

# Praktijkervaringen met voorbezinktanks\*

## 1. Inleiding

De voorbezinktank kan een belangrijke schakel in het zuiveringsproces zijn. De voornaamste functie is het verwijderen van zoveel mogelijk onopgeloste deeltjes (primair slib) uit het afvalwater. Door opdrijving worden ook nog deeltjes lichter dan water, zoals vet, olie, plastic, etc., afgescheiden.

Door bezinking kan de samenstelling van het afvalwater in belangrijke mate wijzigen. Het is theoretisch moeilijk voorspelbaar in welke mate de onopgeloste deeltjes in een



J. BOS  
DHV Raadgevend  
Ingenieursbureau BV,  
Amersfoort

voorbezinktank worden afgescheiden, aanzien niet alleen sprake is van discrete bezinking, maar tevens ook van flocculente bezinking.

Voor een kwantitatieve beschrijving van de flocculente bezinking in de voorbezinktank is geen betrouwbaar wiskundig model voorhanden.

Een voorspelling van de afscheiding in de voorbezinktank op grond van een modelmatige beschouwing wordt nog extra bemoeilijkt doordat belangrijke factoren, zoals vorm en soortelijk gewicht van de deeltjes, temperatuur etc. in de praktijk sterk kunnen fluctueren.

In dit artikel is dan ook niet nader op de theorie van het bezinkingsproces ingegaan, maar is aangegeven welke resultaten met voorbezinktanks in de praktijk worden behaald en door welke maatregelen hierin mogelijk nog verbetering kan worden gebracht.

Tevens is aandacht geschonken aan enkele uitvoeringsaspecten van voorbezinktanks.

## 2. Procestechnische aspecten

### 2.1. Ontwerpcriteria en uitvoering

Bij het ontwerpen van bezinktanks spelen met name de bezinkingsnelheid van het kleinste deeltje dat men nog verwijderen wil (kritische bezinkingsnelheid) en de verblijftijd een belangrijke rol. Daarnaast zijn andere criteria, zoals mesbelasting en bodemhelling, ook van belang.

Voorbezinktanks worden in Nederland volgens tamelijk eenduidige hydraulische grondslagen ontworpen. In tabel I zijn

TABEL I - Ontwerpcriteria van voorbezinktanks [1]

oppervlaktebelasting (max.)	
kritische bezinkingsnelheid	: 1,5 - 2,5 m <sup>3</sup> / (m <sup>2</sup> .h)
vloeistofverblijftijd (min.)	: 1,0 - 1,5 h
kandiepte	: 1,5 - 2,5 m
mesbelasting	: 10 - 15 m <sup>3</sup> / (m.h.)
bodemhelling	: (1 : 10) - (1 : 12)
inhoud slibkegel	: 2 l/i.e.

globaal de grenzen van de belangrijkste ontwerpcriteria aangegeven.

In tegenstelling tot de vroegere imhoff- en dortmundtanks zijn voorbezinktanks tegenwoordig doorgaans uitgerust met mechanische slibuimers.

Bij ronde voorbezinktanks worden veelal schildruimers toegepast, bij rechthoekige tanks soms ook kettingruimers.

### 2.2. Beoordelingscriterium

Het zal duidelijk zijn dat de werking van de voorbezinktank uitsluitend beoordeeld mag worden op de mate waarin bezinkbare stoffen worden verwijderd.

De hoeveelheid bezinkbare stoffen wordt gemeten na één uur statische bezinking in een imhoffglas en uitgedrukt als bezinkselvolume in ml/l.

Dit volume is daarmee de enige maat om de werking van de voorbezinktank te beoordelen, hoewel tegen de uitvoering van de bezinkselvolume-bepaling bezwaren kunnen worden ingebracht, omdat wandeffecten en

afzettingen op de glaswand optreden en stroming ontbreekt.

De effecten, die gepaard gaan met het verwijderen van bezinkbare stoffen, zoals CZV-, BZV-, stikstof- en fosfaatreductie mogen niet zonder meer worden betrokken bij de beoordeling van de werking van de voorbezinktank maar zijn wel van groot belang voor de belasting, dimensionering, beluchttingscapaciteit, etc. van het biologisch deel van de zuiveringsinstallatie.

In de praktijk blijkt er geen eenduidige relatie te bestaan tussen het bezinkselvolume en deze parameters.

Voor onopgeloste stoffen is dit in afb. 1 weergegeven.

De relatie met de overige parameters zal naar verwachting hetzelfde grillige beeld vertonen.

De invloed van bezinking op de samenstelling van het afvalwater kan noch direct, noch indirect worden afgeleid uit het bezinkselvolume maar kan uitsluitend worden bepaald door meting van de betreffende grootheden.

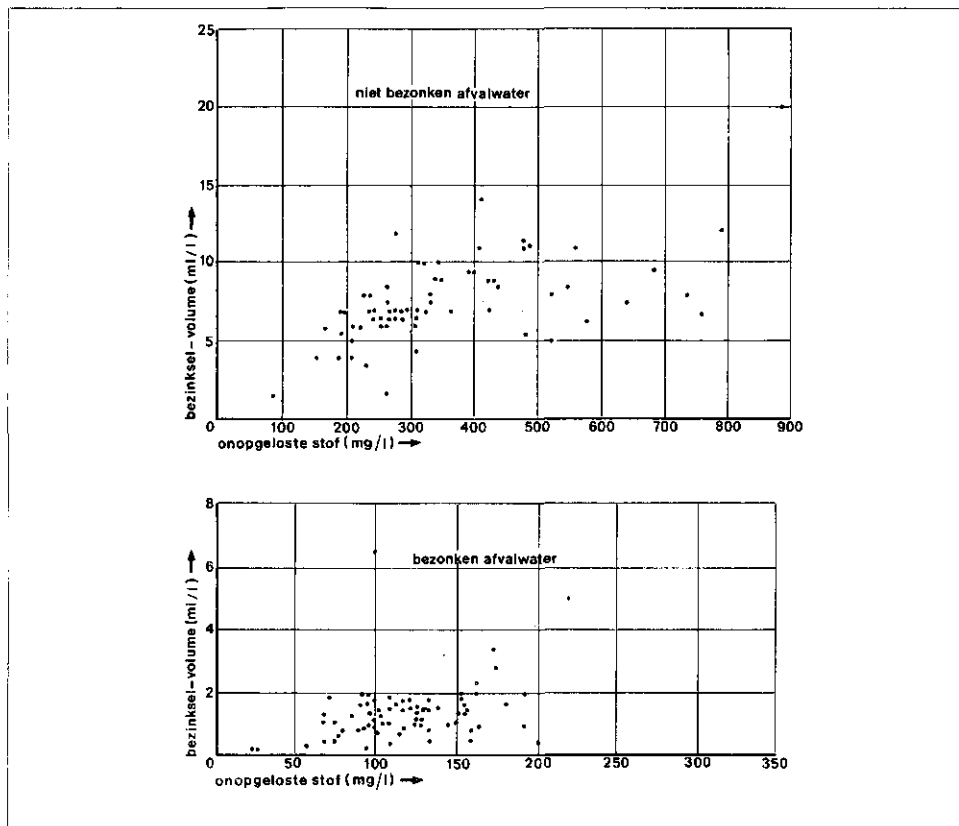
### 2.3. Relatie tussen werking en ontwerpcriteria

#### 2.3.1. Bezinkbare stoffen

In Nederland zijn vrijwel alle gegevens over bezinkselvolume vóór en ná bezinking gebaseerd op steekmonsters.

Het ontbreekt echter aan voldoende propor-

Afb. 1 - Relatie tussen onopgeloste stof en bezinkselvolume vóór- en ná bezinking [3].



\* Voordracht gehouden op de NVA-bijeenkomst 'mechanische zuivering' te Haarlem dd. 26 mei 1978.

tionele metingen om een volledig beeld van de werking van voorbezinktanks te geven, laat staan om een verband met ontwerp-criteria te kunnen vaststellen.

