

# Zuivering van afvalwater in één- of tweetrapsinrichtingen

## Inleiding

Wondanks de ruime ervaring die in Nederland is verkregen met de bouw van rioolwaterzuiveringsinrichtingen, is door een aantal oorzaken de keuze van het type inrichting niet eenduidig. De eisen ten aanzien van de effluentwaliteit, de samenstelling of hoedanigheid aan het afvalwater en de lokale omstandigheden bijv. hebben in het verleden steeds een belangrijke rol gespeeld bij deze keuze. Recentere ontwikkelingen in het milieubeheer openen er echter toe andere aspecten in de

minstens 35 % droge stof;

— inrichting, die in relatieve zin niet hoog is in jaarlijkse kosten.

De zuiveringsinrichtingen die op verschillende wijze aan deze eisen kunnen voldoen zijn:

- tweetraps-actiefslibinrichting met slijbgisting (tweetrapsinrichting);
- laag belaste actiefslibinrichting met slijbmineralisatie (carrousel);
- laag belaste actiefslibinrichting met slijbgisting (actiefslibinrichting).

Bovenstaande voorwaarden zullen in paragraaf 4 en 5 nader worden uitgewerkt.

## 3. Zuiveringsinrichtingen

Voor het ontwerpen van de diverse zuiveringsinrichtingen is uitgegaan van:

- een hydraulische capaciteit van 4500 m<sup>3</sup>/h;
  - een vuillast van 150.000 inwonerequivalenten à 54 g BZV/etm.
- De verdeling van de vuillast over huishoudelijke en industriële vervuilers is ongeveer 55 tegen 45 %. Het industriële afvalwater is voor het grootste deel gemakkelijk biologisch te zuiveren.

Het drietal beschouwde typen zuiveringsinrichtingen zal onderstaand in zeer grote lijnen worden besproken. Voor een overzicht van de belangrijkste onderdelen kan worden verwezen naar tabel I.



**IR. A. W. VAN DER VLIES**  
Technisch Adviesbureau van de Unie van Waterschappen BV, Deventer  
Afdeling Milieuhygiëne



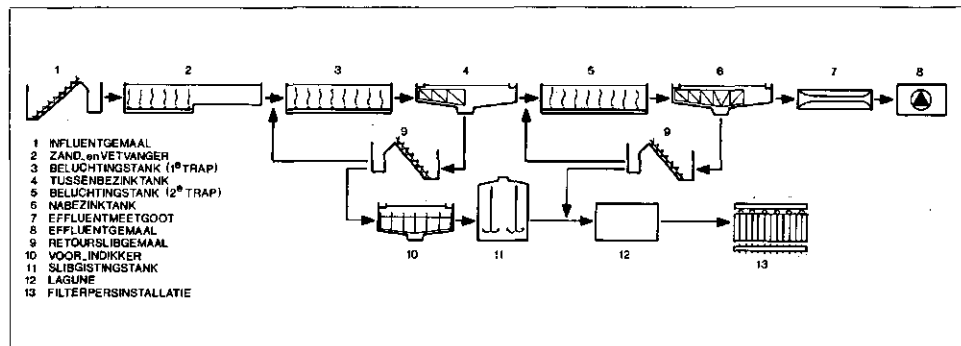
**ING. J. C. VAN WOUDEBERG**  
Technisch Adviesbureau van de Unie van Waterschappen BV, Deventer  
Afdeling Civiele zuiveringstechniek



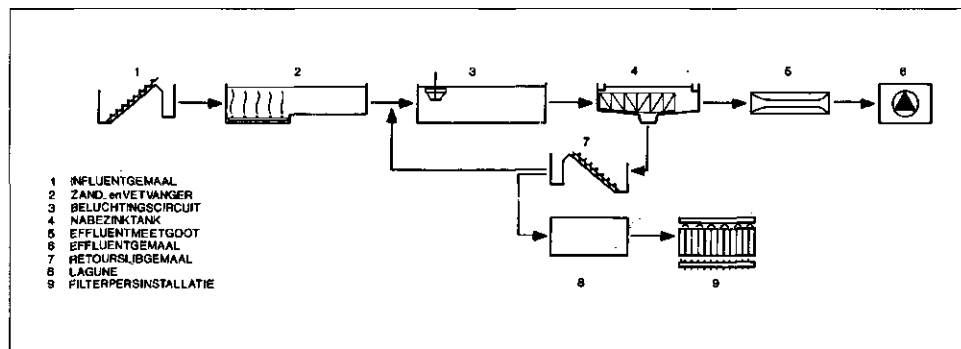
**DRS B. DUBBELD**  
Technisch Adviesbureau van de Unie van Waterschappen BV, Deventer  
Afdeling Financiën

