

1996-02\_bedrijfstakonderzoek-stankbestrijding

**stowa**

## **Bedrijfstakonderzoek stankbestrijding op rwzi's**

Handleiding voor het vaststellen  
van geuremissies bij rwzi's  
(tweede editie)

96-02

## Bedrijfstakonderzoek stankbestrijding op rwzi's

Handleiding voor het vaststellen  
van geuremissies bij rwzi's  
(tweede editie)

96-02

Publikaties en het publikatieoverzicht  
van de Stowa kunt u uitsluitend  
bestellen bij:  
Hageman Verpakkers BV  
Postbus 281  
2700 AC Zoetermeer  
tel. 079-3611188  
fax 079-3613927  
o.v.v. ISBN- of bestelnummer en  
een duidelijk afleveradres.  
ISBN nr. 90.74476.41.4

	<b>INHOUD</b>	<b>BLAD</b>
1	TEN GELEIDE	3
2	INLEIDING	4
2.1	Het bedrijfstakonderzoek	4
2.2	Methodiek	5
2.3	Het toepassingsgebied	5
2.4	De handleiding	5
3	GEBRUIKSAANWIJZING	6
3.1	Stappenplan	6
3.2	Uitwerking van een voorbeeld	10

#### **BIJLAGEN**

1	OVERWEGINGEN BIJ DE INVULLING EN INTERPRETATIE VAN MATRIX 3
2	EMISSIEMATRIX
3	NOMOGRAMMEN
4	GEURREDUKTIEMAATREGELEN BIJ RWZI'S

## 1 TEN GELEIDE

De Nota Stankbeleid van het ministerie van VROM richt zich op het vaststellen van stanknormen en de wijze waarop deze doorwerken in de ruimtelijke ordening, door voor geur kwaliteitsdoelstellingen te geven die de status van grenswaarden bezitten. Het voldoen aan deze grenswaarden via brongericht beleid houdt een inspanningsverplichting in voor de diverse bedrijfstakken.

In de uit de Nota Stankbeleid voortgekomen NeR (Nederlandse emissie Richtlijnen) zijn regelingen opgenomen ter beoordeling van geuraspecten van inrichtingen. Voor bepaalde "homogene" bedrijfstakken zijn per bedrijfstak aparte regelingen opgenomen, rekeninghoudend met de specifieke situatie van die bedrijfstak.

Communale rwzi's worden gezien als zo'n "homogene" bedrijfstak, waarvoor de geuremissie per bedrijf vergelijkbaar is en waarvoor het mogelijk wordt geacht een standaard pakket aan maatregelen te ontwikkelen om aan de grenswaarden te voldoen. Voor alle partijen betrokken bij de planning en oprichting van rwzi's brengt een dergelijke standaardisatie grote voordelen met zich mee.

In een eerder bedrijfstakonderzoek (STOWA-rapport 94-04) zijn de bij rwzi's geïnventariseerde geuremissies verwerkt tot kentallen voor de geuremissie per rwzi-onderdeel en tot nomogrammen voor de relatie tussen geuremissie en afstand. In snuffelploegonderzoeken zijn deze kentallen en de werking van de nomogrammen getoetst aan de werkelijk ervaren geurhinder.

De Bijzondere Regeling in de NeR geeft richtlijnen voor de berekening, beoordeling en beperking van de geuruitworp van rwzi's. Als basis voor de berekening van de geuruitworp dient de onderhavige handleiding, die gebaseerd is op het voornoemde bedrijfstakonderzoek. De handleiding geeft op eenvoudige en eenduidige wijze aan hoe men de geuremissies van een rwzi vaststelt, evenals de in de omgeving optredende geurconcentraties.

Deze nieuwe (herziene) uitgave van de handleiding vervangt de eerdere editie, die werd uitgebracht als STOWA-rapport 94-05, en sluit aan bij de Bijzondere Regeling in § 3.5/98.8 "Rioolwaterzuiveringsinrichtingen" van de NeR.

De werkzaamheden aan deze nieuwe versie van de handleiding werden door de STOWA opgedragen aan DHV Milieu & Infrastructuur B.V. (projectteam bestaande uit mw.dr. E.E.P. Pinksterboer en mw.ir. P. Romer) en namens de STOWA begeleid door een commissie bestaande uit ir. M.D. Sinke (voorzitter), ing. W.G. Wiessner (secretaris), ir. J. Boschloo, ir. F. Folkertsma, ir. M.W. IJssink, ir. M. Marskamp, ing. H.A.B. Peek en ir. W.G. Werumeus Buning.

Utrecht, april 1996

De directeur van de STOWA

drs. J.F. Noorthoorn van der Kruijff

## 2 INLEIDING

De Bijzondere Regelingen voor geur in de NeR zijn vanaf januari 1996 van kracht. De Bijzondere Regelingen zijn richtinggevend bij het opstellen van vergunningsvoorschriften m.b.t. geur. In bijzondere gevallen kan gemotiveerd van de regelingen worden afgeweken.

De Bijzondere Regeling voor rwzi's omvat de volgende onderdelen:

- een methode om de uitworp en verspreiding van geur te berekenen;
- richtlijnen ter beoordeling van de geurconcentratie;
- een opsomming van gebruikelijke en minder gebruikelijke maatregelen ter vermindering van de geuruitworp;

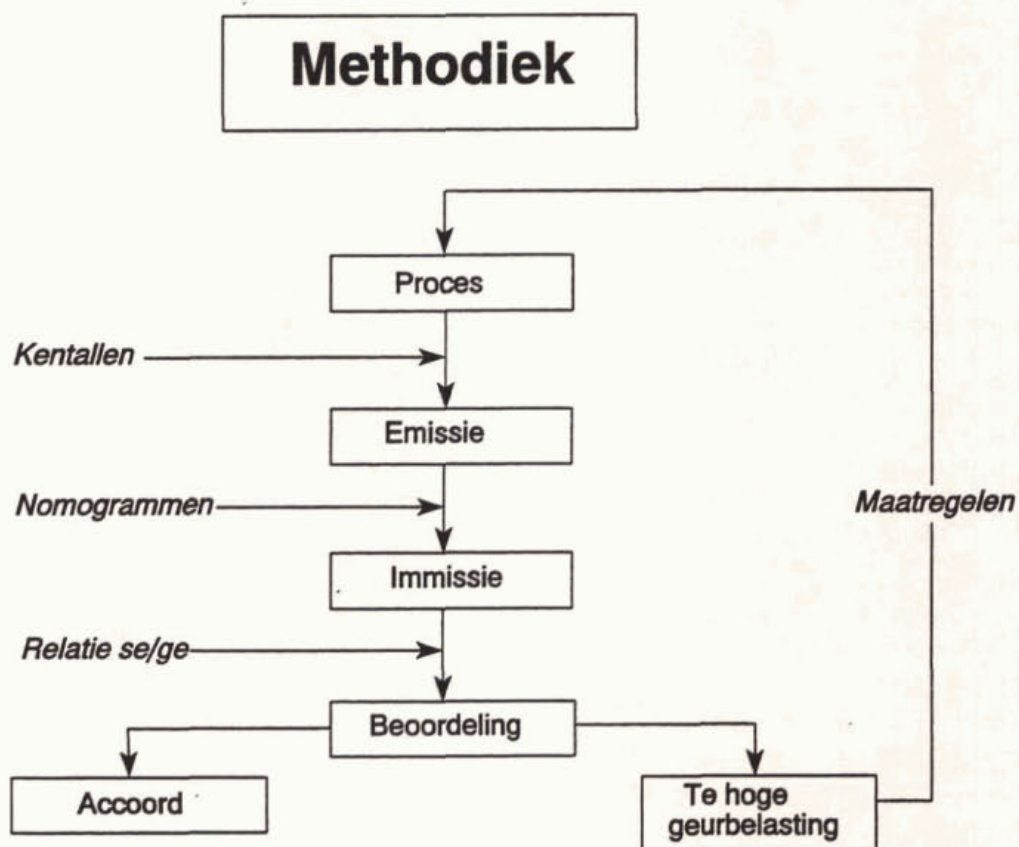
Voor de berekening van de geuruitworp wordt gebruik gemaakt van onderhavige handleiding, die op basis van een bedrijfstakonderzoek in 1994 is opgesteld.

### 2.1 Het bedrijfstakonderzoek

In een separaat gerapporteerd onderzoek is gezocht naar een methodiek om de geuremissies van rwzi's te bepalen. Deze methodiek, schematisch weergegeven in figuur 2.1, is gebaseerd op het vaststellen van de geuremissie van een rwzi aan de hand van het proces, gecombineerd met geuremissiekengetallen. Met behulp van nomogrammen kan de optredende immissieconcentratie worden vastgesteld. De kengetallen die in voornoemd onderzoek zijn vastgesteld komen uit eerder uitgevoerde geuronderzoeken bij rwzi's en daaruit voortvloeiende meetrapporten. Vervolgens zijn de resultaten van de methodiek geverifieerd met behulp van een snuffelploegonderzoek. Tevens zijn maatregelen aangegeven voor de reductie van geuremissies. Het resultaat van deze studie bestaat naast deze handleiding uit het onderzoeksrapport "Bedrijfstakonderzoek stankbestrijding rwzi's; Onderzoeksresultaten" (STOWA-rapport 94-04).

De resultaten van het bedrijfstakonderzoek vormen de basis voor de voorliggende handleiding, die tot doel heeft eenvoudig en relatief snel inzicht te geven in de te verwachten geurbelasting op een willekeurige afstand van een rwzi. De handleiding is bedoeld om de geuremissie, de invloed hiervan op de omgeving en eventueel toe te passen geuremissiebeperkende maatregelen vast te kunnen stellen. De handleiding maakt integraal deel uit van de Bijzondere Regeling voor rwzi's in de NeR.

## 2.2 Methodiek



**Figuur 2.1**

Schematische weergave van de ontwikkeling van de methodiek

## 2.3 Het toepassingsgebied

De toepasbaarheid van de methode wordt bepaald door het feit of de rwzi onder "categorie 1" mag worden gerangschikt. Dit is het geval voor een gangbare communale rwzi. Onder communale rwzi's worden rwzi's verstaan met een influent dat eventueel gedeeltelijk afkomstig is van industrieën, waarbij de geur van het gecombineerde influent niet noemenswaardig afwijkt van die van huishoudelijk afvalwater. Tevens dienen voor de betreffende rwzi kengetallen beschikbaar te zijn voor de relevante procesonderdelen.

## 2.4 De handleiding

Hoofdstuk 3 vormt de gebruiksaanwijzing voor de handleiding die van stap tot stap weergeeft hoe de methodiek moet worden gevolgd. Het gebruik van de handleiding wordt geïllustreerd aan de hand van een voorbeeld.

### 3 GEBRUIKSAANWIJZING

#### 3.1 Stappenplan

In figuur 3.1 zijn de stappen aangegeven die moeten worden doorlopen bij gebruik van de methode. Achtereenvolgens komen aan de orde:

- 0 Uitgangsinformatie
- 1 Behoort de rwzi tot een "Categorie 1" bedrijf ?
- 2 Berekening van de bronsterkte
- 3 Berekening van het geurgewogen zwaartepunt
- 4 Aflezing van het nomogram
- 5 Bepaling van de onnauwkeurigheid
- 6 Beoordeling van het resultaat

Per afzonderlijke stap wordt ingegaan op de te verrichten handelingen.