Uit gesprekken met diverse beheerders van zuiveringsinstallaties en uit de gedurende vele jaren uitgevoerde bemonsteringen van de Stichting Bedrijfsonderzoek Afvalwater-zuiveringsinstallaties is wel gebleken dat in het algemeen bij droogweerafvoer (dwa) en binnen de grenzen van de in tabel I genoemde ontwerpcriteria, de bezinkbare stoffen vrijwel volledig worden teruggehouden. Wel dient bedacht te worden dat voorbezinktanks op de maximale wateraanvoer (rwa) gedimensioneerd zijn en derhalve bij gemengde rioolstelsels onder dwa-omstandigheden laag belast worden.

Bij rwa blijkt in de praktijk dat het bezinkselvolume in het effluent van sommige voorbezinktanks na 3-4 h kan toenemen tot waarden boven ml/l, vooral bij installaties met 'interne stromen' zoals surpluslib, overloopwater van slibgistingstanks, indikers etc.

Een duidelijk beeld van de omvang van dit verschijnsel en de werkelijke oorzaak van de stijging van het bezinkselvolume ontbreekt.

### 2.3.2. Onopgeloste stoffen

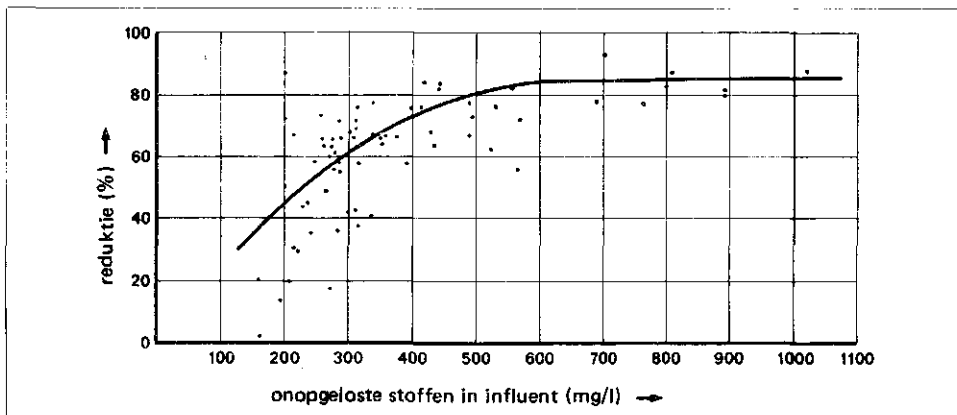
Huishoudelijk afvalwater bevat gemiddeld ca. 900 mg/l onopgeloste stoffen, waarvan volgens Koot [1] ca. 2/3 door voorbezinking kan worden verwijderd.

Engelse onderzoekers [4] kwamen na uitvoerige onderzoeken bij een groot aantal installaties eveneens tot de conclusie, dat gemiddeld ca. 60 % van de onopgeloste stoffen in de voorbezinktank wordt verwijderd. Zij vonden geen eenduidig verband tussen het verwijderingspercentage en de hydraulische parameters.

Bradley [3] meende wel een verband tussen de beginconcentratie aan onopgeloste stoffen, de drogestofbelasting en de verwijderingspercentages aan zijn meetresultaten te kunnen ontleen. In afb. 2 en afb. 3 zijn de door hem gevonden resultaten weergegeven. Het is echter niet zeker, dat tijdens zijn onderzoek de verhouding tussen bezinkbare en niet-bezinkbare onopgeloste stoffen constant is gebleven.

Toch verdient het aanbeveling om op grond van de ervaringen van Bradley nader te onderzoeken of met andere criteria, zoals de drogestofbelasting, meer inzicht in de werking van de voorbezinktank en greep op de dimensionering kan worden verkregen. In dit verband kan tevens het ontwerpen van voorbezinktanks op rwa-basis kritisch worden bezien.

Een tijdelijk lager rendement bij rwa kan mogelijk door het biologisch deel worden opgevangen.



Afb. 2 - Invloed van de concentratie onopgeloste stoffen in het influent op de reductie in de voorbezinktank [3].

Hier tegenover staan voordelen als besparing op investeringen, grondoppervlak en minder kosten voor de bestrijding van geuremissie.

### 2.3.3. CZV en BZV

Evenals bij de onopgeloste stoffen zal de CZV- en BZV-reductie in de voorbezinktank in sterke mate afhangen van de samenstelling van het afvalwater.

Ter illustratie hiervan zijn in afb. 4 de bedrijfsresultaten weergegeven van een tweetal Nederlandse voorbezinktanks bij verschillende hydraulische belasting (dwa en rwa). Beide voorbezinktanks zijn rond en volgens ongeveer dezelfde grondslagen gedimensioneerd.

In het algemeen worden de bezinkbare stoffen door beide tanks in voldoende mate teruggehouden. Uit afb. 4 kan, binnen de grenzen van de hydraulische belasting (0,5-2,0 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.h) geen duidelijk verband tussen de hydraulische parameters en de CZV- en BZV-reductie worden vastgesteld.

Daar zowel bij hoge als lage hydraulische belastingen schommelingen in de reducties voorkomen, is het aannemelijk dat vooral de samenstelling van het afvalwater hiervan de oorzaak is.

Welke reductie kan nu op grond van

praktijkervaringen globaal worden verwacht? Van een 9-tal Nederlandse zuiveringsinstallaties met voorbezinktanks zijn hiertoe de bedrijfsresultaten verzameld. De resultaten, gebaseerd op proportionele bemonsteringen uitgevoerd in een periode van ca. 1 jaar, zijn in tabel II samengevat. Per installatie zijn de gemiddelde hydraulische belasting, verblijftijd en het aantal onderzochte monsters weergegeven.

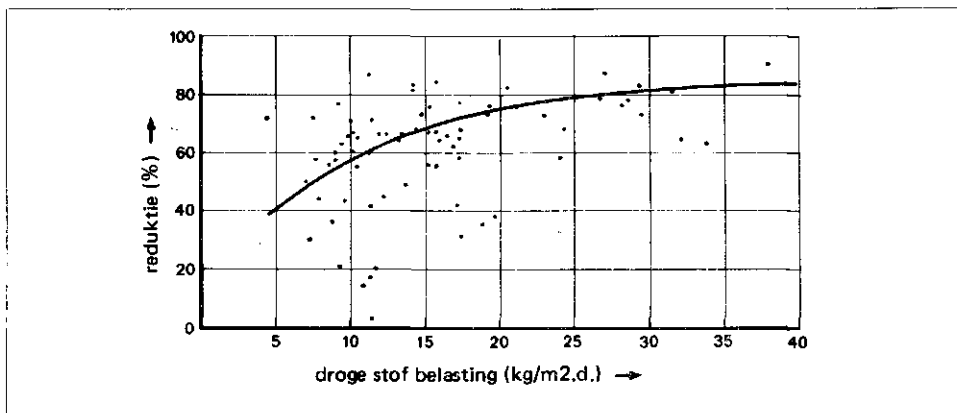
Bij installaties met relatief veel industrieel afvalwater is de gemiddelde CZV- en BZV-reductie resp. 28 % en 27 %. Wordt overwegend huishoudelijk afvalwater aangevoerd dan bedraagt de gemiddelde BZV-reductie zelfs 43 %, hetgeen uitsteekt boven de algemeen aanvaardbare norm van 35 %. Onderzoek naar de bedrijfsresultaten van Engelse installaties [4] geeft gemiddeld een BZV-reductie van ca. 40 %.