Alhoewel over het type hoog belast oxydatiebed — laag belast actiefslibinrichting aanvankelijk wel is gesproken, is dit uiteindelijk niet in deze vergelijking opgenomen.

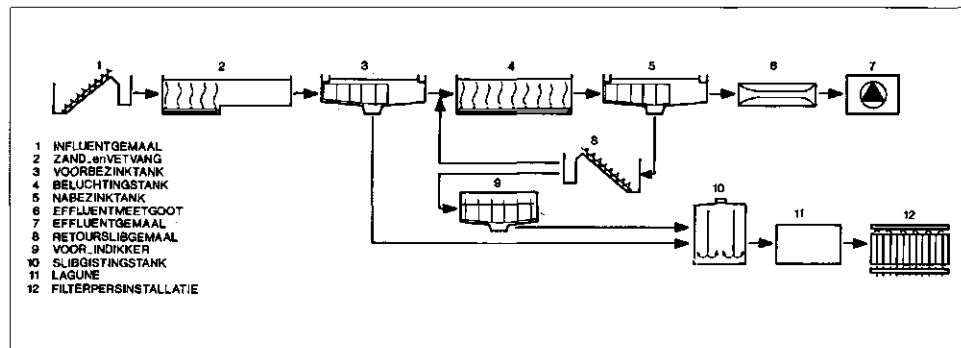
Afb. 1 - Processchema tweetrapsinrichting.



Afb. 2 - Processchema carrousel.



Afb. 3 - Processchema actiefslibinrichting.



beschouwing te betrekken. Hiertoe behoren de eigenschappen van en de afzetmogelijkheden voor het geproduceerde slijb, stankverlast, geluidhinder en energiekosten. De rekening houdend met deze gezichtspunten het zinvol vooraf diverse typen zuiveringsinrichtingen met elkaar te vergelijken. In deze publicatie worden de resultaten beschreven van een vergelijking van een drietal typen zuiveringsinrichtingen. Deze vergelijking werd gemaakt in het kader van een studie die werd uitgevoerd teneinde een verantwoorde type-keuze te maken voor een inrichting die het afvalwater van een bepaalde zuiveringsregio zal moeten verwerken.

## Voorwaarden

De voorwaarden die aan het te kiezen type inrichting worden gesteld, zijn:

- goede kwaliteit van het effluent;
- flexibel ten aanzien van pieklozingen;
- geringe belasting met betrekking tot het milieu, met name wat betreft geluidhinder en stankoverlast;
- goede ontwateringseigenschappen van het slijb i.c. een slijbontwatering tot

TABEL I - Overzicht belangrijkste onderdelen zuiveringsinrichtingen.