##### **Stap 0: Uitgangsinformatie**

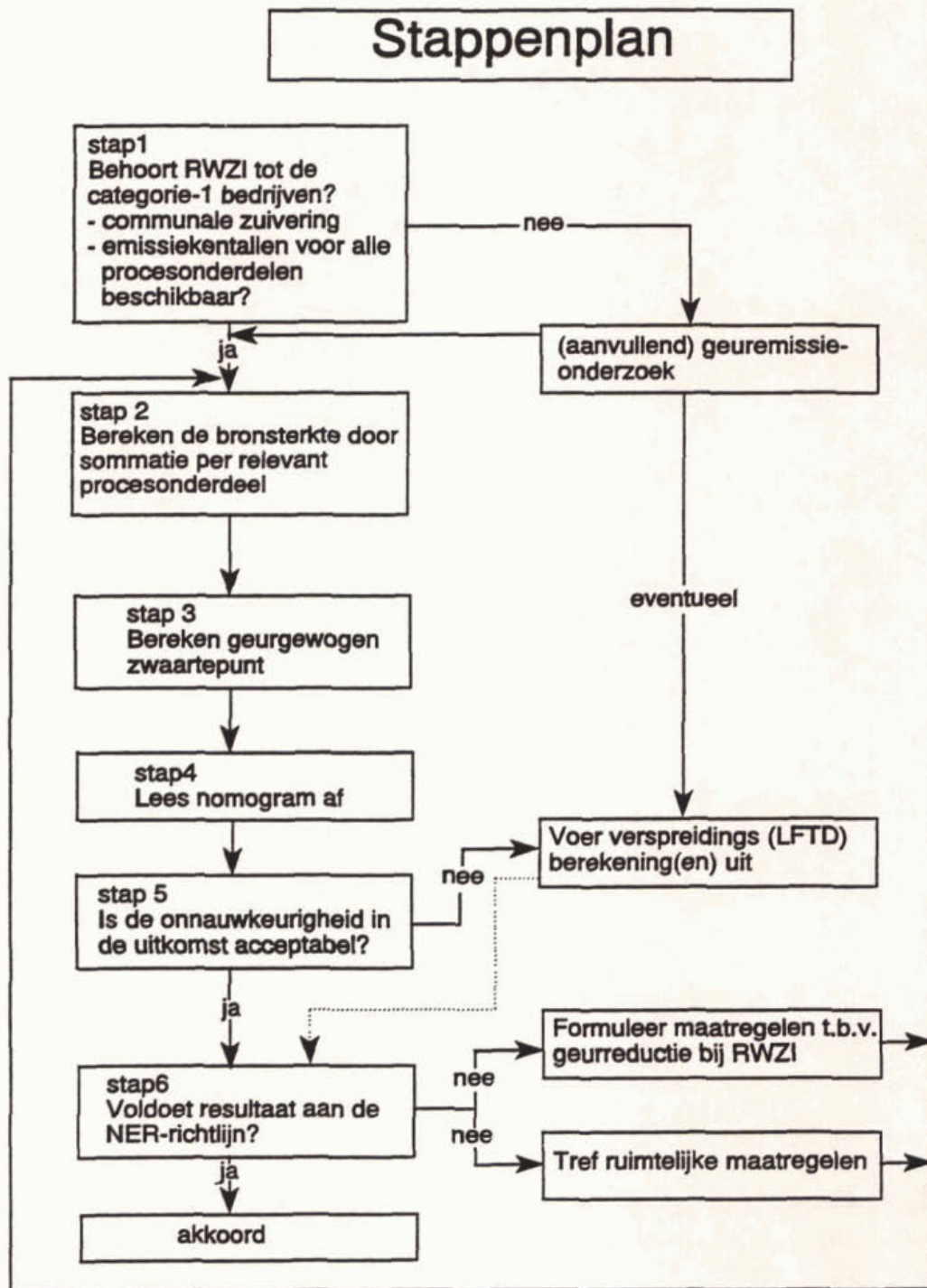
De uitgangsinformatie bestaat uit de wijze van aanvoer (percentage vrij verval), toegepaste procesonderdelen, technische uitvoering en hun relevante afmetingen, slibbelasting e.d. In het algemeen zal deze uitgangsinformatie zijn (worden) opgenomen in een vergunning-aanvraag ingevolge de Wet Milieubeheer.

##### **Stap 1: Beoordeling of de rwzi tot de "categorie 1"-bedrijven behoort**

Dit is het geval wanneer het een gangbare communale rwzi betreft, bestemd voor zuivering van huishoudelijk afvalwater, eventueel met een toevoeging van industrieel afvalwater waarbij de geur van het gecombineerde influent niet noemenswaardig afwijkt van die van huishoudelijk afvalwater en wanneer voor alle relevante procesonderdelen, de technische uitvoering hiervan en de bedrijfsvoering van de rwzi, emissiekengetallen beschikbaar zijn. Voor aanvullende informatie met betrekking tot de toepasbaarheid van de emissiekengetallen zijn de overwegingen uit het onderzoeksrapport in bijlage 1 van de handleiding toegevoegd.

##### **Stap 2: Berekening van de bronsterkte**

Per procesonderdeel wordt de bronsterkte bepaald. Dit gebeurt aan de hand van de emissiematrix in bijlage 2. Voor elk afzonderlijk procesonderdeel wordt de bronsterkte vastgesteld aan de hand van het produkt van het emissiekengetal en het oppervlak of de lengte. De totale bronsterkte wordt vervolgens bepaald uit de sommatie van alle afzonderlijke bronsterkten. Het resultaat hiervan geeft de geuremissie van de gehele rwzi geconcentreerd in één puntbron.



**Figuur 3.1**  
Stappenplan van de methodiek voor het vaststellen van de geurbelasting bij rwzi's



### **Stap 3: Berekening van het geurgewogen zwaartepunt**

De berekende totale geuremissie van de rwzi wordt in het geurgewogen zwaartepunt geconcentreerd. Het geurgewogen zwaartepunt wordt bepaald uit de emissiegewogen middeling van de x- en y-coördinaten van ieder procesonderdeel. Indien de afgezogen lucht van een afgedekt procesonderdeel via een biofilter wordt geëmitteerd, dienen de coördinaten van het biofilter te worden gebruikt ter bepaling van het geurgewogen zwaartepunt. Het geurgewogen zwaartepunt van de rwzi vormt het punt van waaruit de immissieconcentratie wordt berekend. Van alle procesonderdelen wordt de procentuele bijdrage aan de totale geuremissie (= 100%) vastgesteld. Van iedere bron worden de x- en de y-coördinaat vastgesteld. Per bron worden de x-coördinaat en de y-coördinaat vermenigvuldigd met de procentuele bijdrage van hun bron. De som van deze producten geeft de x- en y-coördinaat van het geurgewogen zwaartepunt. Een voorbeeld van deze berekening is uitgewerkt in §3.2 stap 3.

### **Stap 4: Aflezing van het nomogram**

In bijlage 3 zijn de nomogrammen gegeven, waarin de immissieconcentraties van 1, 2, 3 en 7  $\text{ge/m}^3$  als 98-percentielwaarden zijn opgenomen. De nomogrammen zijn voor de emissiebereiken  $0-200 \cdot 10^6 \text{ ge/h}$  en  $0-10^9 \text{ ge/h}$  weergegeven; de afstanden reiken tot 1200 respectievelijk 3000 meter. De nomogrammen zijn gebaseerd op een "worst case" situatie, aangezien de voor het LTFD-model belangrijke invoerparameters ongunstig zijn gekozen: voor klimatologie, windrichting en de landschapsfactor is die waarde gekozen, waarbij de betreffende geurconcentratie het verst verwijderd is van het geurgewogen zwaartepunt.

### **Stap 5: Bepaling van de onnauwkeurigheid**

De onnauwkeurigheid in de methode wordt hoofdzakelijk bepaald door het uitgangspunt van de concentrering van de totale geuremissie in één (geurgewogen) zwaartepunt. De grootte van deze onnauwkeurigheid kan worden bepaald met behulp van figuur B3.3 in bijlage 3. Hierin is de onnauwkeurigheid van de methode weergegeven als functie van de afstand (X) gedeeld door de diameter (D) van de rwzi. Wanneer de onnauwkeurigheid  $\leq 30\%$ , is gebruik van de nomogrammen voor de meeste situaties goed mogelijk.

Voor het overige moet worden bedacht dat ook de onnauwkeurigheid van de bronsterkte c.q. de emissiekengetallen een factor 2-4 bedraagt.

De nomogrammen zijn gepresenteerd als "worst-case" situaties. De mogelijke afwijkingen door de meteo-condities (toegepast is de klimatologie van Eindhoven), de sector (windrichting) en de ruwheidslengte (landschapsfactor) bedraagt voor ieder gemiddeld 10%. Dit betekent dat er afwijkingen ter grootte van 30% kunnen optreden bij bronnen die aan de kust zijn gesitueerd, gerekend in Z-W richting en die gelegen zijn in een stedelijke omgeving.

Wanneer de gebruiker een grotere nauwkeurigheid in het resultaat wilt bereiken, moeten LTFD-berekeningen worden uitgevoerd op basis van zo nauwkeurig mogelijke invoergegevens, dat wil zeggen van alle voorkomende geurbronnen afzonderlijk met hun exacte invoerparameters.

## **Stap 6: Beoordeling van het resultaat**

In het algemeen zal het resultaat worden getoetst aan de Bijzondere Regelingen in de NeR. Wanneer sprake is van een hindersituatie, moet onderzocht worden of maatregelen op de rwzi kunnen worden genomen òf dat ruimtelijke maatregelen mogelijk zijn.

Voor geurreductiemaatregelen wordt verwezen naar de informatie in bijlage 4 en het rapport met de onderzoeksresultaten. Opgemerkt wordt dat het niet in alle gevallen mogelijk is een algemene uitspraak te doen over de meest geschikte geuremissiebeperkende maatregelen. De waterkwaliteitsbeheerder kan, eventueel samen met adviseur en vergunningverlener een passend maatregelenpakket samenstellen. Met behulp van deze handleiding kan het effect van een maatregel worden vastgesteld, en worden bezien of daardoor aan de richtlijnen kan worden voldaan. Het uiteindelijke resultaat zal een beschrijving zijn van een bron situatie en een daarmee samenhangende geuremissie en -immissie situatie, waarbij wordt voldaan aan de luchtkwaliteitseisen die door de vergunningverlener worden gesteld.

## 3.2 Uitwerking van een voorbeeld

### Stap 0: Uitgangsinformatie

De uitgangsinformatie zal veelal bestaan uit een beschrijving van de rwzi, meestal reeds in voldoende mate opgenomen in een (concept) aanvraag ingevolge de Wet Milieubeheer. Hierbij kan sprake zijn van oprichting van een rwzi, wijziging, uitbreiding of totale revisie. Met dit laatste kan ook een vergunningtechnische revisie worden bedoeld. In het algemeen zal bij een ontvankelijke aanvraag voldoende informatie aanwezig zijn om de methode met succes toe te kunnen passen.

Er wordt verondersteld dat de uitgangsinformatie voor de voorbeeld rwzi ontleend is aan een dergelijke aanvraag.

### Stap 1: Behoort rwzi tot de "categorie 1"-bedrijven?

Dit is het geval wanneer de rwzi bestemd is voor de rwzi van huishoudelijk afvalwater, eventueel gemengd met industrieel afvalwater dat niet of nauwelijks bijdraagt in de geurconcentratie, terwijl voor alle relevante procesonderdelen emissiekengetallen zijn.

De tweede voorwaarde behoeft enige toelichting.

In bijlage 2 is de emissiematrix opgenomen voor rwzi's. Hierin zijn de procesonderdelen genoemd waar emissiekengetallen beschikbaar zijn. Wanneer voor bepaalde procesonderdelen geen emissiekengetallen beschikbaar zijn is aanvullend geuronderzoek noodzakelijk om de geuremissie van het betreffende onderdeel bij de gegeven procesomstandigheden vast te stellen. De geuremissie kan worden bepaald door middel van o.a. olfactometrie en snuffelploegmetingen. Hoewel het resultaat van snuffelploegmetingen de beste aansluiting geeft op de resultaten van dit bedrijfstakonderzoek kan in de praktijk ook een olfactometrisch bepaalde emissie als zodanig 1:1 in de berekening volgens het bedrijfstakonderzoek worden ingevoerd. Gezien de ontwikkeling in de olfactometrie kan dit wel tot iets hogere emissiecijfers leiden.

Wanneer niet kan worden voldaan aan een of beide voorwaarde(n) kan de methode niet zonder meer worden toegepast. Extra informatie over de rwzi zal moeten worden verzameld. Dit kan gebeuren met behulp van de gangbare methoden zoals emissiemetingen (eventueel gecombineerd met snuffelploegonderzoek), snuffelploegonderzoek of een hinderenquête.

Hierbij wordt wel met nadruk opgemerkt dat de resultaten van de afzonderlijke emissiemetingen zo mogelijk moeten worden vergeleken met de resultaten van een snuffelploegonderzoek. Hiermee kan de waarneembaarheid van de geur in het veld worden vastgesteld. De ligging van de snuffelcontour moet worden vertaald in de normen waaraan getoetst moet worden (zie stap 4 en verder).

Uit het aan deze handleiding ten grondslag liggende onderzoek is op basis van de beschikbare geuremissiekengetallen een verhouding tussen snuffeleenheden en geureenheden vastgesteld van 1. Wanneer andere geuremissiekengetallen worden gehanteerd, dient tevens de relatie tussen snuffeleenheden en geureenheden te worden vastgesteld.

## Stap 2: Berekening van de bronsterkte

In de voorbeeld rwzi zijn de volgende onderdelen van belang:

- voorbezinktank;
- beluchtingstank;
- nabezinktank;
- na-indikker;
- surplusslibindikker;
- slibbufferbakken.

De voorbeeld rwzi is verder gekenmerkt door 26% vrij verval, puntbeluchting, een slibbelasting van 0,05 kg BZV/kg d.s.d. en de afwezigheid van ijzerdosering. Het betreft hier een nieuw te bouwen rwzi.

De totale bronsterkte van de rwzi kan worden berekend door sommatie van de bronsterkten van de procesonderdelen. Per procesonderdeel wordt de bronsterkte (ge/s) bepaald door het produkt van het kengetal (ge/m<sup>2</sup>.s of ge/m.s) en het oppervlak, respectievelijk de lengte van het procesonderdeel (m<sup>2</sup> of m). In tabel 3.1 is de bronsterkteberekening uitgewerkt.

**Tabel 3.1**  
**Bronsterkte berekening voorbeeld rwzi**

	Oppervlak (m <sup>2</sup> )	Emissiekengetal (ge/m <sup>2</sup> .s)	Emissie (ge/s)
Voorbezinktank	710 lengte 94,5 m	15 (oppervlak) 33 <sup>1)</sup> (overstort)	13769
Beluchtingstank	3740	1.1	4114
Nabezinktank	1590	0.56	890
Na-indikker	95	6.1	580
Surplusslibindikker	95	7.9	750
Slibbufferbakken	200	6.1	1220
Totaal			21323 (77*10 <sup>6</sup> ge/h)

<sup>1)</sup> Het emissiekengetal voor de overstort is gegeven in ge/m.s

## Stap 3: Berekening van het geurgewogen zwaartepunt

Voorwaarde voor toepassing van de methodiek is dat de verschillende geurbronnen op de rwzi kunnen worden beschouwd als puntbronnen, waarbij de totale geuremissie wordt geconcentreerd in het geurgewogen zwaartepunt. Het geurgewogen zwaartepunt wordt berekend door de x- en y-coördinaten per procesonderdeel emissiegewogen te middelen. De onnauwkeurigheid in deze benadering is afhankelijk van de afstand tot de rwzi waarop beoordeling van de geurbelasting plaatsvindt (stap 5).