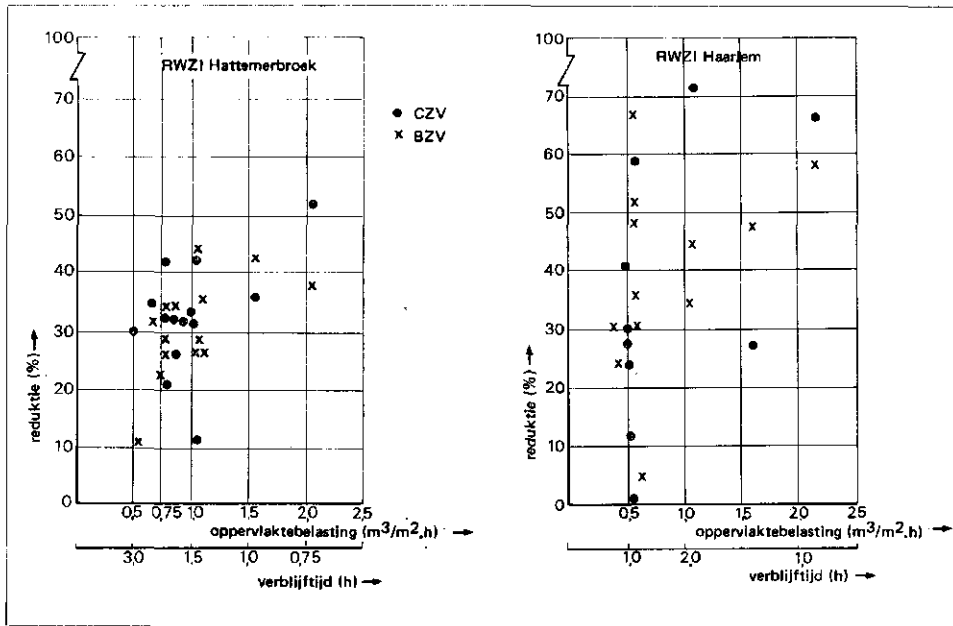
Bij een mengsel van huishoudelijk en industrieel afvalwater lijkt een BZV-reductie van 35 % een norm om minimaal vanuit te gaan.

### 2.3.4. Stikstof en fosfaat

Naast het CZV en BZV zijn stikstof en fosfaat belangrijke elementen bij het ont-

Afb. 3 - Invloed van de drogestofbelasting op de reductie van onopgeloste stoffen in de voorbezinktank [3].





Afb. 4 - CZV- en BZV-reductie versus hydraulische parameters.

werpen en bedrijven van het biologisch deel van de zuiveringsinstallatie.

Doorgaans wordt uitgegaan van een stikstof- en fosfaatreductie in de voorbezinktank van 10-15 %.

In tabel III zijn van een 8-tal Nederlandse voorbezinktanks de bedrijfsresultaten over een periode van één of meerdere jaren weergegeven.

Interne stromen zoals overloopwater van indickers, slibgistingstanks, filtraat van slibontwatering etc. kunnen de opgeloste stikstof- en fosfaatconcentratie aanzienlijk verhogen. De resultaten in tabel III zijn hiervoor gecorrigeerd.

De stikstof- en fosfaatreductie blijkt onderling nogal sterk te verschillen. Een stikstofreductie van 5-10 % zal voor de meeste installaties tamelijk dicht bij de werkelijkheid aansluiten.

Bij een aantal grote installaties blijkt een fosfaatreductie van 20-30 % mogelijk te zijn.

TABEL II - CZV- en BZV-reductie door voorbezinking.

rwzi	reductie gemiddelde		opp.belast. m <sup>3</sup> / (m <sup>2</sup> .h)	gem. verblijftijd h
	CZV %	BZV %		
Hattenerbroek	30	29*	0,6 - 1,0	1 - 2
Waalwijk	—	50	0,6 - 1,0	2 - 3
Haarlem (WP)	36	44	0,5 - 1,0	2 - 4
Amersfoort	24	29*	1,0 - 1,5	1 - 2
Oss	25	27*	2,5	1 - 2
Goor	—	37	0,5	3 - 4
Oldenzaal	—	37	0,5	2 - 3
Hengelo	—	45	0,6	2 - 3
Breda	23	22*	1,2	2 - 3
gemiddeld	28	36		

\* Plaatsen met relatief veel industrieel afvalwater dat weinig of geen primair slib bevat.

#### 2.4. Verhoging van het rendement door chemicaliën

Het verhogen van het rendement van de voorbezinktank door het doseren van chemicaliën kan onder bepaalde omstandigheden zinvol zijn. Hierbij kan men denken aan situaties zoals restheffing na mechanische zuivering, overbelasting van het biologisch deel, etc.

Tot op heden zijn op slechts twee zuiveringsinstallaties verkennende proeven op praktijkschaal uitgevoerd. Het bleek mogelijk bij een dosering van 160 g AVR/m<sup>3</sup> influent, de BZV-verwijdering in de voorbezinktank te verhogen van 50 % naar 70 %. Door het doseren van 5 g polymeer/m<sup>3</sup> influent werd op een andere installatie het BZV-rendement van de voorbezinktank verhoogd van 30 % naar 60 %.

De chemicaliënkosten bedroegen in beide gevallen globaal 5-10 ct/m<sup>3</sup> influent.

#### 2.5. Keus tussen ronde en rechthoekige voorbezinktanks

Bij het maken van een keus tussen een ronde

TABEL III - Stikstof- en fosfaatreductie door voorbezinking.

rwzi	reductie		aantal monsters
	N-kjeldahl (%)	P-totaal (%)	
Hattenerbroek	8,6*	8,4	15
Haarlem (WP)	9,2	—	14
Amersfoort	6,1*	4,9	60
Oss	7 *	21	24
Goor	10	30	24
Oldenzaal	12	—	24
Hengelo	2	31	24
Breda	5 *	34	200

\* Plaatsen met relatief veel industrieel afvalwater dat weinig of geen primair slib bevat.

of rechthoekige voorbezinktank kunnen naast procestechnische aspecten ook de investeringskosten en het beschikbare grondoppervlak een belangrijke rol spelen. Beide typen tanks kunnen procestechnisch alleen zinvol worden vergeleken als sprake is van identieke grondslagen en belasting met afvalwater van gelijke samenstelling. Een dergelijk onderzoek is uitgevoerd in Darlington [4]. Beide voorbezinktanks waren echter laag belast (oppervlaktebelasting 0,85 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.h en verblijftijd 3,5 h). Onder deze omstandigheden was het rendement van de ronde tank enigszins hoger. Vergelijking van de bedrijfsresultaten van een groot aantal ronde en rechthoekige tanks [4], hoewel niet geheel eenduidig in afvalwatersamenstelling, belasting en grondslagen, geeft weinig verschil in werking te zien tussen beide typen tanks. Binnen de normaal gehanteerde ontwerpcriteria lijken beide typen tanks elkaar procestechnisch weinig te ontlopen.

Met rechthoekige voorbezinktanks kan echter de beschikbare ruimte effectiever worden benut en zal het repeterend element bij aansluiting op rechthoekige beluchtingsruimten kostenbesparend werken. Aan de andere kant zullen bij rechthoekige voorbezinktanks de kosten van het slibruimersysteem, vooral bij toepassing van kettingruimers, aanzienlijk hoger zijn dan bij ronde voorbezinktanks.

#### 2.6. Primair slibaanvoer

Volgens Imhoff bedraagt de aanvoer van primair slib bij huishoudelijk afvalwater 40 g drogestof/(i.e.d.) [6].

Over de werkelijk aanvoer van primair slib op Nederlandse installaties was tot voor kort betrekkelijk weinig cijfermateriaal voorhanden.

Daarom heeft de NVA in de periode 1970-1974 een enquête gehouden onder beheerders van zuiveringsinstallaties in Nederland [7].

De resultaten zijn in tabel IV samengevat.

TABEL IV - Gemiddelde aanvoer van primair slib op Nederlandse zuiveringsinstallaties.

capaciteit rwzi	aanvoer van primair slib * g drogestof/(i.e.d.)
0 - 5.000 i.e.	91
5.000 - 25.000 i.e.	30
25.000 - 100.000 i.e.	22
> 100.000 i.e.	11

\* Gemiddelde van mechanische en oxydatiebedinstallaties; enquêteresultaten gecorrigeerd op de drogestofreductie door anaerobe stabilisatie.

De uitslag van de enquête geeft een grillig beeld dat bovendien nogal sterk afwijkt van de richtlijn van Imhoff. Voor de extreem hoge slibaanvoer bij de kleine installaties heeft men geen verklaring kunnen vinden.