Onderdeel	Tweetrapsinrichting	Carrousel	Actiefslibinrichting
influentgemaal	2 vijzels 2250/1125 m <sup>3</sup> /h	2 vijzels 2250/1125 m <sup>3</sup> /h	2 vijzels 2250/1125 m <sup>3</sup> /h
roostervuilinstallatie	2 fijnroosters	2 fijnroosters	2 fijnroosters
vetvanger	2 beluchte vetvangers 1 x b x d = 15 m x 1,8 m x 3,5 m	2 beluchte vetvangers 1 x b x d = 15 m x 1,8 m x 3,5 m	2 beluchte vetvangers 1 x b x d = 15 m x 1,8 m x 3,5 m
zandvanger	2 groot zandvangers 1 x b x d = 31 m x 1,8 m x 1,6 m	2 groot zandvangers 1 x b x d = 31 m x 1,8 m x 1,6 m	2 groot zandvangers 1 x b x d = 31 m x 1,8 m x 1,6 m
voorbezinktank	—	—	1 x Ø 41 m, kantdiepte 2 m
beluchtingstank (1e trap)	2 x 850 m <sup>3</sup> bel. cap. 8100 kg O <sub>2</sub> /etm.	—	—
tussenbezinktank	2 x Ø 44 m, kantdiepte 2,5 m	—	—
retourslibgemaal (1e trap)	2 vijzels 1600/800 m <sup>3</sup> /h	—	—
beluchtingstank (2e trap)	2 x 2430 m <sup>3</sup> bel. cap. 7300 kg O <sub>2</sub> /etm.	—	—
beluchtingstank	—	2 x 13.500 m <sup>3</sup> bel. cap. 20.000 kg O <sub>2</sub> /etm.	2 x 3.875 m <sup>3</sup> bel. cap. 12.500 kg O <sub>2</sub> /etm.
nabezinktank	4 x Ø 44 m, kantdiepte 2,5 m	4 x Ø 44 m, kantdiepte 2,5 m	4 x Ø 44 m, kantdiepte 2,5 m
retourslibgemaal	4 vijzels 800/400 m <sup>3</sup> /h	4 vijzels 800/400 m <sup>3</sup> /h	4 vijzels 800/400 m <sup>3</sup> /h
effluentmeetgoot	1 meetgoot 0-4500 m <sup>3</sup> /h	1 meetgoot 0-4500 m <sup>3</sup> /h	1 meetgoot 0-4500 m <sup>3</sup> /h
effluentgemaal	2 (+1) pompen, bij samenloop 4500 m <sup>3</sup> /h	2 (+1) pompen, bij samenloop 4500 m <sup>3</sup> /h	2 (+1) pompen, bij samenloop 4500 m <sup>3</sup> /h
indikker (slib 1e trap)	2 x Ø 12 m, kantdiepte 3 m	—	—
indikker (sec. slib)	—	—	1 x Ø 13,5 m, kantdiepte 3 m
ingedikt slibgemaal	2 x 20 m <sup>3</sup> /h	—	—
primaair slibgemaal	—	—	2 x 20 m <sup>3</sup> /h
gemengd slibgemaal	—	—	2 x 25 m <sup>3</sup> /h
slibgistingstank met bijbehorende apparatuur	2 x 1550 m <sup>3</sup>	—	2 x 2300 m <sup>3</sup>
gashouder	1 x 1000 m <sup>3</sup>	—	1 x 1000 m <sup>3</sup>
slibindiklagunes	5000 m <sup>3</sup>	5000 m <sup>3</sup>	5000 m <sup>3</sup>
filterpersinstallatie met bijbehorende apparatuur	2 x 3,5 m <sup>3</sup>	2 x 5 m <sup>3</sup>	2 x 3,5 m <sup>3</sup>
koektransport	3 x 5 t/h	3 x 7,5 t/h	3 x 5 t/h
koekopslag	1 x 35 m <sup>3</sup>	1 x 40 m <sup>3</sup>	1 x 35 m <sup>3</sup>

In de afbeeldingen 1 t/m 3 is het proces-schema van de diverse zuiveringsinrichtingen in grote lijnen weergegeven.

### 3.1. Tweetraps-zuiveringsinrichting

Het afvalwater ondergaat allereerst een gedeeltelijke mechanische zuivering door de verwijdering van de grove delen uit het afvalwater en van de in het afvalwater aanwezige vet- en zanddeeltjes. Vervolgens wordt het afvalwater direct, dus zonder voorbezinking, geleid in de eerste trap van de beluchting met een hoge slibbelasting (1,2 kg BZV/kg ds . etm.). Hierdoor worden de bezinkbare en zwevende bestanddelen alsmede een gedeelte van de opgeloste stoffen uit het afvalwater verwijderd. Recirculatie van het actieve slib uit de eerste trap vindt over een tussenbezinking plaats. In de tweede beluchtingstrap krijgt het gedeeltelijk gezuiverde afvalwater een nabehandeling (slibbelasting 0,1 kg BZV/kg ds . etm.).

Na passage van een nabezinktank kan het verkregen effluent op oppervlaktewater worden geloosd. Het surplusslib afkomstig uit de eerste beluchtingstrap wordt, na indikking in een voorindikker, gestabiliseerd in een gistingstank; het surplusslib afkomstig uit de tweede beluchtingstrap is reeds aeroob gemineraliseerd. Zowel het uitgestige slib als het aeroob gemineraliseerd slib worden naar een slib-indiklagune afgevoerd. Na indikking c.q. opslag hierin wordt het slib

ontwaterd met behulp van filterpersen.

