrichtingen
4. **Subbranche:** Afvalwaterzuiverings-
inrichtingen
5. **Provincie:** Zuid-Holland
6. **Gemeente:** Voorschoten
7. **Plaats:** Voorschoten
8. **Wijk/Buurt:** Dobbewijk
9. **Straat + hnr.:** Dobbeweg —
10. **Postcode:** —
11. **Bouwjaar oudste deel:** 1954
12. **Functies:** 1954- heden,
Afvalwaterzuivering
voor ± 500 inwoners.

BESCHRIJVING OBJECT/COMPLEX

13. Korte beschrijving van verschijningsvorm en functie:

Het terrein omvat ± 1/2 ha.. Om het terrein staan een aantal grote gebouwen. De inrichting bestaat uit een ronde sloot van ongeveer 5 meter breed. Hier wordt het afvalwater ingepompt. De stroming in de sloot wordt opgang gehouden door twee rotoren.

Sociaal-economische-historische aspecten:

14. **a. Oprichtingsjaar:** 1954

15. **b. Bedrijfsvoering:**

De inrichting is onbemand. Twee maal per week wordt op basis van wateranalyses het proces bijgesteld. Eens per maand wordt het verzamelde slib per auto afgevoerd.

16. **c. Architectuur als functie van bedrijfsvoering:**

De architectuur van deze inrichting is eenvoudig. Het ontwerp is gemaakt om op goedkope en eenvoudige wijze afvalwater te zuiveren.

17. **d. Arbeid:**

Per jaar wordt ongeveer 500 manuren aan procesbe-
diening besteed door enkele medewerkers van de behe-
rende afdeling (Hoogheemraadschap Rijnland). Het is
geschoold werk.

18. **e. Branche-context:** —

19. **f. Vervaardigde produkten:**

Met een efficiëntie van ongeveer 90 % (op 'chemische
zuurstof verbruik'-basis) wordt het gezuiverde afvalwa-
ter afgevoerd op de achterliggende sloot.

Aspecten van produktie-organisatie:

20. **a. Typering:**

Biologische zuiveringsinrichting met actief-slib, Type
Voorschoten; Discontinue oxydatiesloot (Het afvalwater
wordt stootsgewijs gezuiverd).

21. **b. Typenummer**

22. **c. Overige aspecten**

Deze Pasveer- of oxydatiesloot is door Ir. Pasveer ont-
wikkeld. TNO heeft deze oxydatiesloot gebouwd als
proefinrichting.

WAARDERING

23. **a. M.b.t. sociaal-economische aspecten**

soc.-ec.-hist. waarde	klein	A	B	C	D	groot
zeldzaamheid	niet	1	2	3	4	zeer

24. **Subtotaal:** C4

25. **Toelichting:**

Deze manier van afvalwaterzuivering is ontwikkeld om
eenvoudig en goedkoop afvalwater te zuiveren. Na de
succesvolle proeven op deze inrichting is de oxydatie-
sloot over de gehele wereld toegepast.

26. **b. M.b.t. aspecten van produktie-organisatie**

illustratieve waarde	slecht	A	B	C	D	goed
zeldzaamheid	niet	1	2	3	4	zeer

27. **Subtotaal:** D4

28. **Toelichting:**

Het betreft hier de allereerste discontinue oxydatiesloot
in de wereld. Op deze inrichting zijn succesvolle proe-
ven gedaan waardoor deze manier van afvalwaterzui-
vering zeer bekend is geworden. Van dit ontwerp zijn
later betere uitvoeringen gemaakt. (bijvoorbeeld de con-
tinue oxydatiesloot type Berkel)

29. **c. Compleetheid:** niet 1 2 3 4 zeer

30. **Toelichting:**

De inrichting maakt nog gebruik van de originele Kes-
sener borstel (uit 1954!). De motor met aandrijfas zijn
vernieuwd. Voor de bouw van de sloot is geen gebruik
gemaakt van beton. De gegraven sloot wordt gestut door
houten paaltjes. Dit is uniek.