De lage slibaanvoer bij de grotere installaties kan mogelijk deels worden verklaard uit het aandeel industrieel afvalwater en deels uit de mogelijke invloed van lange persleidingen waarin primair slib door rotting in zeer fijne deeltjes kan overgaan die niet in een voorbezinktank worden verwijderd. De aanvoer van primair slib kan bij grotere installaties mogelijk mede onder invloed van persleidingen onderling sterk verschillen.

Op bijvoorbeeld de zuiveringsinstallatie te Amersfoort (180.000 i.e., korte persleidingen) en Breda (300.000 i.e., lange persleidingen) bedraagt de aanvoer van primair slib 39 en 25 g drogestof/(i.e.d.).

Uit het beschikbaar cijfermateriaal van de NVA is wel de tendens waarneembaar dat de richtlijn van Imhoff (40 g drogestof/i.e.d.) aan de hoge kant is voor Nederlandse omstandigheden en in veel gevallen 20-30 % lager zal liggen.

### 3. Uitvoeringsaspecten

#### 3.1. Inloopconstructie

De ronde voorbezinktank is traditioneel uitgerust met een cilindervormige inlooptrommel, die doorgaans 1-1,5 m onder water steekt en een doorsnede heeft van 10-15 % van de tankdiameter.

Bij rechthoekige tanks komen diverse inloopconstructies voor zoals de Clifford-, Geiger-, Stengel- en Stuttgarter-inlaat. Naar de invloed van de inloopconstructies op de werking van voorbezinktanks is in Nederland weinig onderzoek verricht. Een voorlopige conclusie van het nog niet afgesloten Stora-onderzoek naar ronde bezinktanks (project nr. 4.12.) is dat de verhouding tussen de diameters van de trommel en de tank van belang kan zijn.

Engels onderzoek toont aan dat de traditionele inlooptrommel bij ronde tanks sterk kan worden verbeterd door het aanbrengen van verticale sleuven en remschotten [4]. Pöpel [5] geeft aan dat voor rechthoekige tanks de Cliffordinlaat (afb. 5) een goed werkende inloopconstructie is.

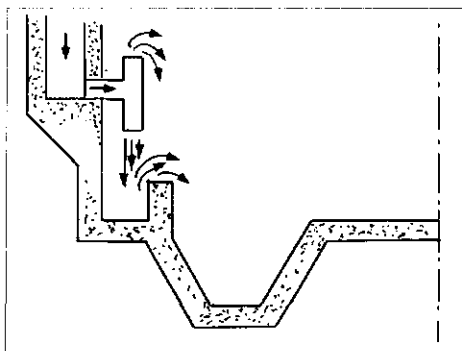
Met dit alles is de noodzaak voor modificatie van inlooptrommels op Nederlandse installaties niet vastgesteld.

Wel mag worden aangenomen dat optimalisatie mogelijk is, waarbij de bevindingen van het genoemde Stora-onderzoek als uitgangspunt kunnen dienen.

#### 3.2. Uitstroomconstructie

De uitstroomconstructie bestaat veelal uit een U-vormige goot voorzien van een eenzijdige of dubbelzijdige overstort met een rechte of gekartelde overstortrand.

De mesbelasting dient volgens Pöpel [5] bij voorkeur niet uit te gaan boven 10-20 m<sup>3</sup>/ (m.h.).



Afb. 5 - Cliffordinlaat, verticale doorsnede [5].

Bij voorbezinktanks, waarin naast primair slib ook humusslib en/of actiefslib wordt teruggehouden, kunnen bij een tweezijdige overstort sleepverliezen ontstaan bij een korte afstand tussen goot en tankwand. Deze afstand dient daarom bij voorkeur groter dan 0,5 m te zijn, terwijl de ruimte tussen duikschot en overstortrand minimaal 0,30 m dient te bedragen.

#### 3.3. Verwijdering van de drijfslaag

De traditionele verwijdering van de drijfslaag op een voorbezinktank door een afstriker aan de loopbrug blijkt vooral bij een groot drijfslaagaanbod dikwijls niet afdoende te functioneren.

Op de rwzi Amsterdam-Zuid wordt momenteel geëxperimenteerd met een gemodificeerde drijfslaagafvoer. De beweegbare drijfslaagafvoerput in de tank wordt per rondgang eenmaal door een beugel aan de loopbrug onder water gedrukt waarbij de drijfslaag in de afvoerput wordt gezogen (afb. 6). Bij het waterschap Regge en Dinkel wordt geëxperimenteerd met een ringleiding aan de buitenzijde van de tank met daarop aangesloten een 4-tal verstelbare zuigpunten, die de drijfslaag van het oppervlak verwijderen.

Op enkele installaties in Zuid-Duitsland wordt onderzoek uitgevoerd naar een systeem waarbij tussen de middenkolom van de tank en het duikschot in één lijn een drietal drijfslaagafvoerputjes zijn aan-

gebracht, elk met een afzonderlijke pomp. Per rondgang worden de putjes tweemaal gevuld door een scharnierende drijfslaagafstriker, waarna de drijfslaag direct via een gemeenschappelijke leiding wordt afgevoerd.

Het lijkt erop dat voornoemde systemen goed functioneren en zij verdienen daarom nadere aandacht.

#### 3.4. Slibruiming

Voor ronde voorbezinktanks kunnen diverse continue ruimsystemen worden toegepast zoals de spiraalruimer, de jalouzieruimer, slibafzuiging etc.

De spiraalruimer wordt algemeen toegepast en is in de loop der jaren een goede keus gebleken.

Slibafzuiging is bij toepassing in voorbezinktanks minder bedrijfszeker, omdat door het primair slib verstoppingen kunnen optreden.

Voor de ruiming van slib in rechthoekige voorbezinktanks komen zowel continue als discontinue ruimersystemen in aanmerking resp. kettingruimers en schildruimers.

Procestechisch zijn beide systemen toepasbaar, hetgeen met name blijkt uit de jarenlange ervaringen in Engeland [5]. De investeringskosten van kettingruimers zijn echter aanzienlijk hoger dan van schildruimers. De goedkope fabrikaten kettingruimers vergen in de praktijk veel toezicht en onderhoud. Op enkele grote installaties moesten reeds na 7 jaar de aandrijf- en transportkettingen volledig worden vervangen.

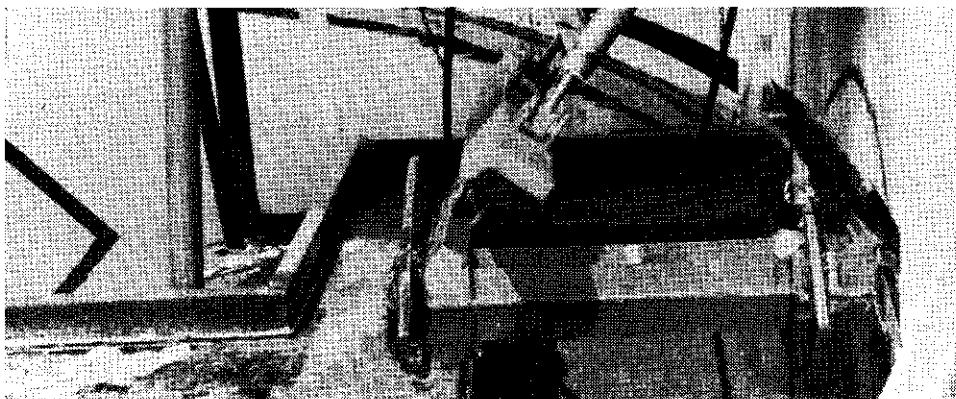
#### 3.5. Slibafvoer

Primair slib is lastig materiaal bij ruimen en verpompen. Normaal dikte het in tot 3 á 5 % drogestof, in uitzonderlijke situaties (zoals bij neerslag) soms tot 8 á 10 %.

Bij ronde voorbezinktanks is het raadzaam extra voorzieningen aan te brengen zoals een gladde kegelwand met ruiming door blad of ketting, spoel en ontstoppingsleidingen, een korte en ruim gedimensioneerde slibzuigleiding etc.