De emissiegewogen middeling gebeurt door per procesonderdeel de procentuele bijdrage aan de geuremissie te berekenen. Dit percentage wordt vermenigvuldigd met de afzonderlijke x- en y-coördinaat van elk afzonderlijk procesonderdeel. Sommatie van de afzonderlijke produkten van emissiepercentage en coördinaten levert de coördinaten van het geurgewogen zwaartepunt. In tabel 3.2 is de berekening van de coördinaten van het geurgewogen zwaartepunt weergegeven.

**Tabel 3.2**

**Berekening van de coördinaten van het geurgewogen zwaartepunt voor de voorbeeld rwzi**

Procesonderdeel	Emissie (ge/s)	Percentage geuremissie	Coördinaten (x,y)	Produkt Emissie-percentage en coördinaten
Voorbezinktank	13769	64,6	( 0,0 . -1,2)	( 0,0 . -0,78)
Beluchtingstank	4114	19,3	( 7,0 . 1,4)	( 1,35 . 0,27)
Nabezinktank	890	4,2	( 1,0 . -1,9)	( 0,04 . -0,08)
Na-indikker	580	2,7	(-1,2 . 2,0)	(-0,03 . 0,05)
Surplusslibindikker	750	3,5	(-1,2 . 1,0)	(-0,04 . 0,04)
Slibbufferbakken	1220	5,7	( 3,5 . -1,0)	( 0,20 . -0,06)
Totaal	21323 (77*10 <sup>6</sup> ge/h)	100	-	( 1,52 . -0,56)

De laatste kolom levert de coördinaten (1,52. -0,56) op voor het emissiegewogen zwaartepunt, waarin de totale emissie van 77\*10<sup>6</sup> ge/h geconcentreerd wordt gedacht.

#### **Stap 4: Aflezing van het nomogram**

In bijlage 3 zijn de nomogrammen opgenomen. Met behulp van deze nomogrammen kan, op een te kiezen afstand van het geurgewogen zwaartepunt van de rwzi met een bekende bronsterkte, worden bepaald wat de te verwachten immissieconcentratie zal zijn.

Via een andere benadering wordt bepaald op welke afstand van de rwzi bijvoorbeeld de 1 ge/m<sup>3</sup> als 98-percentiel is gelegen. Voor dit onderzoek is een verhouding 1 afgeleid tussen geureenheden en snuffeleenheden. Wanneer conform stap 1 (aanvullend) emissie-onderzoek en/of snuffelploegonderzoek wordt uitgevoerd moet opnieuw de relatie tussen geureenheden en snuffeleenheden worden vastgesteld.

De omgeving van de nieuw te bouwen rwzi wordt als volgt gekarakteriseerd. Op een afstand van 250 meter is een industrieterrein gelegen waar ook enkele bedrijfswoningen zijn gesitueerd. Toetsing op grond van de NeR vindt derhalve plaats aan een geurconcentratie van 2 ge/m<sup>3</sup> als 98-percentiel. Op een afstand van 600 meter ligt een woonkern. Dit betekent dat op deze afstand moet worden getoetst aan een geurconcentratie van 1 ge/m<sup>3</sup> als 98 percentiel.

Bij een bronsterkte van  $77 \cdot 10^6$  ge/uur bedraagt de immissieconcentratie ter plaatse van het industrieterrein ca.  $4 \text{ ge/m}^3$  als 98-percentiel. Ter plaatse van de woonkern ligt de immissieconcentratie onder de  $1 \text{ ge/m}^3$  als 98-percentiel. In het nomogram van figuur 3.2 zijn deze resultaten gevisualiseerd.

Bij de woonkern wordt aan de maximale geurimmissieconcentratie van  $1 \text{ ge/m}^3$  als 98-percentiel voldaan. Alleen ter plaatse van het industrieterrein vindt overschrijding plaats van de maximale geurimmissieconcentratie van  $2 \text{ ge/m}^3$  als 98-percentiel. Met behulp van het nomogram is te berekenen welke geurreductie nodig is. Op basis van de voorgestelde gebruikelijke en minder gebruikelijke emissiebeperkende maatregelen in de Bijzondere Regeling kan met behulp van de geuremissiesterktes van de afzonderlijke bronnen worden nagegaan welke bron het meest in aanmerking komt om te worden aangepakt om de totale geuruitwerp voldoende te reduceren. Normaal mag bij de meest gebruikelijke geurbepurende maatregelen (afdekken en luchtbehandeling) worden gerekend met een reductiepercentage van 90%. Door de restemissie weer in te voeren in de uiteindelijke bronsterkteberekening kan met de nomogrammen worden gecontroleerd of voldoende emissiereductie is bereikt.

#### Stap 5: Bepaling van de onnauwkeurigheid

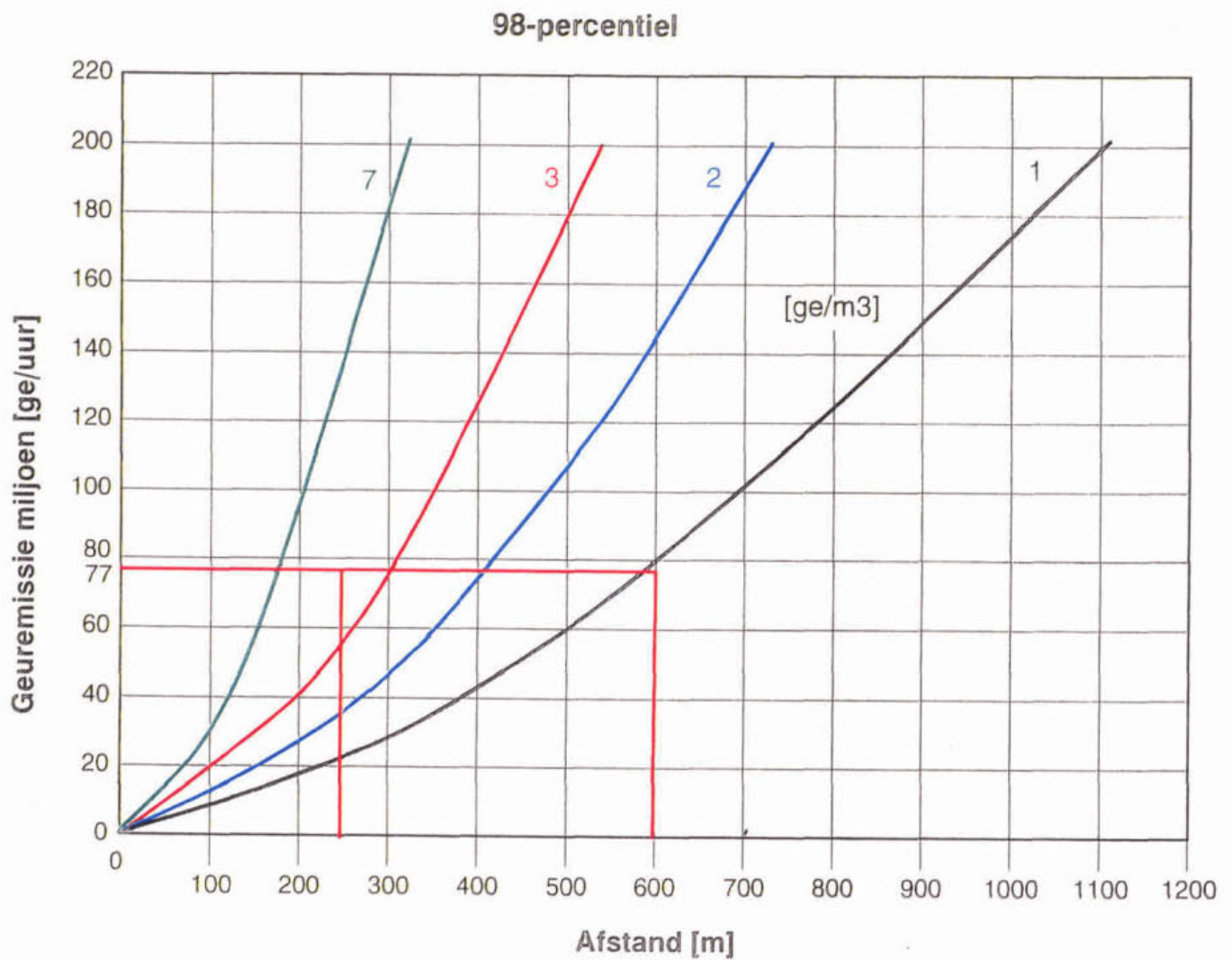
De verschillende stappen in de methodiek veroorzaken een onnauwkeurigheid in het resultaat van de totale methode. Deze onnauwkeurigheid zal een bepaalde bandbreedte in de afgelezen afstand of de afgelezen concentratie met zich meebrengen. Wanneer de rwzi als één puntbron wordt beschouwd is de onnauwkeurigheid afhankelijk van de afstand tot de rwzi en de diameter van de rwzi. Hierbij wordt de diameter van de rwzi berekend uit de diameter van de cirkel die ontstaat uit de oppervlakte van de rwzi met daarin de relevante procesonderdelen. Deze onnauwkeurigheid kan worden afgelezen in figuur 3.3.

Voor de voorbeeld rwzi betekent dit dat de oppervlakte van de rwzi  $13.325 \text{ m}^2$  is; hieruit volgt een diameter van 130 meter en de X/D-verhoudingen.

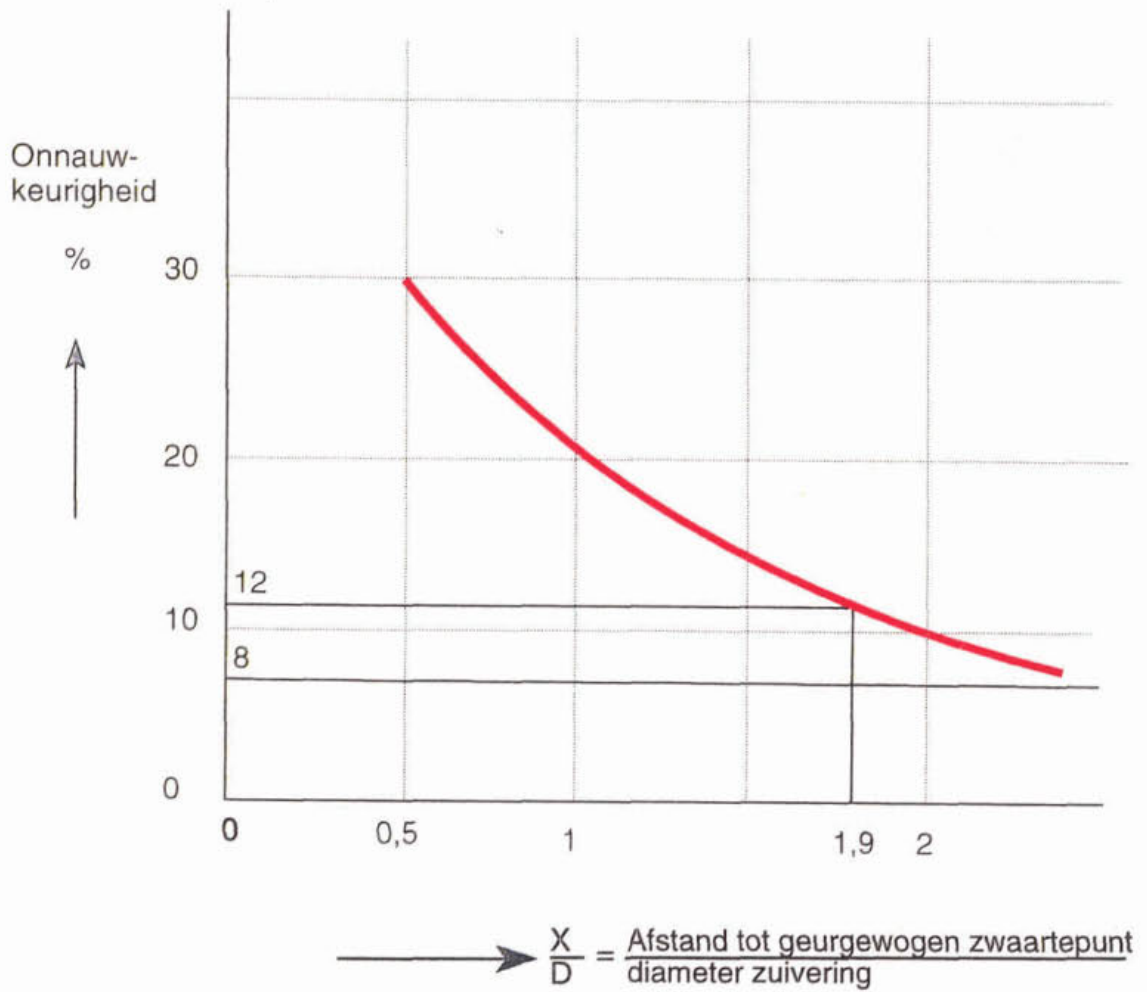
$$\frac{X_1}{D} = \frac{250}{130} = 1,9 \quad \text{en} \quad \frac{X_2}{D} = \frac{600}{130} = 4,6$$

De onnauwkeurigheid bedraagt ca. 10 % voor de afstand tot het industrieterrein en tot de woonkern. De toepassing van de methodiek is hiermee terecht geweest.