Naar de huidige opvattingen zal de slibkoek worden gestort.

### 3.2. Carrousel

In tegenstelling tot de tweetraps-zuiveringsinrichting vindt in de carrousel, zoals bekend, de biologische zuivering van het afvalwater plaats in één beluchtingstrap (slibbelasting 0,075 kg BZV/kg ds . etm.). Het slib wordt langs aerobe weg gemineraliseerd. Dit aeroob gemineraliseerde surplus-slib wordt ook bij dit systeem ingedikt en opgeslagen in een sliblagune van waaruit het met behulp van filterpersen dient te worden ontwaterd (zie ook 4.2.), waarna de slibkoek zal worden gestort.

### 3.3. Actiefslibinrichting

Ook in dit systeem vindt de biologische zuivering van het afvalwater plaats in slechts één beluchtingsfase. Deze fase wordt echter voorafgegaan door voorbezinking, waardoor het grootste gedeelte van de in het afvalwater aanwezige bezinkbare stoffen wordt afgescheiden. Het primaire slib uit de voorbezinking en het in een indikker ingedikte secundaire slib worden als mengslib gestabiliseerd in een gistingstank. Na indikking c.q. opslag in een lagune wordt het slib ontwaterd met behulp van filterpersen. De slibkoek zal eveneens worden gestort.

## 4. Uitwerking voorwaarden

Onderstaand zullen aan de hand van de in paragraaf 2 genoemde voorwaarden de typen zuiveringsinrichtingen met elkaar worden vergeleken, behoudens de jaarlijkse kosten welke in paragraaf 5 nader worden beschouwd.

### 4.1. Kwaliteit effluent

#### BZV-reductie

De BZV-reductie die in de verschillende typen zuiveringsinrichtingen wordt verkregen, is ongeveer gelijk.

#### Stikstofomzetting c.q. -verwijdering

Ook de mogelijkheden tot nitrificatie mogen in de drie inrichtingen gelijk van kwaliteit worden geacht. De mogelijkheden van der nitrificatie daarentegen liggen wat gevarieerd en zijn in het laagbelaste actiefslibstelsel het minst gunstig.

#### Defosfatering

In het beheersgebied wordt overwogen om in droge perioden het effluent aan te wenden voor de watervoorziening van bepaalde watergangen. Teneinde het eutrofiërende effect van de effluentlozing tegen te gaan, kan het naast bovengenoemde maatregel tot stikstofverwijdering noodzakelijk zijn dat tot defosfatering moet worden overgegaan.

Defosfatering in een carrousel en in een

éntraps-actiefslibinrichting kan simultaan met de biologische zuivering geschieden. Het resultaat is ongeveer gelijkwaardig te achten. Defosfatering in een tweetrapsinrichting heeft tot voordeel, dat dit simultaan kan plaatsvinden in de tweede trap.

In de praktijk is gebleken dat in de eerste afsluicingstrap reeds ca. 25 % van de totale hoeveelheid fosfaat wordt verwijderd. Ook bij voorbezinking in de actiefslibinrichting vindt, maar dan in mindere mate, een fosfaatverwijdering plaats. De verwijdering van het resterende gedeelte in de tweede zuiveringstrap zal om deze reden minder chemicaliën vereisen en tot een relatief geringere extra slibproductie, die omgevolge van defosfatering optreedt, leiden.

2. Slibverwerking

Voor de situatie in het beheersgebied moet ervan worden uitgegaan dat het geproduceerde slib niet als nat produkt in de landbouw kan worden afgezet. Dit vindt niet zijn oorzaak in de samenstelling van het slib, maar in het feit dat in de desbetreffende regio sprake is van een mestoverschot. Er moet van worden uitgegaan, dat het slib slib minimale vereiste moet worden gestort. Opslag van slib in een stort is mogelijk als er droge stofgehalte van de koek hoger is dan ca. 35 %. Storting op een afzonderlijke slibdump leidt er toe, dat het slib na enkele tot meerdere jaren rijping voor andere doeleinden als zwarte grond of afdek- materiaal beschikbaar is.