Bij rechthoekige tanks geeft een extra ruim-

Afb. 6 - Verwijdering van de drijfslaag op de voorbezinktank van de rwzi Amsterdam-Zuid.



tionele metingen om een volledig beeld van de werking van voorbezinktanks te geven, laat staan om een verband met ontwerp-criteria te kunnen vaststellen.

Uit gesprekken met diverse beheerders van zuiveringsinstallaties en uit de gedurende vele jaren uitgevoerde bemonsteringen van de Stichting Bedrijfsonderzoek Afvalwaterzuiveringsinstallaties is wel gebleken dat in het algemeen bij droogweerafvoer (dwa) en binnen de grenzen van de in tabel I genoemde ontwerpcriteria, de bezinkbare stoffen vrijwel volledig worden teruggehouden. Wel dient bedacht te worden dat voorbezinktanks op de maximale wateraanvoer (rwa) gedimensioneerd zijn en derhalve bij gemengde rioelstelsels onder dwa-omstandigheden laag belast worden.

Bij rwa blijkt in de praktijk dat het bezinkselvolume in het effluent van sommige voorbezinktanks na 3-4 h kan toenemen tot waarden boven ml/l, vooral bij installaties met 'interne stromen' zoals surplusslib, overloopwater van slibgistingstanks, indikers etc.

Een duidelijk beeld van de omvang van dit verschijnsel en de werkelijke oorzaak van de stijging van het bezinkselvolume ontbreekt.

### 2.3.2. Onopgeloste stoffen

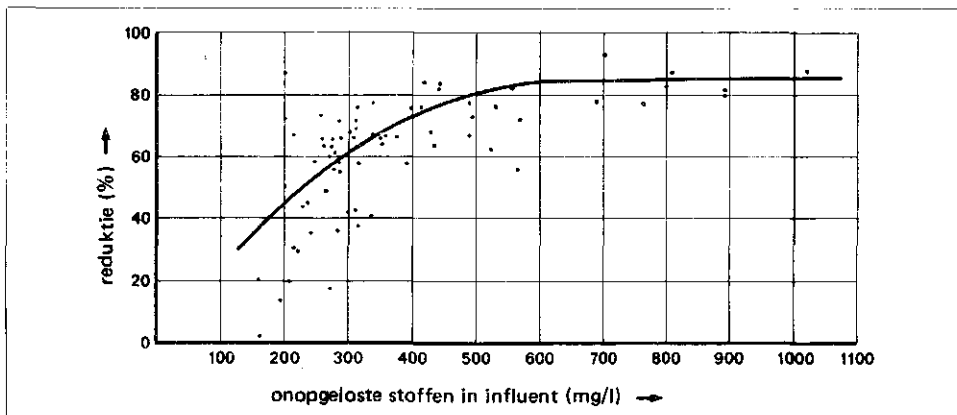
Huishoudelijk afvalwater bevat gemiddeld ca. 900 mg/l onopgeloste stoffen, waarvan volgens Koot [1] ca. 2/3 door voorbezinking kan worden verwijderd.

Engelse onderzoekers [4] kwamen na uitvoerige onderzoeken bij een groot aantal installaties eveneens tot de conclusie, dat gemiddeld ca. 60 % van de onopgeloste stoffen in de voorbezinktank wordt verwijderd. Zij vonden geen eenduidig verband tussen het verwijderingspercentage en de hydraulische parameters.

Bradley [3] meende wel een verband tussen de beginconcentratie aan onopgeloste stoffen, de drogestofbelasting en de verwijderingspercentages aan zijn meetresultaten te kunnen ontleen. In afb. 2 en afb. 3 zijn de door hem gevonden resultaten weergegeven. Het is echter niet zeker, dat tijdens zijn onderzoek de verhouding tussen bezinkbare en niet-bezinkbare onopgeloste stoffen constant is gebleven.

Toch verdient het aanbeveling om op grond van de ervaringen van Bradley nader te onderzoeken of met andere criteria, zoals de drogestofbelasting, meer inzicht in de werking van de voorbezinktank en greep op de dimensionering kan worden verkregen. In dit verband kan tevens het ontwerpen van voorbezinktanks op rwa-basis kritisch worden bezien.

Een tijdelijk lager rendement bij rwa kan mogelijk door het biologisch deel worden opgevangen.



Afb. 2 - Invloed van de concentratie onopgeloste stoffen in het influent op de reductie in de voorbezinktank [3].

Hier tegenover staan voordelen als besparing op investeringen, grondoppervlak en minder kosten voor de bestrijding van geuremissie.

### 2.3.3. CZV en BZV

Evenals bij de onopgeloste stoffen zal de CZV- en BZV-reductie in de voorbezinktank in sterke mate afhangen van de samenstelling van het afvalwater.

Ter illustratie hiervan zijn in afb. 4 de bedrijfsresultaten weergegeven van een tweetal Nederlandse voorbezinktanks bij verschillende hydraulische belasting (dwa en rwa). Beide voorbezinktanks zijn rond en volgens ongeveer dezelfde grondslagen gedimensioneerd.

In het algemeen worden de bezinkbare stoffen door beide tanks in voldoende mate teruggehouden. Uit afb. 4 kan, binnen de grenzen van de hydraulische belasting (0,5-2,0 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.h) geen duidelijk verband tussen de hydraulische parameters en de CZV- en BZV-reductie worden vastgesteld.

Daar zowel bij hoge als lage hydraulische belastingen schommelingen in de reducties voorkomen, is het aannemelijk dat vooral de samenstelling van het afvalwater hiervan de oorzaak is.

Welke reductie kan nu op grond van

praktijkervaringen globaal worden verwacht? Van een 9-tal Nederlandse zuiveringsinstallaties met voorbezinktanks zijn hiertoe de bedrijfsresultaten verzameld. De resultaten, gebaseerd op proportionele bemonsteringen uitgevoerd in een periode van ca. 1 jaar, zijn in tabel II samengevat. Per installatie zijn de gemiddelde hydraulische belasting, verblijftijd en het aantal onderzochte monsters weergegeven.

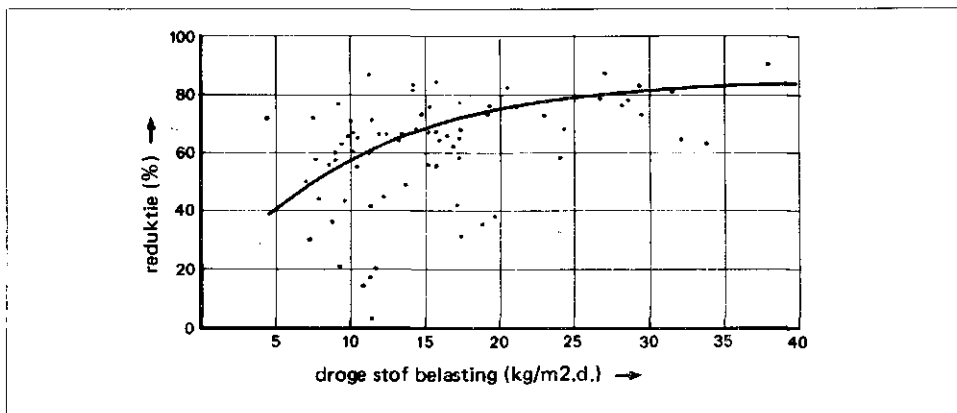
Bij installaties met relatief veel industrieel afvalwater is de gemiddelde CZV- en BZV-reductie resp. 28 % en 27 %. Wordt overwegend huishoudelijk afvalwater aangevoerd dan bedraagt de gemiddelde BZV-reductie zelfs 43 %, hetgeen uitsteekt boven de algemeen aanvaardbare norm van 35 %. Onderzoek naar de bedrijfsresultaten van Engelse installaties [4] geeft gemiddeld een BZV-reductie van ca. 40 %.