Wanneer de onnauwkeurigheid  $> 30\%$  is, moeten voor de betreffende situatie verspreidingsberekeningen worden uitgevoerd om de invloed op het immissieniveau vast te stellen.



**Figuur 3.2**  
 Relatie tussen de afstand en de optredende geurconcentratie als 98-percentiel en het bereik tot  $200 \cdot 10^6$  ge/h; situatie voor een voorbeeld rwzi.



**Figuur 3.3**

Indicatie van de onnauwkeurigheid bij de typering van de rwzi als puntbron, geconcentreerd in het geurgewogen zwaartepunt; situatie voor een voorbeeld rwzi.





## **BIJLAGE 1      OVERWEGINGEN BIJ DE INVULLING EN INTERPRETATIE VAN MATRIX 3**

### **B1.1    ALGEMEEN**

- Riolwaterzuiveringsinrichtingen vallen buiten de werking van de ontwikkelde methode als:
  - de rwzi overbelast is (boven de ontwerpcapaciteit wordt bedreven),
  - industrieel afvalwater op de rwzi wordt geloosd met een specifieke, niet door het biologische proces om te zetten of te adsorberen geur.
  
- Als ijzer wordt gedoseerd voor precipitatie zullen alle H<sub>2</sub>S en ook andere geurcomponenten worden gebonden. Dit betekent dat alle onderdelen vanaf de dosering van ijzer kunnen worden beschouwd alsof de aanvoer met vrijervalrioleringen geschiedt. Bovendien blijkt de dosering van ijzer voor precipitatie een significant effect te hebben op de effluentkwaliteit, waardoor de onderdelen in de rwzi voor de geuremissie kunnen worden ingedeeld bij een slibbelasting die een categorie lager ligt dan de aanwezige slibbelasting.
  
- De procesonderdelen zijn soms onderverdeeld in voor de geuremissie te onderscheiden delen, bijvoorbeeld het oppervlak en de overstort bij de voorbezinktanks of het aërobe en het anoxische deel van een beluchtingstank.

## B1.2 WATERLIJN/ONTVANGWERK

### B1.2.1 Ontvangwerk

- De gemiddelde waarde van de kolom 0 tot 25% vrij verval is aangehouden als juist (afgerond tot 130 ge/m<sup>2</sup>.s). Het is een gemiddelde van vier waarnemingen en in lijn met de aflopende waarden van de kolommen 51 - 75% en 76 - 100% vrij verval.
- De gemiddelde waarde van de drie metingen bij 76 - 100% vrij verval lijkt aan de lage kant, dit gezien de hogere cijfers bij het oppervlak van de zandvanger.

Door het stripeffect (overdracht van geurcomponenten van de waterfase naar de gasfase) van de turbulentie in het ontvangwerk kunnen eerder lagere geuremissies bij het oppervlak van de zandvanger worden verwacht.

- Als benadering is ervoor gekozen de geuremissie, veroorzaakt door het stripeffect van H<sub>2</sub>S (en andere geurcomponenten), te relateren aan het percentage aanvoer met persleidingen (lange verblijftijden, aangerot afvalwater). Uitgaande van een geuremissie van 130 ge/m<sup>2</sup>.s bij 0 - 25% aanvoer met vrijvervalleidingen (= gemiddeld 87,5% persleidingaanvoer) betekent dit een geuremissie van 1,4857 ge/m<sup>2</sup>.s per procent persleiding.

Berekening geeft:

- 26 - 50% vrij verval (gem 62,5% persleiding): 93 ge/m<sup>2</sup>.s,
- 51 - 75% vrij verval (gem 37,5% persleiding): 56 ge/m<sup>2</sup>.s,
- 76 - 100% vrij verval (gem 12,5% persleiding): 19 ge/m<sup>2</sup>.s.

### B1.2.2 Roostergoedverwijdering

- Op basis van één cijfer kan hierover geen uitspraak worden gedaan. Het is reëler om de getallen van het ontvangwerk aan te houden met de kanttekening dat ervan is uitgegaan dat de roostergoedverwijdering onmiddellijk volgt op het ontvangwerk. Het argument hiervoor is, dat de H<sub>2</sub>S voor een deel is gestript (is vrijgekomen uit het water) in het ontvangwerk, maar dat de resterende H<sub>2</sub>S samen met andere geurcomponenten zorgt voor een grote emissie. Dit mede omdat bij de roostergoedverwijdering sprake is van een groot contactoppervlak met de omgeving, waardoor veel geurcomponenten vrij kunnen komen.

### B1.2.3 Roostergoedcontainers

- Hiervoor zijn de waarden van de roostergoedverwijdering aangehouden.

### B1.2.4 Zandvangeroppervlak

- De gemiddelde waarde van de kolom 0 - 25% vrij verval is voor waar aangehouden (zeven metingen), dus afgerond 15 ge/m<sup>2</sup>.s.
- Ook de gemiddelde waarde van de kolom 76 - 100% vrij verval is voor waar aangehouden (zeven metingen), dus afgerond 11 ge/m<sup>2</sup>.s.

- De overige kolommen zijn geïnterpoleerd met de factor  $(11/15)^{1/3}$ . Dit levert de geuremissiekengetallen 14 en 12  $ge/m^2.s$ . Hierbij ligt 14  $ge/m^2.s$  dicht bij het meetkundig gemiddelde van de kolom 26 - 50% vrij verval.

#### B1.2.5 Zandvangeroverstort

- Uit de waarden van de afzonderlijke rwzi's blijkt de overstort een significant hogere geuremissie te hebben dan het oppervlak. De verklaring hiervoor moet worden gezocht in het strippen van geurcomponenten uit het verse afvalwater. Dit zal met name gebeuren als het voorgaande traject op de rwzi niet veel turbulentie kent.
- Het vrijkomen van geurcomponenten door turbulentie heeft vooral veel effect bij persleidingaanvoer, doordat het water dan meer stripbare geurcomponenten bevat.
- Hoewel uit de metingen aan de zandvangoverstort de tendens duidelijk is, is het aantal wat laag voor het vaststellen van een specifieke geuremissie. Omdat het verdeelwerk eveneens een onderdeel is met ruw influent en een hoge turbulentie, is ervoor gekozen de geuremissies van zandvangoverstort en verdeelwerk gezamenlijk te beschouwen.

Dit geeft de volgende meetkundige gemiddelden:

- |   |                       |   |                                |
|---|-----------------------|---|--------------------------------|
| - | 0 - 25% vrij verval   | : | 269, afgerond 270 $ge/m^2.s$ , |
| - | 26 - 50% vrij verval  | : | 84 $ge/m^2.s$ ,                |
| - | 51 - 75% vrij verval  | : | geen meetwaarden,              |
| - | 76 - 100% vrij verval | : | 12 $ge/m^2.s$ .                |
- De kolommen 0 - 25% en 76 - 100% vrij verval zijn meetkundige gemiddelden van vijf waarden en zijn als waar aangehouden. Het berekende gemiddelde van de kolom 26 - 50% ligt in de verwachte orde grootte.
  - Uit de cijfers is te zien dat de geuremissie sterker afneemt dan op grond van het afnemende aandeel persleidingaanvoer zou worden verwacht.
  - Tussen de kolommen 0 - 25% en 76 - 100% verval is steeds met een zelfde factor  $(12/270)^{1/3} = 0,3542$  geïnterpoleerd. Dit resulteert in respectievelijk 270, 96, 34 en 12  $ge/m^2.s$ .

#### B1.2.6 Zandwasser

- Uitgangspunten bij de schatting van de geuremissie zijn:
  1. een zandwasser is net zo turbulent als de overstort van de zandvanger en het verdeelwerk,
  2. het water in de zandwasser is evenals in de zandvanger en het verdeelwerk ruw influent.
- Gezien de uitgangspunten worden de geuremissiekengetallen van de zandvanger en het verdeelwerk aangehouden.

### B1.2.7 Verdeelwerk

- Uitgangspunt voor de schatting van de geuremissie is, dat het verdeelwerk direct achter het ontvangwerk en eventuele zandwassers is gesitueerd.
- De gemeten waarden zijn beschouwd in samenhang met de overstort van de zandvanger. Zie aldaar.

### B1.2.8 Voorbezinktankoppervlak

- In de voorbezinktank is onbehandeld afvalwater aanwezig. Tijdens de verblijftijd in de voorbezinktank zal het water anaëroob worden en kunnen geurcomponenten worden gevormd. Verwacht wordt dat dit proces sneller op gang zal komen bij met persleidingen aangevoerd water, omdat het een voortzetting is van de processen in de persleidingen. Op basis hiervan wordt een grotere geuremissie verwacht naarmate het aandeel aanvoer met vrijvervalrioleringen afneemt. De meetwaarden van het oppervlak van de voorbezinktank liggen niet in de lijn van deze verwachting.
- Bij de schatting van de specifieke geuremissies zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:
  - gezien het zeer grote aantal metingen blijft het totaal van de meetkundige gemiddelden van de vier categorieën (58,6) gehandhaafd;
  - de specifieke geuremissies nemen, evenals bij het oppervlak van de zandvanger, steeds met een factor  $(11/15)^{1/3}$  af per categorie toename van de aanvoer met vrijvervalrioleringen.

Dit resulteert in de volgende specifieke geuremissies:

- 0 - 25% vrij verval	:	17 ge/m <sup>2</sup> .s,
- 26 - 50% vrij verval	:	15 ge/m <sup>2</sup> .s,
- 51 - 75% vrij verval	:	14 ge/m <sup>2</sup> .s,
- 76 - 100% vrij verval	:	12 ge/m <sup>2</sup> .s.

- De geschatte specifieke geuremissies liggen, met uitzondering van de categorie 0 - 25% vrij verval, binnen de spreiding van de meetwaarden.

### B1.2.9 Voorbezinktankoverstort

- Het water van de overstort van de voorbezinktank is hetzelfde als van het oppervlak van de voorbezinktank, echter met een veel hogere turbulentie, waardoor meer geurcomponenten uit het water kunnen vrijkomen. Op basis hiervan wordt verwacht dat de geuremissie van de overstort van de voorbezinktank groter zal zijn dan die van het oppervlak. De meetwaarden komen slechts gedeeltelijk overeen met deze verwachting.

- Bij de schatting van de specifieke geuremissies zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:
  - het totaal van de meetkundige gemiddelden van de vier categorieën (125,7) blijft gehandhaafd,
  - de specifieke geuremissies nemens evenals bij het oppervlak van de zandvanger steeds af met een factor  $(11/15)^{1/3}$  per categorie toename van de aanvoer met vrijvervalrioleringen.

Dit resulteert in de volgende specifieke geuremissies:

- 0 - 25% vrij verval : 37 ge/m.s,
- 26 - 50% vrij verval : 33 ge/m.s,
- 51 - 75% vrij verval : 30 ge/m.s,
- 76 - 100% vrij verval : 27 ge/m.s.

#### B1.2.10 Anaërobe tank

- Uitgangspunt is een anaërobe tank voorafgaand aan de beluchtingstank met een korte verblijftijd van maximaal enkele uren. Aangenomen wordt eenzelfde geuremissie als van de onbeluchte selector.

#### B1.2.11 Selector

- In de selector wordt het influent uit de voorbezinktank of het ruwe influent in een verhouding van ongeveer 2 op 1 vermengd met retourslib. De geurcomponenten zullen voor een deel worden geadsorbeerd door het actiefslib. Daarnaast is sprake van verdunning van het influent. De selector heeft een korte verblijftijd van ongeveer een half uur.

#### B1.2.12 Beluchte selector

- In een beluchte selector worden de anaërobe processen gestopt, zodat geen geurcomponenten meer worden gevormd.
- Door beluchting van de selector worden in het water aanwezige geurcomponenten gestript (meegenomen naar de lucht). Eénmaal geadsorbeerde geurcomponenten kunnen echter niet worden gestript.
- Voor de schatting van de specifieke geuremissie van de beluchte selector zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:
  - de geurcomponenten uit het water van de voorbezinktank worden voor 50% geadsorbeerd door het actiefslib;
  - het water uit de voorbezinktank wordt in een verhouding van ongeveer 2 op 1 vermengd met retourslib;
  - het stripeffect van één m<sup>2</sup> belucht oppervlak is vergelijkbaar met dat van één m<sup>1</sup> overstort van de voorbezinktank.

Op basis hiervan wordt de specifieke geuremissie geschat op eenderde van de waarde van de overstort van de voorbezinktanks.

Dit geeft de volgende waarden:

- 0 - 25% vrij verval : 12 ge/m<sup>2</sup>.s,
- 26 - 50% vrij verval : 11 ge/m<sup>2</sup>.s,
- 51 - 75% vrij verval : 10 ge/m<sup>2</sup>.s,
- 76 - 100% vrij verval : 9,0 ge/m<sup>2</sup>.s.