Een droge stofgehalte van de slibkoek van 5 % kan alleen met filterpersen worden bereikt. Het slib dient daartoe te worden conditioneerd. Dit kan geschieden met chemicaliën (kalk en ijzer) of door een behandeling bij hoge druk en hoge temperatuur. Een filterpersbedrijf met chemische conditionering kan naar keuze in een één- of meer-ploegendiensten worden gevoerd. Een behandeling onder hoge druk bij hoge temperatuur vereist daarentegen een continuïdient.

Bij de vergelijkingsopzet werd voor chemische conditionering gekozen. Hierbij dient echter te worden aangetekend dat de ervaringen met persen van aeroob gemineraliseerd slib bij toevoeging van chemicaliën soms nog niet zodanig zijn, dat van een optimale methode kan worden gesproken. Wel zou conditionering kunnen geschieden via warmtebehandeling. Bij deze opzet ruisen het rustige en degelijke bedrijf van het zuiveringssysteem (carrousel) en het continu bedrijf van de warmtebehandeling duidelijk tegen elkaar in.

Het slib van beide andere typen inrichtingen kan wel met behulp van een filterpers en een dodelijke chemicaliëndosering tot een koek

van minimaal 35 % droge stof te persen. Op grond van bovenstaande moet worden gesteld, dat uit oogpunt van slibverwerking, gezien tegen de achtergrond van de toe te passen technieken en de personeelsinzet, de inrichtingen met slibgisting de voorkeur hebben boven de carrousel.

4.3. Energie

Het energievraagstuk gaat bij de stijgende energieprijzen in de toekomstige afvalwaterzuivering steeds meer een rol van betekenis spelen. Bezien uit het oogpunt van energieverbruik moet aan een tweetraps- of een laagbelaste actiefslibinrichting de voorkeur worden gegeven boven een carrousel. Hiervoor kan een aantal motieven worden aangegeven.

a. Beluchting door middel van perslucht leidt tot een gunstiger rendement dan beluchting met behulp van oppervlaktebeluchters. Bovendien worden de systemen gekenmerkt door een lager specifiek energieverbruik in de volgorde carrousel, laagbelaste actiefslibinrichting en tweetrapsinrichting.

b. Daarnaast is het van betekenis dat het bij de slibgisting vrijkomende gistinggas kan worden aangewend als energiebron voor verwarming van de inhoud van de slibgistingstanks en voor aandrijving van gasmotoren.

In dit opzicht moet nog worden opgemerkt dat uit praktijkervaringen gebleken is dat de tweetrapsinrichting in verhouding tot de ééntrapsinrichting een hogere gasproductie heeft.

Ten opzichte van de anaerobe stabilisatie, waarbij uiteindelijk energie wordt geleverd, is aerobe slibmineralisatie in energetisch opzicht een onaantrekkelijk proces.

4.4. Flexibiliteit

De flexibiliteit ten aanzien van pieklozingen die door het aandeel van de industrie zijn te verwachten is voor de tweetrapsinrichting en de carrousel ongeveer gelijk en is groter dan bij een laagbelast actiefslibstelsel.

4.5. Belasting met betrekking tot het milieu

**Geluidoverlast**  
Een carrousel wordt uitgerust met puntbeluchters. Voor beide andere inrichtingen kunnen andere beluchtingssystemen worden toegepast, met name persluchtbeluchting. De voorzieningen die moeten worden getroffen om geluidoverlast te voorkomen, zijn bij de carrousel omvangrijker.

**Stankoverlast**  
In zijn algemeenheid dient rekening te worden gehouden met stankbezwaren van

TABEL II - Investeringskosten van de drie alternatief gestelde oplossingen.

	investeringskosten in 10 <sup>3</sup> Dfl		
	tweetrapsinrichting	carrousel	actiefslibinrichting
bouwkundig deel	16.600	16.800	16.000
mechanisch/electrische installatie	15.500	12.400	14.500
totale investering	32.100	29.200	30.500
investering per i.e. (in Dfl)	214	195	203

het aangevoerde afvalwater. Dit is met name het geval, als het afvalwater via lange persleidingen, zoals in deze zuiveringsregio, wordt aangevoerd. Stank kan optreden in vet- en zandvanger alsmede in de voorbezinktanks.