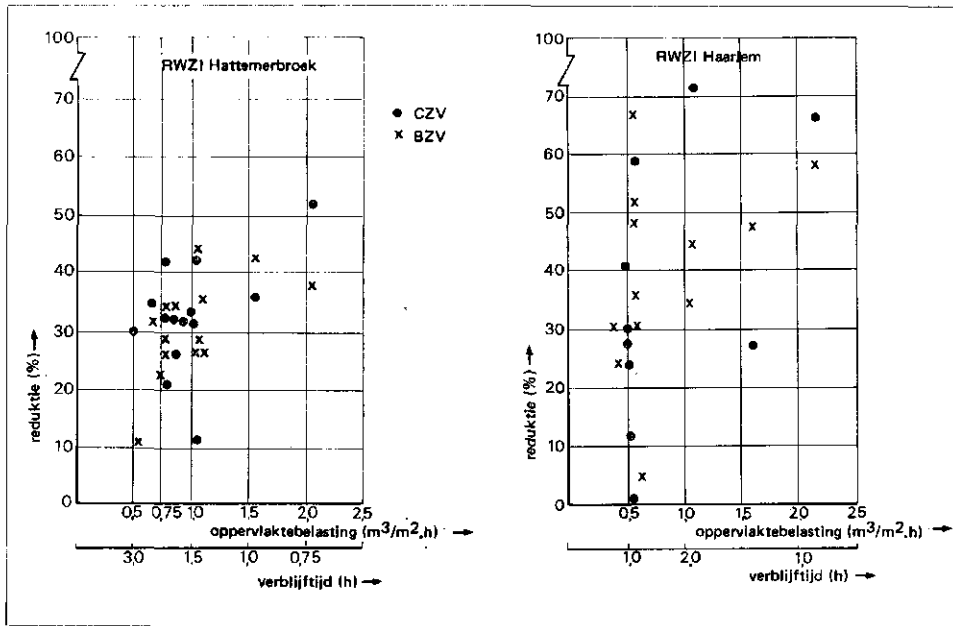
Bij een mengsel van huishoudelijk en industrieel afvalwater lijkt een BZV-reductie van 35 % een norm om minimaal vanuit te gaan.

### 2.3.4. Stikstof en fosfaat

Naast het CZV en BZV zijn stikstof en fosfaat belangrijke elementen bij het ont-

Afb. 3 - Invloed van de drogestofbelasting op de reductie van onopgeloste stoffen in de voorbezinktank [3].





Afb. 4 - CZV- en BZV-reductie versus hydraulische parameters.

werpen en bedrijven van het biologisch deel van de zuiveringsinstallatie.

Doorgaans wordt uitgegaan van een stikstof- en fosfaatreductie in de voorbezinktank van 10-15 %.

In tabel III zijn van een 8-tal Nederlandse voorbezinktanks de bedrijfsresultaten over een periode van één of meerdere jaren weergegeven.

Interne stromen zoals overloopwater van indickers, slibgistingstanks, filtraat van slibontwatering etc. kunnen de opgeloste stikstof- en fosfaatconcentratie aanzienlijk verhogen. De resultaten in tabel III zijn hiervoor gecorrigeerd.

De stikstof- en fosfaatreductie blijkt onderling nogal sterk te verschillen. Een stikstofreductie van 5-10 % zal voor de meeste installaties tamelijk dicht bij de werkelijkheid aansluiten.

Bij een aantal grote installaties blijkt een fosfaatreductie van 20-30 % mogelijk te zijn.

TABEL II - CZV- en BZV-reductie door voorbezinking.

rwzi	reductie gemiddelde		opp.belast. m <sup>3</sup> / (m <sup>2</sup> .h)	gem. verblijftijd h
	CZV %	BZV %		
Hattenerbroek	30	29*	0,6 - 1,0	1 - 2
Waalwijk	—	50	0,6 - 1,0	2 - 3
Haarlem (WP)	36	44	0,5 - 1,0	2 - 4
Amersfoort	24	29*	1,0 - 1,5	1 - 2
Oss	25	27*	2,5	1 - 2
Goor	—	37	0,5	3 - 4
Oldenzaal	—	37	0,5	2 - 3
Hengelo	—	45	0,6	2 - 3
Breda	23	22*	1,2	2 - 3
gemiddeld	28	36		

\* Plaatsen met relatief veel industrieel afvalwater dat weinig of geen primair slib bevat.

#### 2.4. Verhoging van het rendement door chemicaliën

Het verhogen van het rendement van de voorbezinktank door het doseren van chemicaliën kan onder bepaalde omstandigheden zinvol zijn. Hierbij kan men denken aan situaties zoals restheffing na mechanische zuivering, overbelasting van het biologisch deel, etc.

Tot op heden zijn op slechts twee zuiveringsinstallaties verkennende proeven op praktijkschaal uitgevoerd. Het bleek mogelijk bij een dosering van 160 g AVR/m<sup>3</sup> influent, de BZV-verwijdering in de voorbezinktank te verhogen van 50 % naar 70 %. Door het doseren van 5 g polymeer/m<sup>3</sup> influent werd op een andere installatie het BZV-rendement van de voorbezinktank verhoogd van 30 % naar 60 %.

De chemicaliënkosten bedroegen in beide gevallen globaal 5-10 ct/m<sup>3</sup> influent.

#### 2.5. Keus tussen ronde en rechthoekige voorbezinktanks

Bij het maken van een keus tussen een ronde

TABEL III - Stikstof- en fosfaatreductie door voorbezinking.

rwzi	reductie		aantal monsters
	N-kjeldahl (%)	P-totaal (%)	
Hattenerbroek	8,6*	8,4	15
Haarlem (WP)	9,2	—	14
Amersfoort	6,1*	4,9	60
Oss	7 *	21	24
Goor	10	30	24
Oldenzaal	12	—	24
Hengelo	2	31	24
Breda	5 *	34	200

\* Plaatsen met relatief veel industrieel afvalwater dat weinig of geen primair slib bevat.

of rechthoekige voorbezinktank kunnen naast procestechnische aspecten ook de investeringskosten en het beschikbare grondoppervlak een belangrijke rol spelen. Beide typen tanks kunnen procestechnisch alleen zinvol worden vergeleken als sprake is van identieke grondslagen en belasting met afvalwater van gelijke samenstelling. Een dergelijk onderzoek is uitgevoerd in Darlington [4]. Beide voorbezinktanks waren echter laag belast (oppervlaktebelasting 0,85 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.h en verblijftijd 3,5 h). Onder deze omstandigheden was het rendement van de ronde tank enigszins hoger. Vergelijking van de bedrijfsresultaten van een groot aantal ronde en rechthoekige tanks [4], hoewel niet geheel eenduidig in afvalwatersamenstelling, belasting en grondslagen, geeft weinig verschil in werking te zien tussen beide typen tanks. Binnen de normaal gehanteerde ontwerpcriteria lijken beide typen tanks elkaar procestechnisch weinig te ontlopen.

Met rechthoekige voorbezinktanks kan echter de beschikbare ruimte effectiever worden benut en zal het repeterend element bij aansluiting op rechthoekige beluchtingsruimten kostenbesparend werken. Aan de andere kant zullen bij rechthoekige voorbezinktanks de kosten van het slibruimersysteem, vooral bij toepassing van kettingruimers, aanzienlijk hoger zijn dan bij ronde voorbezinktanks.

#### 2.6. Primair slibaanvoer

Volgens Imhoff bedraagt de aanvoer van primair slib bij huishoudelijk afvalwater 40 g drogestof/(i.e.d.) [6].

Over de werkelijk aanvoer van primair slib op Nederlandse installaties was tot voor kort betrekkelijk weinig cijfermateriaal voorhanden.

Daarom heeft de NVA in de periode 1970-1974 een enquête gehouden onder beheerders van zuiveringsinstallaties in Nederland [7].

De resultaten zijn in tabel IV samengevat.

TABEL IV - Gemiddelde aanvoer van primair slib op Nederlandse zuiveringsinstallaties.

capaciteit rwzi	aanvoer van primair slib * g drogestof/(i.e.d.)
0 - 5.000 i.e.	91
5.000 - 25.000 i.e.	30
25.000 - 100.000 i.e.	22
> 100.000 i.e.	11

\* Gemiddelde van mechanische en oxydatiebedinstallaties; enquêteresultaten gecorrigeerd op de drogestofreductie door anaerobe stabilisatie.