### B1.2.13 Onbeluchte selector

- In een onbeluchte selector kunnen de anaërobe processen doorgaan, zodat geurcomponenten kunnen worden gevormd.
- De selector heeft een korte verblijftijd van ongeveer een half uur. Op basis hiervan wordt verwacht dat in een onbeluchte selector de afname van geurcomponenten door adsorptie en verdunning meer effect zal hebben dan de vorming van nieuwe geurcomponenten.
- Voor de schatting van de specifieke geuremissie van de onbeluchte selector zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:
  - de menging in de selector is zo rustig dat hierdoor geen geurcomponenten worden gestript,
  - de afname van de geuremissie door adsorptie wordt teniet gedaan door de toename van de geuremissie vanwege de vorming van nieuwe geurcomponenten,
  - het water uit de voorbezinktank wordt in een verhouding van ongeveer 2 op 1 vermengd met retourslib.

Op basis hiervan wordt de specifieke geuremissie geschat op tweederde van de waarde van het oppervlak van de voorbezinktanks.

Dit geeft de volgende waarden:

- 0 - 25% vrij verval : 11 ge/m<sup>2</sup>.s,
- 26 - 50% vrij verval : 10 ge/m<sup>2</sup>.s,
- 51 - 75% vrij verval : 9.2 ge/m<sup>2</sup>.s,
- 76 - 100% vrij verval : 8.3 ge/m<sup>2</sup>.s.

### B1.2.14 Voordenitrificatietank

- In de voordenitrificatietank wordt het ruwe influent vermengd met het effluent uit de beluchtingstank. Hierdoor wordt het ruwe influent ongeveer 4 à 5 keer verdund. Bovendien is in de voordenitrificatietank actief slib aanwezig dat de geurcomponenten bindt. De turbulentie van de voordenitrificatietank is enigzins groter dan die van het oppervlak van de voorbezinktank.
- Denitrificatie vindt plaats onder anoxische omstandigheden. Hierbij worden geen geurcomponenten gevormd.
- Gezien bovenstaande lijkt het reëel dat de geuremissie niet groter zal zijn dan een kwart van de geuremissie van het oppervlak van de voorbezinktank.

Dit geeft de volgende waarden:

- 0 - 25% vrij verval : 4,3 ge/m<sup>2</sup>.s,
- 26 - 50% vrij verval : 3,8 ge/m<sup>2</sup>.s,
- 51 - 75% vrij verval : 3,4 ge/m<sup>2</sup>.s,
- 76 - 100% vrij verval : 3,1 ge/m<sup>2</sup>.s.



## B1.3 WATERLIJN/ZUIVERING

### B1.3.1 Beluchtingstank

- Voor de schatting van de geuremissie van beluchtingstanks worden deze verdeeld in aërobe en anoxische zones. De aërobe zone is het deel van de beluchtingstank waar de zuurstofconcentratie  $> 0.5$  mg/l, de anoxische zone het deel met een zuurstofconcentratie  $\leq 0,5$  mg/l.
- De anoxische zones hebben voor alle typen beluchting eenzelfde specifieke geuremissie. De specifieke geuremissie van de aërobe zones is afhankelijk van het type beluchting en wordt gegeven als gemiddelde waarde over het gehele aërobe deel.

### B1.3.2 Beluchtingstank/aërobe zone/bellenbeluchting

- De kolommen met een slibbelasting van 0,05 - 0,1 en 0,1 - 0,2 kg BZV/kg d.s.d. worden als waar aangehouden, gezien het grote aantal waarnemingen en de niet te grote spreiding in de waarden. Dus respectievelijk 0,7 en 1,3 ge/m<sup>2</sup>.s.
- Voor de overige kolommen wordt de verlaging of verhoging van de slibbelasting evenredig verondersteld met verlaging of verhoging van de geuremissie. Dit omdat verlaging van de slibbelasting betekent dat een grotere hoeveelheid slib (en een meer uitgehongerd slib) in de beluchtingstank aanwezig is, waardoor geurcomponenten meer en sneller zullen worden gebonden.
- Uitgaande van de vastgestelde geuremissies 0,7 en 1,3 ge/m<sup>2</sup>.s bij een slibbelasting van respectievelijk 0,05 - 0,1 kg BZV/kg d.s.d. (gemiddeld 0,075) en 0,1 - 0,2 kg BZV/kg d.s.d. (gemiddeld 0,15) betekent dit 8 ge/m<sup>2</sup>.s per kg BZV/kg d.s.d. verhoging of verlaging.

Dit resulteert in de volgende geuremissies:

- slibbelasting 0,2 - 0,3 (gemiddeld 0,25):  
 $0,25 - 0,15 = 0,1$  verhoging van slibbelasting, dus wordt de specifieke geuremissie  $1,3 + (0,1 \times 8) = 2,1$  ge/m<sup>2</sup>.s,
- slibbelasting  $> 0,3$  uitgaande van gemiddeld 0,4:  
 $0,4 - 0,15 = 0,25$  verhoging van slibbelasting, dus wordt de specifieke geuremissie  $1,3 + (0,25 \times 8) = 3,3$  ge/m<sup>2</sup>.s,
- slibbelasting  $< 0,05$  uitgaande van gemiddeld 0,0375:  
 $0,075 - 0,0375 = 0,0375$  verlaging van slibbelasting, dus wordt de specifieke geuremissie  $0,7 - (0,0375 \times 8) = 0,4$  ge/m<sup>2</sup>.s.

### B1.3.3 Beluchtingstank/aërobe zone/borstelbeluchting

- Hiervan zijn te weinig meetwaarden om separaat uitspraken te kunnen doen. De orde van grootte van de meetwaarden komt overeen met die van de bellenbeluchting en de turbulentie bij borstelbeluchting komt gemiddeld overeen met die van bellenbeluchting. Daarom zijn de geuremissiewaarden van de bellenbeluchting aangehouden. Uitgangspunt hierbij is, dat de borstels zijn omkapt.

#### B1.3.4 Beluchtingstank/aërobe zone/puntbeluchting

- Uit de waarden bij een slibbelasting van 0,05 - 0,1 en 0,1 - 0,2 kg BZV/kg d.s.d. spreekt een tendens van een hogere geuremissie dan bij bellenbeluchting. Dit is vermoedelijk het gevolg van de hoge turbulentie bij de oppervlaktebeluchters. Anderzijds komen ook bij een slibbelasting > 0,3 nog zeer lage geuremissies voor. Dit terwijl mag worden verwacht dat de geuremissie zal toenemen met de slibbelasting. De waarden bij een slibbelasting van 0,05 - 0,1 en 0,1 - 0,2 kg BZV/kg d.s.d. worden daarom niet zonder meer aangehouden.
- De specifieke geuremissie van de aërobe zone van de beluchtingstank met puntbeluchting wordt berekend met de volgende uitgangspunten:
  - het totaal van de meetkundige gemiddelden van de slibbelastingcategorieën 0,05 - 0,1, 0,1 - 0,2 en > 0,3 kg BZV/kg d.s.d. blijft gehandhaafd,
  - de verhouding van de specifieke geuremissies van de slibbelastingcategorieën 0,05 - 0,1 en 0,1 - 0,2 kg BZV/kg d.s.d. is hetzelfde als bij bellenbeluchting,
  - uitgaande van de geuremissies bij een slibbelasting van 0,05 - 0,1 kg BZV/kg d.s.d. (gemiddeld 0,075) en 0,1 - 0,2 kg BZV/kg d.s.d. (gemiddeld 0,15) wordt een verhoging aangehouden per kg BZV/kg d.s.d..

Dit resulteert in de volgende specifieke geuremissies:

- |                            |   |                            |
|----------------------------|---|----------------------------|
| - slibbelasting < 0,05     | : | 0,61 ge/m <sup>2</sup> .s, |
| - slibbelasting 0,05 - 0,1 | : | 1,1 ge/m <sup>2</sup> .s,  |
| - slibbelasting 0,1 - 0,2  | : | 2,0 ge/m <sup>2</sup> .s,  |
| - slibbelasting 0,2 - 0,3  | : | 3,2 ge/m <sup>2</sup> .s,  |
| - slibbelasting > 0,3      | : | 5,0 ge/m <sup>2</sup> .s.  |
- Door omkapping van de sterk turbulente omgeving van de beluchters zal de extra geuremissie teniet worden gedaan en kan de waarde van de bellenbeluchting worden aangehouden.
  - Een belangrijk deel van de verklaring voor de schijnbaar tegenstrijdige meetresultaten zal waarschijnlijk moeten worden gezocht in de lage geurconcentraties die bij de beluchtingstanks worden gemeten (in dezelfde ordegrootte als die van de achtergrond), waardoor automatisch grote afwijkingen in meetresultaten ontstaan.

#### B1.3.5 Beluchtingstank/anoxische zone

- Uitgangspunt is, dat het water niet anaëroob wordt.
- De kwaliteit van het water en de hoeveelheid slib in de anoxische zone van de beluchtingstank zijn dezelfde als in de beluchte zone. Het stripeffect door ontwijkende lucht treedt niet op. In geringe mate treedt een stripeffect op door ontwijkend stikstofgas. De turbulentie van het water is vergelijkbaar met die bij bellenbeluchting.

- Gezien het bovenstaande zal de geuremissie lager zijn dan van het beluchte deel van het aërobe deel van de bellenbeluchting, maar hoger dan van de nabezinktanks. De geuremissie van de nabezinktanks blijkt 0,676 x de geuremissie van het aërobe deel van de bellenbeluchting (zie aldaar). Uitgegaan wordt van een specifieke geuremissie voor de anoxische zone die 10% lager ligt dan die van het aërobe deel van de bellenbeluchting.

Dit resulteert in de volgende specifieke geuremissies:

- slibbelasting < 0,05	:	0,36 ge/m <sup>2</sup> .s,
- slibbelasting 0,05 - 0,1	:	0,63 ge/m <sup>2</sup> .s,
- slibbelasting 0,1 - 0,2	:	1,2 ge/m <sup>2</sup> .s,
- slibbelasting 0,2 - 0,3	:	1,9 ge/m <sup>2</sup> .s,
- slibbelasting > 0,3	:	3,0 ge/m <sup>2</sup> .s.

### B1.3.6 Retourslibgemaal

- Pompen zijn gesloten en hebben geen geuremissie. Vijzels kunnen open zijn en hebben dan wel geuremissie.
- De twee meetwaarden zijn onvoldoende om een schatting van de specifieke geuremissie op te baseren.
- Het retourslibgemaal transporteert het slib uit de nabezinktanks terug naar de beluchtingstanks. De hoeveelheid slib in het water is ongeveer twee maal zo groot als in de beluchtingstank.
- De turbulentie in een vijzelgemaal is vergelijkbaar met die in de aërobe zone van een beluchtingstank met puntbeluchters.
- Gezien het bovenstaande wordt een geuremissie aangehouden die twee maal groter is dan van de aërobe zone van een beluchtingstank met puntbeluchters.

Dit resulteert in de volgende waarden:

- slibbelasting < 0,05	:	1,2 ge/m <sup>2</sup> .s,
- slibbelasting 0,05 - 0,1	:	2,2 ge/m <sup>2</sup> .s,
- slibbelasting 0,1 - 0,2	:	4,0 ge/m <sup>2</sup> .s,
- slibbelasting 0,2 - 0,3	:	6,4 ge/m <sup>2</sup> .s,
- slibbelasting > 0,3	:	10 ge/m <sup>2</sup> .s.

### B1.3.7 Nabezinktanks: invoerzone

- Hiervan zijn geen meetwaarden. Het water komt direct uit de beluchtingstank in de nabezinktank en heeft een turbulentie die vergelijkbaar is met die van het aërobe deel van de bellenbeluchting. Daarom worden de waarden van het aërobe deel van de bellenbeluchting aangehouden.

### B1.3.8 Nabezinktanks: oppervlak en overstort

- In de nabezinktanks is het slib met de geadsorbeerde geurcomponenten bezonken en bestaat het emitterend oppervlak uit effluent met daarin een geringe hoeveelheid zwevend stof waaraan geurcomponenten zijn geadsorbeerd. Vergeleken met de beluchtingstanks is de hoeveelheid zwevend stof in het water nihil. Het is daarom niet mogelijk dat nabezinktanks meer geur emitteren dan beluchtingstanks.
- Gezien de aanwezigheid van gezuiverd water, het vrijwel stilstaande oppervlak en het vrijwel ontbreken van zwevend stof in het water moet de geuremissie significant lager zijn dan van de beluchtingstanks waarin veel actief slib aanwezig is en het water een turbulent stromingspatroon heeft.
- Het ligt in de lijn der verwachtingen dat bij toenemende slibbelasting en daarmee afnemende effluentkwaliteit de geuremissie zal toenemen. Dit effect blijkt echter niet uit de meetwaarden.
- De meetwaarden van de overstort liggen binnen het totale meetbereik van de geuremissies van het oppervlak. Blijkbaar heeft de turbulentie van het water bij de effluentkwaliteit geen merkbare invloed op de geuremissie. De overstort wijkt daarmee niet af van het oppervlak en zal in het vervolg niet afzonderlijk worden beschouwd. De geuremissie van nabezinktanks zal worden berekend op basis van het totale oppervlak (inclusief goot).
- Voor de schatting van de specifieke geuremissie zijn de meetwaarden van het oppervlak en de overstort gezamenlijk beschouwd. Dit resulteert in de volgende meetkundige gemiddelden:
  - slibbelasting < 0,05 : geen meetwaarden,
  - slibbelasting 0,05 - 0,1 : 2,7 ge/m<sup>2</sup>.s,
  - slibbelasting 0,1 - 0,2 : 2,7 ge/m<sup>2</sup>.s,
  - slibbelasting 0,2 - 0,3 : 0,2 ge/m<sup>2</sup>.s,
  - slibbelasting > 0,3 : 0,3 ge/m<sup>2</sup>.s.
- De belangrijkste reden voor de schijnbaar tegenstrijdige meetwaarden lijken de optredende lage geurconcentraties, waardoor goede analyse nauwelijks mogelijk is. Lage specifieke geuremissies kunnen zodoende niet met voldoende reproduceerbaarheid worden gemeten.
- Gezien het bovenstaande zijn de specifieke geuremissies van het oppervlak en de overstort van de nabezinktanks berekend met de volgende uitgangspunten:
  - het totaal van de meetkundige gemiddelden van de slibbelastingcategorieën 0,05 - 0,1 tot > 0,3 kg BZV/kg d.s.d. (5,9) blijft gehandhaafd,
  - de verhouding van de specifieke geuremissies van de slibbelastingcategorieën 0,05 - 0,1 en 0,1 - 0,2 kg BZV/kg d.s.d. is hetzelfde als bij de aërobe zone van de belvenbeluchting,
  - uitgaande van de geuremissies bij een slibbelasting van respectievelijk 0,05 - 0,1 kg BZV/kg d.s.d. (gemiddeld 0,075) en 0,1 - 0,2 kg BZV/kg d.s.d. (gemiddeld 0,15) wordt een verhoging aangehouden per kg BZV/kg d.s.d..