Door de aard van het afvalwater van een aantal aangesloten industrieën wordt een vetvanginstallatie in alle gevallen noodzakelijk geacht. Hierdoor is de stankoverlast bij elk type zuiveringsinrichting hetzelfde. Derhalve zijn de voorzieningen, die zullen moeten worden getroffen om de overlast bij binnenkomst van het afvalwater in de inrichting te beperken c.q. te voorkomen, gelijk.

Een andere bron van stankoverlast is de voorbezinktank. Deze is niet opgenomen in de tweetrapsinrichting en de carrousel, echter wel voor de laagbelaste actiefslibinrichting.

5. Kosten

5.1. Investeringskosten

Om de investeringskosten te berekenen moest voor de drie alternatief gestelde mogelijkheden een aantal aannamen worden gedaan omdat de juiste locatie van de inrichting nog niet bekend is.

In het bijzonder zij vermeld dat de in tabel II opgenomen investeringskosten exclusief een nog niet te ramen p.m.-post zijn. Dit geldt echter voor alle varianten. De investeringkosten zijn gebaseerd op het prijspeil van begin 1979 en zijn berekend inclusief aannemersrisico, directiekosten, btw en renteverliezen tijdens de bouw.

5.2. Uitgangspunten jaarlijkse kosten

De jaarlijkse kosten zijn verdeeld in vaste en variabele kosten. Als basis voor de berekeningen werden de volgende uitgangspunten gekozen.

5.2.1. Vaste kosten

Voor het vaststellen van deze kosten is uitgegaan van:

- een rentevoet van 8,5 %;
- een afschrijving op basis van annuïteit;
- afschrijvingstermijn bouwkundig gedeelte: 40 jaar;

— afschrijvingstermijn mechanisch/  
elektrisch gedeelte: 15 jaar.

### 5.2.2. Variabele kosten

De variabele kosten zijn opgebouwd uit personeelskosten, onderhoudskosten, energiekosten, chemicaliënkosten, kosten van slibafvoer en overige kosten. Deze kosten zijn gebaseerd op het prijspeil van begin 1979.

#### Personeelskosten

Voor alle typen inrichtingen is ervan uitgegaan dat de personeelsbezetting uit 10 personen zal bestaan. Conform de normen van de desbetreffende waterkwaliteitsbeheerder, bedragen de totale jaarkosten hiervoor f 495.000,—.

#### Onderhoudskosten

Voor de onderhoudskosten per jaar is van de gebruikelijke aannamen uitgegaan, te weten:

- voor het bouwkundig gedeelte: 0,5 % van de investering;
- voor het mechanisch/elektrisch gedeelte: 2 % van de investering.

#### Energiekosten

Het totale energieverbruik is geraamd op:

- voor de tweetrapsinrichting: 1,0 kW.h/kg afgebroken BZV;
- voor de carrousel: 1,5 kW.h/kg afgebroken BZV;
- voor de actiefslibinrichting: 1,2 kW.h/kg afgebroken BZV.

De prijs per kW.h is gesteld op f 0,11, een en ander volgens opgave waterkwaliteitsbeheerder.

#### Chemicaliënkosten

Het verbruik aan chemicaliën is gesteld op:

	dosering in % van de droge stof	
	ijzerchloride	kalk
tweetrapsinrichting	3	35
carrousel	7,5	50
actiefslibinrichting	3	30

De prijs van de chemicaliën bedraagt:

- ijzerchloride (40 %): f 300,—/ton.
- kalk: f 145,—/ton.

#### Kosten van slibafvoer

Deze kosten zijn opgebouwd uit transportkosten en stortgelden. De transportkosten zijn gesteld op f 10,—/m<sup>3</sup>, terwijl het stortgeld f 7,50/m<sup>3</sup> bedraagt.