De uitslag van de enquête geeft een grillig beeld dat bovendien nogal sterk afwijkt van de richtlijn van Imhoff. Voor de extreem hoge slibaanvoer bij de kleine installaties heeft men geen verklaring kunnen vinden.

De lage slibaanvoer bij de grotere installaties kan mogelijk deels worden verklaard uit het aandeel industrieel afvalwater en deels uit de mogelijke invloed van lange persleidingen waarin primair slib door rotting in zeer fijne deeltjes kan overgaan die niet in een voorbezinktank worden verwijderd. De aanvoer van primair slib kan bij grotere installaties mogelijk mede onder invloed van persleidingen onderling sterk verschillen.

Op bijvoorbeeld de zuiveringsinstallatie te Amersfoort (180.000 i.e., korte persleidingen) en Breda (300.000 i.e., lange persleidingen) bedraagt de aanvoer van primair slib 39 en 25 g drogestof/(i.e.d.).

Uit het beschikbaar cijfermateriaal van de NVA is wel de tendens waarneembaar dat de richtlijn van Imhoff (40 g drogestof/i.e.d.) aan de hoge kant is voor Nederlandse omstandigheden en in veel gevallen 20-30 % lager zal liggen.

### 3. Uitvoeringsaspecten

#### 3.1. Inloopconstructie

De ronde voorbezinktank is traditioneel uitgerust met een cilindervormige inlooptrommel, die doorgaans 1-1,5 m onder water steekt en een doorsnede heeft van 10-15 % van de tankdiameter.

Bij rechthoekige tanks komen diverse inloopconstructies voor zoals de Clifford-, Geiger-, Stengel- en Stuttgarter-inlaat. Naar de invloed van de inloopconstructies op de werking van voorbezinktanks is in Nederland weinig onderzoek verricht. Een voorlopige conclusie van het nog niet afgesloten Stora-onderzoek naar ronde bezinktanks (project nr. 4.12.) is dat de verhouding tussen de diameters van de trommel en de tank van belang kan zijn.

Engels onderzoek toont aan dat de traditionele inlooptrommel bij ronde tanks sterk kan worden verbeterd door het aanbrengen van verticale sleuven en remschotten [4]. Pöpel [5] geeft aan dat voor rechthoekige tanks de Cliffordinlaat (afb. 5) een goed werkende inloopconstructie is.

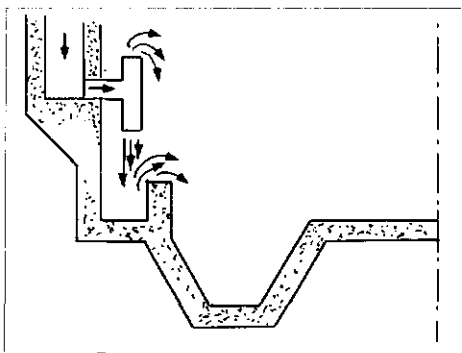
Met dit alles is de noodzaak voor modificatie van inlooptrommels op Nederlandse installaties niet vastgesteld.

Wel mag worden aangenomen dat optimalisatie mogelijk is, waarbij de bevindingen van het genoemde Stora-onderzoek als uitgangspunt kunnen dienen.

#### 3.2. Uitstroomconstructie

De uitstroomconstructie bestaat veelal uit een U-vormige goot voorzien van een eenzijdige of dubbelzijdige overstort met een rechte of gekartelde overstortrand.

De mesbelasting dient volgens Pöpel [5] bij voorkeur niet uit te gaan boven 10-20 m<sup>3</sup>/ (m.h.).



Afb. 5 - Cliffordinlaat, verticale doorsnede [5].

Bij voorbezinktanks, waarin naast primair slib ook humusslib en/of actiefslib wordt teruggehouden, kunnen bij een tweezijdige overstort sleepverliezen ontstaan bij een korte afstand tussen goot en tankwand. Deze afstand dient daarom bij voorkeur groter dan 0,5 m te zijn, terwijl de ruimte tussen duikschot en overstortrand minimaal 0,30 m dient te bedragen.

#### 3.3. Verwijdering van de drijfslaag

De traditionele verwijdering van de drijfslaag op een voorbezinktank door een afstriker aan de loopbrug blijkt vooral bij een groot drijfslaagaanbod dikwijls niet afdoende te functioneren.

Op de rwzi Amsterdam-Zuid wordt momenteel geëxperimenteerd met een gemodificeerde drijfslaagafvoer. De beweegbare drijfslaagafvoerput in de tank wordt per rondgang eenmaal door een beugel aan de loopbrug onder water gedrukt waarbij de drijfslaag in de afvoerput wordt gezogen (afb. 6). Bij het waterschap Regge en Dinkel wordt geëxperimenteerd met een ringleiding aan de buitenzijde van de tank met daarop aangesloten een 4-tal verstelbare zuigpunten, die de drijfslaag van het oppervlak verwijderen.

Op enkele installaties in Zuid-Duitsland wordt onderzoek uitgevoerd naar een systeem waarbij tussen de middenkolom van de tank en het duikschot in één lijn een drietal drijfslaagafvoerputjes zijn aan-

gebracht, elk met een afzonderlijke pomp. Per rondgang worden de putjes tweemaal gevuld door een scharnierende drijfslaagafstriker, waarna de drijfslaag direct via een gemeenschappelijke leiding wordt afgevoerd.

Het lijkt erop dat voornoemde systemen goed functioneren en zij verdienen daarom nadere aandacht.

#### 3.4. Slibruiming

Voor ronde voorbezinktanks kunnen diverse continue ruimsystemen worden toegepast zoals de spiraalruimer, de jalouzieruimer, slibafzuiging etc.

De spiraalruimer wordt algemeen toegepast en is in de loop der jaren een goede keus gebleken.

Slibafzuiging is bij toepassing in voorbezinktanks minder bedrijfszeker, omdat door het primair slib verstoppingen kunnen optreden.

Voor de ruiming van slib in rechthoekige voorbezinktanks komen zowel continue als discontinue ruimersystemen in aanmerking resp. kettingruimers en schildruimers.

Procestechisch zijn beide systemen toepasbaar, hetgeen met name blijkt uit de jarenlange ervaringen in Engeland [5]. De investeringskosten van kettingruimers zijn echter aanzienlijk hoger dan van schildruimers.

De goedkope fabrikaten kettingruimers vergen in de praktijk veel toezicht en onderhoud. Op enkele grote installaties moesten reeds na 7 jaar de aandrijf- en transportkettingen volledig worden vervangen.

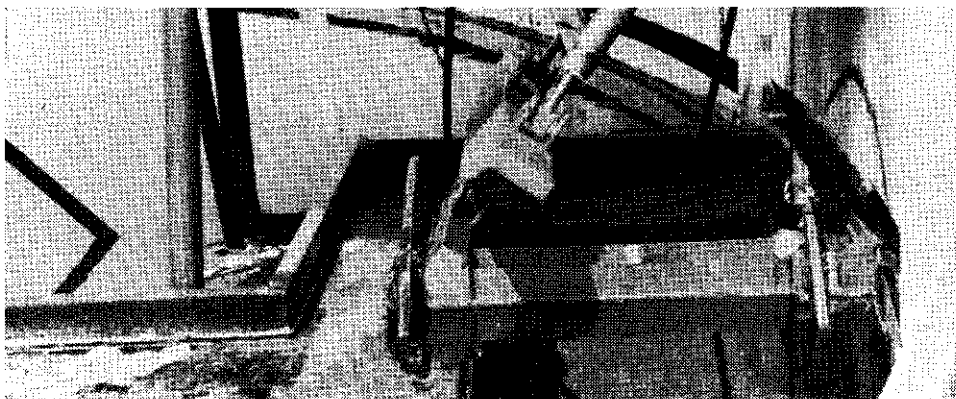
#### 3.5. Slibafvoer

Primair slib is lastig materiaal bij ruimen en verpompen. Normaal dikte het in tot 3 á 5 % drogestof, in uitzonderlijke situaties (zoals bij neerslag) soms tot 8 á 10 %.