Dit resulteert in de volgende specifieke geuremissies:

- slibbelasting < 0,05	:	0,32 ge/m <sup>2</sup> .s,
- slibbelasting 0,05 - 0,1	:	0,56 ge/m <sup>2</sup> .s,
- slibbelasting 0,1 - 0,2	:	1,0 ge/m <sup>2</sup> .s,
- slibbelasting 0,2 - 0,3	:	1,7 ge/m <sup>2</sup> .s,
- slibbelasting > 0,3	:	2,6 ge/m <sup>2</sup> .s.

### B1.3.9 Nitrificatie

- Nitrificatie (omzetten van ammonium in nitraat) vindt plaats in vastbed- of fluidbedsystemen waarin het effluent van de nabezinktanks wordt belucht. De effluentkwaliteit van nitrificatiesystemen komt altijd overeen met die van nabezinktanks met een slibbelasting van < 0,05 kg BZV/kg d.s.d. en is dan ook niet afhankelijk van de slibbelasting van de beluchting.
- De turbulentie is in compacte systemen voor nitrificatie hoger dan in nabezinktanks. Uit de metingen aan oppervlak en overstort van nabezinktanks blijkt de turbulentie echter geen merkbare invloed te hebben op de geuremissie.
- Gezien het bovenstaande wordt verwacht dat de geuremissie van de nitrificatie maximaal gelijk zal zijn aan de geuremissie van de nabezinktanks bij een slibbelasting van 0,05 kg BZV/kg d.s.d..

### B1.3.10 Nadenitrificatie

- Nadenitrificatie (omzetten nitraat in stikstofgas) vindt plaats in vastbed- of fluidbedsystemen waarin aan genitriciseerd effluent (uit de nitrificatie of uit nabezinktanks bij slibbelasting < 0,05 kg BZV/kg d.s.d.) een koolstofbron wordt toegevoegd. De effluentkwaliteit van de nadenitrificatie is dan ook niet afhankelijk van de slibbelasting van de beluchting.
- De turbulentie in compacte systemen voor nadenitrificatie is vergelijkbaar met die in een nabezinktank.
- Nadenitrificatie is een anoxisch proces. Uitgangspunt bij de schatting van de specifieke geuremissie is, dat het water niet anaëroob wordt en een zuurstofconcentratie heeft < 0,5 mg/l.
- Gezien het bovenstaande wordt verwacht dat de geuremissie van de nadenitrificatie maximaal gelijk zal zijn aan de geuremissie van de nabezinktanks bij een slibbelasting van 0,05 kg BZV/kg d.s.d.

**B1.4 SLIBLIJN**

**B1.4.1 Algemeen**

De geuremissie van de diverse onderdelen van de sliblijn wordt gereduceerd indien ijzerdose-ring plaatsvindt.

**B1.4.2 Voortindikker**

- Een voortindikker is een indikker voor niet-gestabiliseerd slib.

- Een voortindikker met aëroob slib is in feite hetzelfde als een indikker met surplusslib. De meetwaarden van deze twee onderdelen zijn daarom gezamenlijk beschouwd. Het meerkundige gemiddelde van de surplusslibindikker en de voortindikker met aëroob slib is  $7,9 \text{ ge/m}^2 \cdot \text{s}$ . Deze specifieke geuremissie wordt als waar aangehouden.

- Met vers slib is een voortindikker in feite hetzelfde als een primair slibindikker. Vers slib zal door de produktie van geurcomponenten in het slib meer geur emitteren dan aëroob slib. Uitgegaan wordt van twee keer de waarde van de voortindikker met aëroob slib, dus  $16 \text{ ge/m}^2 \cdot \text{s}$ .

- Bij de menging van vers slib en surplusslib zullen dezelfde geurproducerende processen optreden als in het verse slib. Daarom wordt de specifieke geuremissie van de voortindikker met gemengd slib gelijk gehouden aan die met vers slib, dus  $16 \text{ ge/m}^2 \cdot \text{s}$ .

**B1.4.3 Naindikker/witgegist slibbufter**

- Een naindikker is een indikker voor gestabiliseerd slib.

- Het meerkundige gemiddelde,  $6,1 \text{ ge/m}^2 \cdot \text{s}$ , is als waar aangehouden.

**B1.4.4 Slibindiklagune**

- De geuremissie in een slibindiklagune is vergelijkbaar met de geuremissie bij afvoer en opslag van slib. De meetwaarden voor deze twee onderdelen zijn daarom gezamenlijk beschouwd.

Dit resulteert in de volgende meerkundige gemiddelden:

- aëroob slib :  $8,1 \text{ ge/m}^2 \cdot \text{s}$ ,

- anaëroob slib :  $3,5 \text{ ge/m}^2 \cdot \text{s}$ ,

- gemengd slib :  $8,7 \text{ ge/m}^2 \cdot \text{s}$ .

Deze meerkundige gemiddelden zijn als waar aangehouden. De hogere specifieke geuremissie van gemengd slib is reëel, omdat door menging van anaëroob en aëroob slib de anaëroobe processen in het slib worden geactiveerd en geurcomponenten zullen worden gevormd.

#### **B1.4.5 Filterpers**

- Het proces zelf is gesloten, zodat geen geuremissie optreedt. De afvoer van slib met bijvoorbeeld een transportband moet worden berekend met de geuremissiewaarde van afvoer en opslag.

#### **B1.4.6 Zeefbandpers**

- Het slib heeft dezelfde samenstelling als bij afvoer en opslag. Daarom zijn deze geuremissiewaarden aangehouden. Met die geuremissiewaarde en het emitterend oppervlak van de zeefband kan de geuremissie worden berekend.

#### **B1.4.7 Centrifuge**

- Het proces zelf is gesloten, zodat geen geuremissie optreedt. Uitgangspunt hierbij is dat de ventilatielucht van de vaak aanwezige directe afzuiging van de centrifuges wordt behandeld. De afvoer van slib kan worden berekend met de geuremissiewaarde van afvoer en opslag.

#### **B1.4.8 Afvoer en opslag**

- De geuremissie van de afvoer en opslag van slib is vergelijkbaar met die van de slibindiklagune. De meetwaarden zijn daarom gezamenlijk beschouwd (zie onder slibindiklagune).

#### **B1.4.9 Fosfaatbezinktank / fosfaatstrippertank / fosfaatslibindikker / fosfaatflocculatietank**

- Voor deze onderdelen wordt de geuremissiewaarde voor de voorindikker (aëroob slib) aangehouden ( $7,9 \text{ ge/m}^2 \cdot \text{s}$ ).





## BIJLAGE 2 EMISSIEMATRIX

Tabel B2.1  
Overzicht van emissieketengetallen van rwzi's\*\*]

MATRIX 3		KINGSTALLEN: Specifieke geuremissie in $g/m^3$ en $g/m.s$ (ge/ $m.s$ is gemerkt met *)														
Materiële voorbehandeling	Waarlijks: rwt			slibbelasting (kg BSV/kg d.s.d.)									sliblijn			
	0-25%	26-50%	51-75%	76-100% (of met Fe)	< 0,05	0,05-0,10	0,11-0,20	0,21-0,30	> 0,30	vers	at-roob	anaëroob	gemengd			
Ontvangwerk	130	93	56	19									16	7,9		16
Roostergoed- verwijdering	130	93	56	19											6,1	
Roostergoed- containers	130	93	56	19	0,4	0,7	1,3	2,1	3,3					8,1	3,5	8,7
Zandvang- - oppervlak - overstort	15 270	14 96	12 34	11 12	0,4	0,7	1,3	2,1	3,3					-	-	-
Zandwasser	270	96	34	12	0,61	1,1	2	3,2	5					8,1	3,5	8,7
Verdeelwerk	270	96	34	12										-	-	-
Voorbezinkt- - oppervlak - overstort	17 37	15 33	14 30	12 27	0,36	0,63	1,2	1,9	3					8,1	3,5	8,7
Anaërobe tank	11	10	9,2	8,3	1,2	2,2	4	6,4	10					7,9		
Selector: - belucht - onbelucht	12 11	11 10	10 9,2	9 8,3	0,4 0,32	0,7 0,56	1,3 1	2,1 1,7	3,3 2,6							
Voor-denitri- ficatietank	4,3	3,8	3,4	3,1	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32							
					0,32	0,32	0,32	0,32	0,32							

\*\*] zonder aanvullende maatregelen



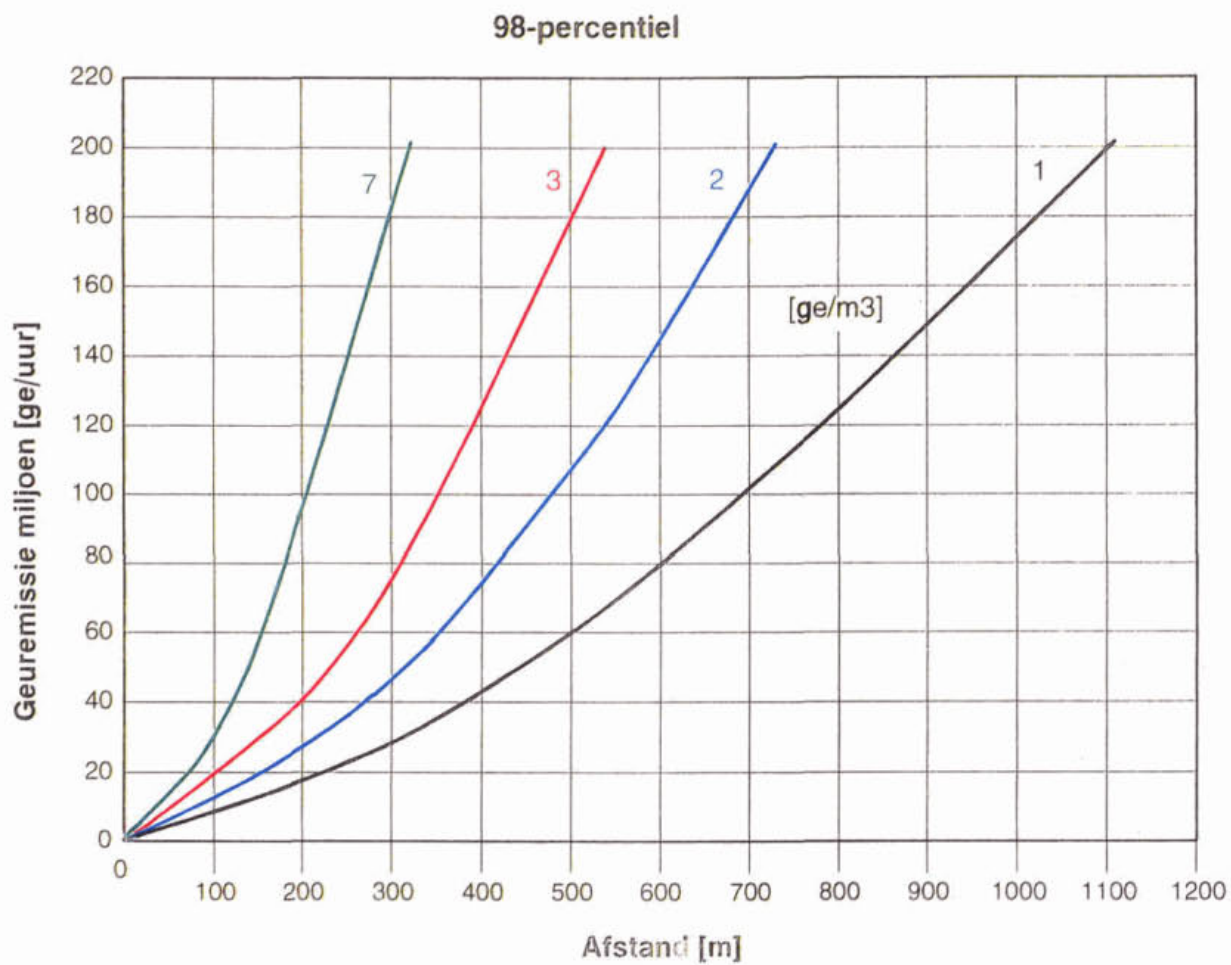
### BIJLAGE 3 NOMOGRAMMEN

De figuren in deze bijlage geven de nomogrammen weer waarmee de relatie tussen de geur-emissie en de afstand waarop de geurconcentratie gelijk is aan een bepaalde waarde kan worden vastgesteld. Het betreft in totaal twee nomogrammen:

**Tabel B3.1**  
**Overzicht nomogrammen**

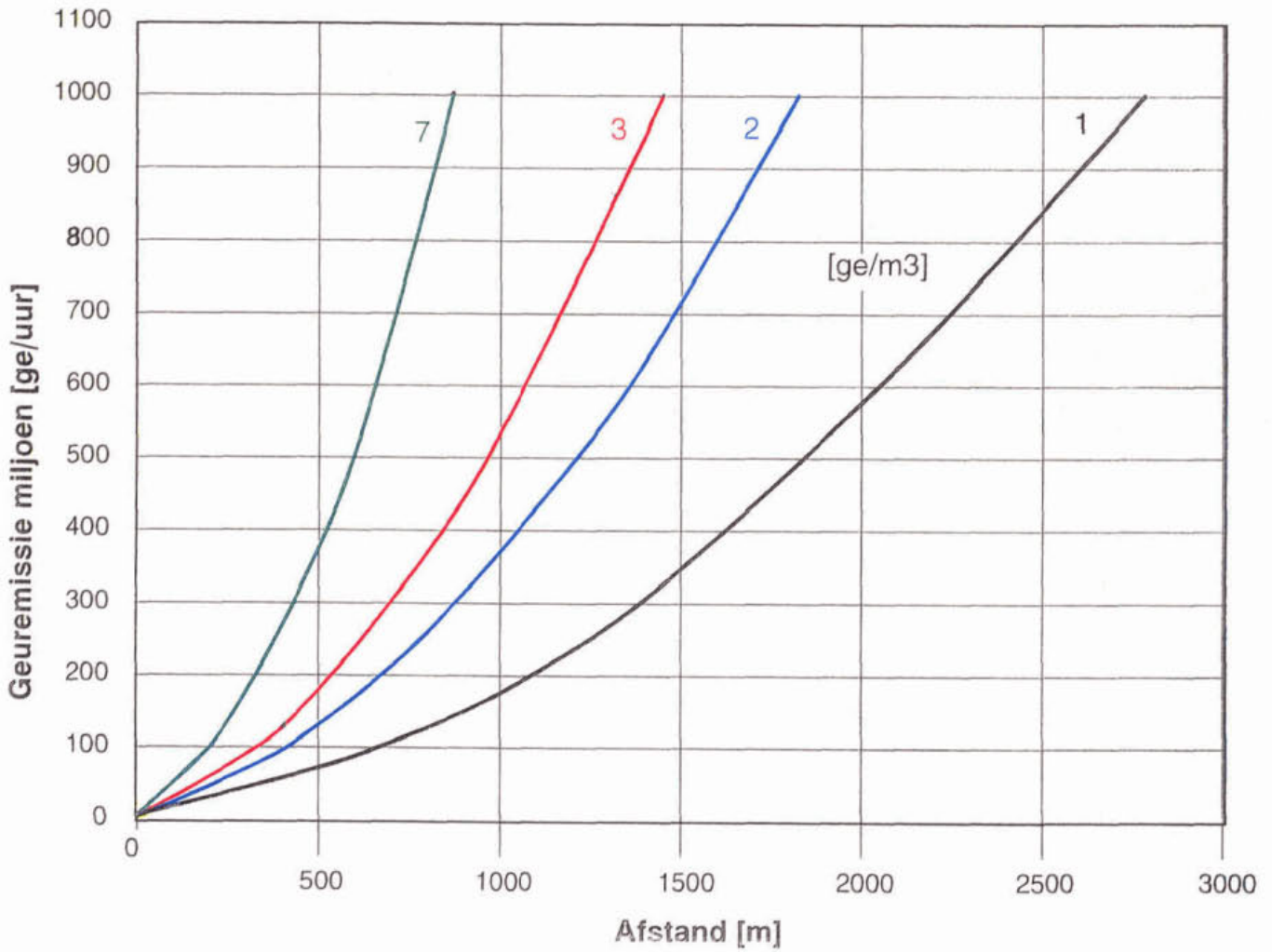
Nomogram	Emissiebereik in $10^6$ ge/h	Perctielen
1	0 - 200	98
2	0 - 1000	98

In figuur B3.3 is een indicatie weergegeven van de optredende onnauwkeurigheid bij het toepassen van de methode.

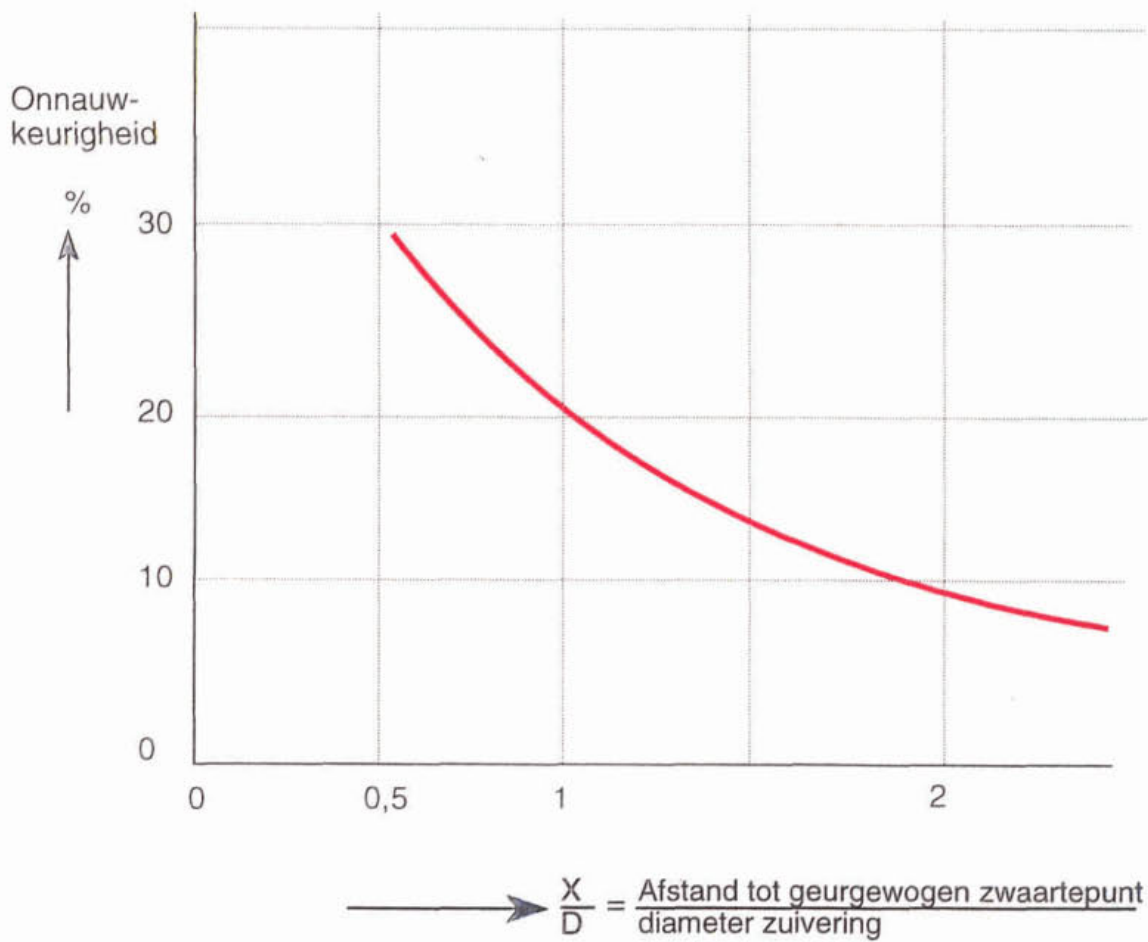


**Figuur B3.1**  
 Relatie afstand - geurconcentratie uitgedrukt als 98-percentiel voor een bereik tot  $200 \cdot 10^6$  ge/h

### 98-percentiel



**Figuur B3.2**  
Relatie afstand - geurconcentratie uitgedrukt als 98-percentiel voor een bereik tot  $1000 \cdot 10^6$  ge/h



**Figuur B3.3**

Indicatie van de onnauwkeurigheid bij de typering van de rwzi als puntbron, geconcentreerd in het geurgewogen zwaartepunt



**BIJLAGE 4 GEURREDUKTIEMAATREGELLEN BIJ RWZI'S**

In deze bijlage worden de verschillende typen maatregelen besproken. Hierbij is voor een aantal maatregelen een kengetal voor de kosten weergegeven. De weergegeven kosten (prijs-peil 1993) dienen met grote voorzichtigheid te worden gehanteerd en kunnen in specifieke situaties aanzienlijk afwijken. Deze kosten kunnen niet zonder meer worden gebruikt voor het maken van begrotingen ten behoeve van realisatie van maatregelen bij RWZI's. Op individueel niveau is maatwerk vereist.

**Tabel B4.1**

**Overzicht van effectgerichte maatregelen bij RWZI's**

Method	soort	procesonderdelen	reductiepercentage (%)
verduunning van het afvalwater	p	- bijmenging van oppervlaktewater - bijmenging van effluent	-
fixatie van stankstoffen	p	- dosering van bijv. ijzerzouten - l.v. v. fixatie van sulfide - dosering van chemicalien (loog, kalk) ter verhoging van de zuurgraad van het afvalwater	-
oxydatie van stankstoffen	p	- injectie van zuurstof in de perslidingen - dosering van een (krachtig) oxydatie-middel zoals waterstofperoxyde	90-95 "
afdekking procesonderdelen, luchthandeling, afzuiging, luchthandeling	n	- ontvanwerk - roostergoedverwijdering - roostergoedcontainers - zandvangert - zandwasset - voorbezinktank - verdeelwerk - anaërobe tank - selector - slibontwatering	90-95 " (incl. luchthandeling)
minimalisatie van het grensvlak water/lucht	n	- addekking genoemde procesonderdelen - verkleining overstorthoogte - aanpassing in- en uitloopconstructies	-
voorbelding van influent	p	- ontvanwerk	≥ 50 "

1) = bij een goede technische uitvoering  
- = afhankelijk van lokale omstandigheden  
p = procesgeïntegreerd  
n = nageschakelde techniek



#### **B4.1 Preventieve maatregelen**

Deze maatregelen zijn gericht op voorkoming van de vorming van waterstofsulfide ( $H_2S$ ). Eigenlijk is dit beperkt tot verkorting van de tijd dat het afvalwater in anaërobe omstandigheden verkeert. Onder anaërobe omstandigheden kunnen stankstoffen worden gevormd, waaronder  $H_2S$ . Lange persleidingen geven een hoge emissie van  $H_2S$  in het voortraject van de rwzi.

Door zuurstofinjectie in het begin van persleidingen wordt voorkomen dat een anaëroob milieu ontstaat en vorming van sulfiden uit sulfaat plaatsvindt. Door dosering van een krachtig oxydatiemiddel aan het einde van een persleiding worden sulfiden geoxydeerd tot sulfaat. Bij dosering van bijvoorbeeld waterstofperoxyde kan een reductie in  $H_2S$ -vorming worden bereikt van 80 tot 95%.

Slib afkomstig van de diverse procesonderdelen kan gaan rotten, zodat er stankstoffen worden geëmitteerd. Een dergelijke situatie kan worden voorkomen door afvoer naar elders en behandeling aldaar en door stabilisatie. Stabilisatie betekent dat het slib zodanig wordt behandeld dat geen rotting meer optreedt. Stabilisatie kan zowel aëroob (met doorblazen van lucht) als anaëroob (zonder toetreding van lucht) plaatsvinden. De anaërobe stabilisatie is de slibgisting. In beide gevallen is stabilisatie een betrekkelijk langdurige kwestie. Tijdens de stabilisatie worden organische bestanddelen die stank kunnen veroorzaken, afgebroken. Door intensieve beluchting van het influent worden de stankstoffen deels geoxydeerd en deels meegevoerd met de lucht. Het influent wordt op deze manier opgefrist, waardoor slechts een geringe hoeveelheid stankstoffen naar de volgende onderdelen van het zuiveringsproces wordt gevoerd. De ontwijkende lucht moet worden gereinigd.

Overdracht van een vluchtige stof uit de vloeistof (of vaste stof) naar de gasfase wordt niet alleen bepaald door de drijvende kracht ten gevolge van het verschil tussen evenwichtsconcentratie in de gasfase en de werkelijke concentratie daarin, maar ook door de grootte van het grensvlak vloeistof(vaste stof)/gas. Dit betekent dat emissiereductie mogelijk is door verkleining van de grootte van dit grensvlak. Voorbeelden hiervan zijn:

- afdekking van emitterende oppervlakken;
- maatregelen bij overstortranden. De emissie van een overstortrand wordt onder andere bepaald door de overstorthoogte. Verkleining hiervan geeft een emissiereductie. In het uiterste geval wordt gewerkt met een "verdronken" overstortrand (een overstortrand die geheel onder water gezet is).