#### Overige kosten

De overige kosten, waaronder kosten van

TABEL III - Berekende jaarlijkse kosten van drie alternatief gestelde mogelijkheden.

	tweetraps- inrichting	carrousel	actiefslib- inrichting
totale jaarlijkse kosten in het eerste jaar in Dfl	5.056.454	4.955.152	4.934.339
vaste kosten *	65,9	60,0	64
variabele kosten *			
— personeelskosten	9,8	10,0	10,0
— onderhoudskosten	7,9	6,8	7,6
— energiekosten	6,2	9,7	7,5
— chemicaliënkosten	3,0	5,7	3,1
— kosten van slibafvoer	2,7	3,3	3,1
— overige kosten	4,5	4,5	4,6
* In % van de totale jaarlijkse kosten.	34,1	40,0	35

monsteranalyse, olie, water, verzekeringen e.d., zijn gesteld op f 1,50/i.e.

### 5.3. Jaarlijkse kosten

Uitgaande van de in 5.2. genoemde uitgangspunten zijn de in tabel III opgenomen jaarlijkse kosten voor het eerste jaar berekend.

### 5.4. Ontwikkeling van het kostenpatroon in de eerstvolgende jaren

De verschillen in de berekende jaarlijkse kosten voor het eerste jaar blijken niet groot te zijn. Daarom is nagegaan hoe deze kosten zich in de tijd zullen gaan ontwikkelen.

Daartoe is met behulp van een computerprogramma een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd, waarbij de netto contante waarde-methode is gehanteerd. In deze analyse

TABEL IV - Prognose stijging jaarlijkse kosten.

prognose kostensoort	stijging jaarlijkse kosten in % per jaar		
	optimis- tische	meest waar- schijnlijke	pessimis- tische
personeel	3	5	7
onderhoud	3	5	7
energie	10	12	14
chemicaliën	5	7	9
slibafvoer	5	7	9
overige kosten	5	7	9

TABEL V - Resultaten gevoeligheidsanalyse.

	tweetraps- inrichting (A)	carrousel (B)	actiefslib- inrichting (C)
<b>optimistische prognose</b>			
contante waarde (jaar 1979) in Dfl	84.717.325	91.381.984	85.496.839
nominale waarde (jaar 1979) in Dfl	5.056.454	4.955.152	4.934.339
nominale waarde (jaar 2018) in Dfl	22.604.470	29.777.168	24.735.447
B.E.P. A ten opzichte van B resp. C (jaar)	—	1983	1991
<b>meest waarschijnlijke prognose</b>			
contante waarde (jaar 1979) in Dfl	102.123.460	114.030.672	104.355.527
nominale waarde (jaar 1979) in Dfl	5.056.454	4.955.152	4.934.339
nominale waarde (jaar 2018) in Dfl	42.761.011	57.660.447	47.234.021
B.E.P. A ten opzichte van B resp. C (jaar)	—	1982	1989
<b>pessimistische prognose</b>			
contante waarde (jaar 1979) in Dfl	129.875.395	150.345.120	134.501.852
nominale waarde (jaar 1979) in Dfl	5.056.454	4.955.152	4.934.339
nominale waarde (jaar 2018) in Dfl	82.990.596	113.161.904	92.075.745
B.E.P. A ten opzichte van B resp. C (jaar)	—	1981	1988

is ten aanzien van de ontwikkeling van de jaarlijkse kosten uitgegaan van een optimistische, een 'meest waarschijnlijke' en een pessimistische prognose (tabel IV).

De resultaten van deze analyse zijn in tabel V weergegeven. Naast de contante waarde (= de som van alle uitgaven over de jaren 1979 - 2018 tegen een discountfactor van 8,5 herleid naar het jaar 1979) zijn de geschatte reële uitgaven (nominale waarde) van de jaren 1979 en 2018 vermeld. Uit de computerberekeningen blijkt dat de geschatte reële uitgaven van de tweetrapsinrichting in de vermelde jaren lager worden dan de uitgaven van de carrousel en actiefslibinrichting (B.E.P. = break even point A ten opzichte van B resp. C).

Het blijkt dat in alle gevallen onafhankelijk van de prognose van de te verwachten stijgingen van de jaarlijkse kosten, de tweetrapsinrichting op de langere termijn gezei de minste jaarlijkse kosten met zich meebrengt. Het break-even point van de geschatte reële uitgaven van deze inrichting ten opzichte van de carrousel en de actiefslibinrichting wordt binnen 5 jaar resp. 13 jaar bereikt.

## 6. Samenvatting en conclusie

In deze publicatie is een drietal typen