Bij ronde voorbezinktanks is het raadzaam extra voorzieningen aan te brengen zoals een gladde kegelwand met ruiming door blad of ketting, spoel en ontstoppingsleidingen, een korte en ruim gedimensioneerde slibzuigleiding etc.

Bij rechthoekige tanks geeft een extra ruim-

Afb. 6 - Verwijdering van de drijfslaag op de voorbezinktank van de rwzi Amsterdam-Zuid.



systeem in de slibzak meer bedrijfszekerheid.

Op grotere installaties is voor het bedrijven van de primair slibpompen inschakeling op tijd en uitschakeling op concentratiemeting in de zuigleiding buiten de tank een betrouwbaar systeem.

#### 4. Materiaalkeuze

De aantasting van metaal en beton bij voorbezinktanks brengt op sommige installaties ernstige problemen met zich mee. Dit kan voor een deel worden voorkomen door in de ontwerpfase een materiaal-deskundige in te schakelen en deze te informeren over de samenstelling van het betreffende afvalwater (zware metalen, H<sub>2</sub>S, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, pH etc.).

De materiaalkeuze kan dan op deze gegevens worden afgestemd. Algemeen wordt erkend dat boven de waterlijn aluminium, gecoat staal, roestvaststaal en beton mogen worden toegepast.

Vanwege de corrosiebestendigheid en het geringe onderhoud verdient in het algemeen aluminium de voorkeur. Door de enigszins hogere prijs wordt roestvaststaal bij voorbezinktanks weinig toegepast, hoewel de risico's en ook het onderhoud dan minimaal zijn.

Bij aanwezigheid van zware metalen in het afvalwater mag onder de waterlijn geen aluminium zonder coating worden toegepast, terwijl bij een lage pH en een hoog chloridegehalte roestvaststaal ook gecoat of kathodisch beschermd dient te worden. Coating kan afdoende zijn, maar soms heeft men te maken met slechte coatingtechnieken, laswerk na het coaten, toepassing van ongelijksoortige en niet-gecoate bevestigingsmiddelen en zwerfstromen.

Een nauwgezet toezicht bij de applicatie van de coating is daarom noodzakelijk.

Voor afvoergoten staan de laatste tijd polyester en het nog goedkopere polyesterbeton in de belangstelling.

De praktijkervaringen hiermee zijn echter nog beperkt.

#### 5. Bestrijding geuremissie

In het kader van de hinderwet en eventueel de wet op de luchtverontreiniging worden momenteel bijzondere hoge eisen gesteld aan de geuremissie van zuiveringsinstallaties. In deze emissie kan de voorbezinktank een belangrijk aandeel hebben. In Nederland zijn met de bestrijding van geuremissie bij voorbezinktanks nog vrijwel geen ervaringen opgedaan. Wel is in Stora-verband een studie over dit probleem bijna afgerond. Als bestrijdingsmaatregelen komen in principe in aanmerking: het afdekken van inloop- en uitloopconstructies, verdrinken

van uitstroomgoten, recirculatie van effluent en afdekken plus kunstmatige ventilatie met luchtbehandeling door atmosferische verdunning, gaswassing, bodemfiltratie, actiefkoolfiltratie etc.

Bij afdekken zijn beschermingsmaatregelen tegen beton- en metaalcorrosie noodzakelijk.

#### 6. Samenvatting en conclusies

De tijd van de Imhofftanks is voorbij.

De moderne voorbezinktank met mechanische slibruiming is nu meestal een belangrijke schakel in het zuiveringsproces.

Door de sterk wisselende samenstelling van het afvalwater en het optreden van flocculatie is het bezinkproces in de voorbezinktank vooraansnog met een wiskundig model niet nauwkeurig te beschrijven. Bij het voorspellen van de werking van de voorbezinktank is men daarom hoofdzakelijk aangewezen op praktijkervaringen. Van de voorbezinktank mag het verwijderen van bezinkbare stoffen worden verwacht.

Over de mate waarin bezinkbare stoffen worden verwijderd bestaan, nog afgezien van de bezwaren tegen de bezinksel-volume-bepaling, weinig gegevens gebaseerd op proportionele bemonsteringen.

Globaal gezien verwijderen de meeste voorbezinktanks onder dwa-omstandigheden de bezinkbare stoffen tot ca. 0,1 ml/l. Onder rwa-omstandigheden lopen de resultaten sterk uiteen en kan geen algemeen beeld worden gegeven.

De hoeveelheid bezinkbare stoffen die in de voorbezinktanks wordt achtergehouden ligt in veel gevallen 20-30 % beneden de richtwaarde van Imhoff.

Effecten die gepaard gaan met het verwijderen van bezinkbare stoffen, zoals reductie van de totale hoeveelheid onopgeloste stoffen, CZV, BZV, stikstof en fosfaat zijn van wezenlijk belang voor het zuiveringsproces. Deze effecten worden echter vooral bepaald door de samenstelling van het afvalwater en mogen niet zonder meer aan de werking van de voorbezinktank worden toegerekend.

Voor onopgeloste stoffen mag globaal worden uitgegaan van een reductie van 60-70 %; voor CZV en BZV bedragen deze percentages 30-40 % of hoger indien chemicaliën worden gedoseerd.

De verwijdering van stikstof en fosfaat kan sterk uiteenlopen. Gemiddeld zal een stikstofreductie van 5-10 % gehaald kunnen worden, terwijl bij een aantal grote installaties een fosfaatreductie van 20-30 % haalbaar is gebleken.

Door optimalisatie van de vormgeving (in- en uitloopconstructie, drijfslagverwijdering, slibruiming etc.) kan de werking van de

voorbezinktank mogelijk nog worden verbeterd.

Er bestaan geen duidelijke aanwijzingen dat rechthoekige en ronde tanks onderling sterk in werking zullen verschillen.

Hoewel voorbezinktanks op hydraulische grondslagen worden ontworpen kan geen relatie tussen deze grondslagen en de werking van de voorbezinktank worden vastgesteld.

Engelse onderzoeken geven aanwijzingen dat er wel een relatie tussen de werking en procestechnische grondslagen kan bestaan. Nader onderzoek op dit punt is gewenst, waarbij tevens de dimensionering van de voorbezinktank op rwa-basis kritisch bekeken zou moeten worden.

Indien geen extra voorzieningen worden getroffen kan de voorbezinktank in belangrijke mate bijdragen in de geuremissie van een zuiveringsinstallatie. Met bestrijdingsmaatregelen is in de praktijk nog geen brede ervaring opgedaan.

Door het corrosie-ve milieu speelt de keuze van de materialen bij voorbezinktanks in het algemeen een grote rol. Vooral bij aanwezigheid van zware metalen en bij het afdekken dient hieraan extra aandacht te worden besteed.

Tenslotte gaat mijn dank uit naar de vele beheerders van zuiveringsinstallaties voor het verstrekken van hun waardevolle bedrijfservaringen.

#### Literatuur

1. Koot, A. C. J., *Behandeling van afvalwater*. Delft, Waltman, 1972.
2. Pallasch, O. und Triebel, W., *Lehr und Handbuch der Abwassertechnik Band II*. Berlin-München, Verlag W. Ernst, 1975.
3. Bradley, M., *The operating efficiency of circular Primary Sedimentation Tanks in Brazil and the United Kingdom*. The Public Health Engineer 3 (1975) 1.
4. Institute of Water Pollution Control, *Unit Process: Preliminary Process Manuals of British Practice in Water Pollution Control*. London, The Institute of Water Pollution Control (1973).
5. Pöpel, F. und Weidner, J., *Über einige Einflüsse auf die Klärwirkung von Absetzbecken*. Gas und Wasserfach 104 (1963) 28.
6. Imhoff, *Taschenbuch der Stadtertwässerung*. München, Verlag R. Oldenbourg, (1972).
7. Brouwer, J., *De produktie en afvoer van afvalwaterzuiverings-slib in Nederland, H<sub>2</sub>O 10 (1977) 1*.