#### **B4.2 Effectgerichte maatregelen**

Procesgeïntegreerde maatregelen bij rwzi's zijn grotendeels gericht op het omzetten van stankstoffen (waterstofsulfide) in minder of niet geurende componenten. Dit kan worden bereikt door verdunning van het afvalwater en fixatie.

Door het afvalwater te verdunnen, bijvoorbeeld met oppervlaktewater of met effluent neemt de concentratie van de stankstof af en daarmee tevens de drijvende kracht voor overgang naar de lucht. Uiteraard blijft de hydraulische belasting van de installatie wel bepalend voor de mogelijke mate van verdunning van het aangevoerde afvalwater.

De toevoeging van ijzerchloride kan de emissie van eventueel aanwezig  $H_2S$  beperken. In dat geval wordt het sulfide gebonden tot slecht oplosbaar ijzersulfide dat bezinkt en met het slib wordt afgevoerd. De emissie van  $H_2S$  kan ook worden beperkt door het scheppen van een basisch milieu, door toevoeging van kalk of loog.

De geurconcentraties op grondniveau in de omgeving van een geurbron (de geurimmissieconcentraties) zijn afhankelijk van de hoogte waarop de emissie plaatsvindt. Verhoging van het emissiepunt geeft een verlaging van de geurimmissieconcentraties. Dit kan gerealiseerd worden door bij afdekking van één of meerdere procesonderdelen de ventilatielucht van de afgezogen ruimtes onder de afdekkingen via een schoorsteen te emitteren.

### **B4.3 Afdekking van procesonderdelen**

De toepassing van nageschakelde technieken bij rwzi's betekent vaak afdekking van procesonderdelen van de rwzi. Indien een procesonderdeel wordt afgedekt en de ruimte onder de afdekking wordt afgezogen, moet de ventilatielucht worden behandeld in een afgasreinigingssysteem of worden toegepast als bellenbeluchting. In een aantal situaties (bijvoorbeeld bij procesonderdelen met grote oppervlakten met geringe gasvorming) kan gebruik worden gemaakt van een op het vloeistofoppervlak drijvende afdekking. In dit soort situaties is een afgasreinigingssysteem niet nodig en is er sprake van een verkleining van het uitwisselend oppervlak (zie ook B4.1).

Voor het afdekken van procesonderdelen van een rwzi kunnen de in tabel B4.2 vermelde materialen gebruikt worden. In de tabel is aangegeven voor welk type afdekking de betrokken materiaalsoort gebruikt kan worden (overspannend of drijvend). Tevens is een indicatie van de kosten ( $f/m^2$ ) gegeven. Deze kosten betreffen alleen de materiaalkosten.

De ruimte onder de afdekking wordt geventileerd, waarna de ventilatielucht behandeld wordt. Het te hanteren ventilatievoud is afhankelijk van het feit of de ruimte al dan niet betreedbaar dient te zijn en hoeveel  $H_2S$  in de lucht aanwezig is. De volgende ventilatievouden zijn gebruikelijk voor onderdelen met  $H_2S$ - emissie:

- te betreden ruimtes: 10 maal per uur;
- niet en vrijwel niet te betreden ruimtes: 1-3 maal per uur.

Aan de hand van het oppervlak van het af te dekken onderdeel en de hoogte van de ruimte onder de afdekking kan vervolgens het benodigde ventilatiedebiet bepaald worden.

**Tabel B4.2****Geschiktheid van afdekkingsmaterialen voor rwzi's**

Materiaal	Overspannend	Drijvend	Kosten (f/m <sup>2</sup> )
Beton	ja	nee	250 - 350
Aluminium	ja	nee	350 - 1000
Polyester	ja	ja	350 - 400 (drijvend) 900 - 1200 (overspannend)
Hout	ja	nee	250 - 350
PUR-schuim	nee	ja	80 - 115
Tentdoek	ja	nee	150 - 250

Voor behandeling van de ventilatielucht komen de onderstaande afgasreinigingstechnieken in aanmerking. De selectie van de technieken is beperkt gebleven tot die technieken die het meest gangbaar zijn. De vermelde technieken worden kort beschreven. Tevens wordt een inschatting gemaakt van het rendement. Tenslotte worden de kosten globaal weergegeven. De kostenschatting is beperkt tot de investeringskosten ("kaal"). Dit betekent dat kosten voor benodigde randapparatuur en andere bijkomende kosten (leidingensysteem, bouwkundige voorzieningen, engineering) niet worden meegenomen. Deze overige kosten kunnen totaal zeer globaal 50 tot 150% van de "kale" investeringskosten bedragen. De investeringskosten voor emissiebeperkende technieken zijn veelal te koppelen aan de grootte van het door te voeren debiet. Om deze reden worden de investeringskosten uitgedrukt in f/(Nm<sup>3</sup>/hr).

**B4.3.1 Biofiltratie**

Biofiltratie is een techniek waarbij stoffen door micro-organismen worden geoxideerd. Als dragermateriaal wordt vaak compost toegepast, waarin de benodigde nutriënten voor de micro-organismen aanwezig zijn. Meestal worden toeslagstoffen gebruikt voor verbetering van de structuur en verlaging van de drukval. Een veel toegepast mengsel is compost/boomschors. Het filtermateriaal moet na enige tijd worden vervangen ten gevolge van veroudering. De standtijd is veelal 3 jaar. Voor een goede werking van het filter is een vochtgehalte van 40-60 gew. % in het filtermateriaal belangrijk.

Biofiltratie is toepasbaar voor alle biologisch afbreekbare stoffen in concentraties tot 1 à 2 g/m<sup>3</sup>, voor ammoniak tot 20 à 30 mg/m<sup>3</sup> en voor H<sub>2</sub>S tot 50 à 100 mg/m<sup>3</sup> lucht. Bij deze hoge concentraties NH<sub>3</sub> en H<sub>2</sub>S is de standtijd echter wel erg beperkt.

Indien H<sub>2</sub>S-houdende afgassen in een biofilter worden behandeld, zal na verloop van tijd verzuring van het filter optreden. De optimale pH van het filter is 6 - 8. Om verzuring te voorkomen en daarmee de levensduur van het filtermateriaal te verhogen kan CaCO<sub>3</sub> als zuurbuffer voor de start aan het filtermateriaal worden toegevoegd. Overigens bevat compost reeds kalk, zodat een zekere zuurbuffering ook zonder extra toevoeging van CaCO<sub>3</sub> optreedt. Er zijn twee soorten systemen: open en gesloten. Het gesloten systeem heeft als voordeel dat het vochtgehalte van het filtermateriaal beter gereguleerd kan worden.

Afhankelijk van de belasting is een rendement van 90-95% is goed haalbaar bij een biofilter met een hoogte van 1 meter, een oppervlaktebelasting van maximaal 50 - 100 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.h en een H<sub>2</sub>S-belasting van maximaal 5 g/m<sup>3</sup>.h.

De "kale" investeringskosten voor biofilters bedragen  $f$  10-75/(Nm<sup>3</sup>/h) voor open systemen. Voor gesloten systemen zijn deze kosten ongeveer tweemaal zo hoog.

#### **B4.3.2 Biowassing**

Biowassers of bioscrubbers bestaan uit een absorptiestap in water (gaswassing), meestal door middel van een gepakte kolom, gevolgd door biologische reiniging van de waterstroom in een actief-slibinstallatie. In geval van een actief-slib- installatie moeten nutriënten worden toegevoegd. Een belangrijk verschil met biofilters is het feit dat via een spui afvoer mogelijk is van ongewenste componenten (bijvoorbeeld zuren) en dat een betere sturing van het proces (bijvoorbeeld het vochtgehalte) mogelijk is.

Afhankelijk van de belasting bij een goede dimensionering is een rendement van 90-95% haalbaar. De "kale" investeringskosten voor biowassers bedragen  $f$  50-200/(Nm<sup>3</sup>/h).

#### **B4.3.3 Biotricklingfilter**

Bij biotricklingfilters vindt verwijdering van de geurcomponenten plaats in één apparaat. De installatie bestaat uit een kolom met (kunststof) pakking, waarop de micro-organismen zich hechten. De pakking wordt bevochtigd met water, waarin zich de nutriënten bevinden. Ook voor deze techniek geldt dat afvoer mogelijk is van ongewenste componenten (bijvoorbeeld zuren) en het proces (bijvoorbeeld het vochtgehalte) beter stuurbaar is. Afvoer van ongewenste componenten vindt plaats met behulp van een spuiroom.

Afhankelijk van de belasting is bij een goede dimensionering is een rendement van 90-95% haalbaar.

De "kale" investeringskosten voor biotricklingfilters bedragen  $f$  50-200/(Nm<sup>3</sup>/h).

#### **B4.3.4 Lavafilter**

Een lavawasser (biosorpfilter) is gevuld met lavasteen die in tegenstelling tot andere filtermaterialen volledig stabiel blijft en derhalve een lange standtijd heeft. Op de lavafilterpakking wordt waterstofsulfide geoxideerd tot zwavelzuur en elementair zwavel.

Dit materiaal is ideaal als drager van micro-organismen, mede doordat het de eigenschap bezit water in een dunne film vast te houden rond de korrel.

Door de hoge adsorptie-capaciteit van het materiaal kunnen sterk variërende concentraties stankstoffen worden gebufferd. Het filtermateriaal is pH-bufferend. Een lavafilter heeft een lage luchtweerstand. De inhoud van het filter is afhankelijk van de te filteren luchthoeveelheid.

Het rendement van de verwijdering van waterstofsulfide kan, afhankelijk van de belasting, 90-95 % bedragen. De standtijd van de filterpakking kan enkele jaren zijn. De "kale" investeringskosten bedragen f 11.000,- tot f 62.000,-, voor een filter met een diameter tussen 1,4 en 6 meter en een hoogte van 4 m. De "kale" investeringskosten bedragen hiermee voor een open lavafilter circa f 10/(Nm<sup>3</sup>/h).

#### B4.3.5 Gaswassing

Bij gaswassing vindt reiniging van de afgasstroom plaats met behulp van water dat over een gepakte kolom wordt gespreid. Op deze wijze wordt een groot water/afgasgrensvlak gecreëerd zodat de te verwijderen componenten zo efficiënt mogelijk in het water worden opgenomen. Er wordt onderscheid gemaakt tussen absorptie en chemische wassing. Bij absorptie lossen de componenten op in water, in het geval van chemische wassing vindt na de absorptiestap een omzetting van de geabsorbeerde component plaats.

Bij verwijdering van zure componenten (bijvoorbeeld H<sub>2</sub>S) kan gebruik worden gemaakt van alkalische wassing. In dat geval wordt de afgasstroom gewassen met een waterige oplossing van veelal natronloog. Bij verwijdering van basische componenten (bijvoorbeeld ammoniak, amines) kan gewassen worden met een aangezuurde oplossing (bijvoorbeeld verdund zwavelzuur of zoutzuur).

Indien bij chemische wassing de verontreinigingen vergaand moeten worden geoxydeerd, worden oplossingen gebruikt van oxydatiemiddelen als H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (waterstofperoxyde), NaOCl (chloorbleekloog) of O<sub>3</sub> (ozon). Indien zure verbindingen aanwezig zijn wordt de oxydatiestap gevolgd door een neutralisatiestap met loog. Gaswassing levert een waterige spuistroom op.

Afhankelijk van de belasting is bij een goede dimensionering is een rendement van 90-95 % haalbaar.

Investeringskosten voor een afgasreinigingsinstallatie zijn afhankelijk van het te behandelen debiet. Naarmate het te behandelen afgasdebiet groter wordt zullen de investeringskosten per Nm<sup>3</sup>/hr dalen. Dit komt tot uiting in de volgende formule voor de "kale" investeringskosten (per Nm<sup>3</sup>/hr) voor gaswassers:

$$I = \frac{4000}{Q^{(0.6 \pm 0.1)}}$$

Met:

I: investeringkosten (f/(Nm<sup>3</sup>/hr))

Q: afgasdebiet (Nm<sup>3</sup>/hr)

#### B4.3.6 Adsorptie aan actief-kool

Bij actief-koolfiltratie hechten (absorberen) de geurcomponenten zich aan het actief kool. Op den duur zal het actief kool verzadigd raken zodat vervanging van het filtermateriaal noodzakelijk is. Een andere mogelijkheid is regeneratie van het actief-koolfilter. Dit geeft een aanzienlijke verhoging van de investeringskosten. Voor rwzi's is een niet-regeneratief systeem geschikter gezien de relatief lage concentraties in het afgas waardoor de vervangingsfrequentie laag zal zijn. Een nadeel voor toepassing bij rwzi's is het feit dat de afgasstroom niet te vochtig mag zijn (relatieve vochtigheid lager dan 60 á 70%). Opgemerkt wordt dat voor adsorptie van H<sub>2</sub>S speciaal geïmpregneerde kool nodig is.

Afhankelijk van de belasting is bij een goede dimensionering een rendement van 90-95% haalbaar.

Bij eenmalig gebruik van actief kool bedragen de "kale" investeringskosten f 5-10/(Nm<sup>3</sup>/h) inclusief een regeneratievoorziening. De exploitatiekosten zijn hoog.