31. **Eindoordeel:** D8; zeer illustratief en bijzonder

Bijzonderheden

32. **Staat van onderhoud:**

De staat van onderhoud met betrekking op de hoofd-
functie is min of meer op peil, qua aanzien wordt niet
meer de gebruikelijke normen aangehouden.

33. **Bouwhistorische elementen:**

Naast de originele Kessener borstel is- om de zuurstof-
toevoer te verhogen- een tweede borstel geplaatst.

34. **Onderdeel van een industrieel landschap:** Nee

35. Toekomstplannen:

De inrichting wordt in 1994 of 1995 geamoveerd. Het afvalwater zal dan worden verpompt naar de zuiveringsinrichting Leiden-Zuid-west.

36. Overig: —

VERWIJZINGEN

37. Datum inventarisatie: 20-1-1994

38. Naam inventarisator: Groeneveld, N.

39. Contactpersoon (+functie): J.W.L. Helgering
Hoofd Bedrijfsbureau Hoogheemraadschap Rijnland,
Leiden. 071-259233; Installatiebeheerder: L. den Hol-
lander, tel. op inrichting Leiden Zuid-West: 071-765926,
of clusterchef M. Bronker.

40. Inventaris (+PIE-code): —

41. MIP-code: Geen

42. Barn-code: Geen

43. Andere archiefverwijzingen: Nee

Dossier:

44. Plattegronden (of verwijzingen):

45. Beeldmateriaal (of verwijzingen):

46. Literatuur (of verwijzingen):

Diversen in het archief van het Hoogheemraadschap
Rijnland aanwezig, contactpersoon: D. Bakker (RDD)
071-259210

47. Extra inventarisatie-informatie: Nee



afvalwaterzuivering en de NVA zijn nauw met elkaar verbonden. De Nederlandse Vereniging voor

Afvalwaterzuivering (NVA) werd niet zonder reden in 1958 opgericht. Als collega's, werkzaam in de diverse functies op het gebied van de afvalwaterzuivering, bestond er behoefte kennis en ervaring uit te wisselen en deze aan die van anderen te toetsen. Ook initieerde de NVA cursussen: welke klaarmeester is niet in het bezit van één of meerdere NVA-diploma's? In de loop van zijn bestaan heeft de NVA de doelstelling verbreed tot het integrale waterbeheer. De vereniging draagt nu de naam Nederlandse Vereniging voor Waterbeheer, NVA.

De afvalwaterzuivering neemt nog steeds een belangrijke plaats in binnen de verenigingsactiviteiten. Daarom en vanwege de ontstaansgeschiedenis van de vereniging is het initiatief van de stichting PIE en de Historische Commissie van de NVA aangegrepen om deze uitgave tot stand te brengen. Afvalwaterzuivering was, is en zal een belangrijk aspect van het integrale waterbeheer blijven.

1995 R I Z A 2020

In 1995 bestaat het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, kortweg RIZA, 75 jaar. Het werkveld van deze technische-wetenschappelijke dienst van Rijkswaterstaat is in de loop van de tijd aanzienlijk verbreed. Integraal waterbeheer is nu het leidende principe: waterbeleid en waterbeheer, rekening houdend met de belangen van mens en ecosystemen onder, in, op en langs het water. Het karakter van het instituut is feitelijk onveranderd gebleven. Het RIZA was en is schrijver van beleidsnota's, adviseur van en onderzoeker voor de waterbeheerders in Nederland.

De evolutie van het instituut heeft zich voltrokken parallel aan de ontwikkeling van het waterbeleid. In de eerste decennia van haar bestaan, als Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater, stond de bouw van rioolwaterzuiveringsinrichtingen centraal om de verontreiniging van de oppervlaktewateren een halt toe te roepen. Het is verheugend dat in dit jubileumjaar, 75 jaar RIZA en 25 jaar WVO, een publikatie tot stand is gekomen over de historie van rioolwaterzuiveringsinrichtingen: de start van het waterkwaliteitsbeleid in Nederland en de basis voor integraal waterbeheer.

