



⑫ A **Terinzagelegging** ⑪ **8403773**

Nederland

⑲ NL

-
- ⑤4 **Werkwijze voor het biologisch reinigen van verontreinigde gassen.**
- ⑤1 Int.Cl⁴.: C02F 3/00, B01D 49/00, B01D 53/00.
- ⑦1 Aanvrager: Nederlandse Centrale Organisatie voor
Toegepast-Natuurwetenschappelijk Onderzoek te 's-Gravenhage.
- ⑦4 Gem.: Ir. G.F. van der Beek c.s.
NEDERLANDSCH OCTROOIBUREAU
Joh. de Wittlaan 15
2517 JR 's-Gravenhage.

②1 Aanvraag Nr. 8403773.

②2 Ingediend 12 december 1984.

③2 --

③3 --

③1 --

⑥2 --

④3 Ter inzage gelegd 1 juli 1986.

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

Werkwijze voor het biologisch reinigen van verontreinigde gassen.

De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het biologisch reinigen van verontreinigde gassen met behulp van een of meer soorten micro-organismen.

Uit Chem. Ing. Tech. 56 (1984) nr. 4, blz. 279-286 is het bekend, dat velerlei soorten micro-organismen in staat zijn talrijke ongewenste bestanddelen in lucht, zoals in het bijzonder stankintensieve stoffen, in onbezwaarlijke produkten om te zetten. Aangezien de activiteit van dergelijke organismen aan water gebonden is, dienen zulke stoffen derhalve vanuit de gasfase in het waterige milieu van het microorganisme te worden overgebracht. Voor de in deze literatuurplaats beschreven aerobe microbiële omzetting dient naast water bovendien zuurstof aanwezig te zijn. Als technische uitvoeringsvormen voor het biologisch reinigen van bijvoorbeeld afgassen uit de landbouw respectievelijk de industrie worden in het bijzonder de biofilterinrichtingen alsook de biowasinrichtingen vermeld.

Een biofilter kan weergegeven worden door fig. 1, waarin (1) een toevoerleiding voor verontreinigde lucht, (2) een bevochtigingsinrichting voor de verontreinigde lucht, (3) een sproeinrichting, (4) een leiding voor de bevochtigde verontreinigde lucht, (5) een drukkamer of grindbed, (6) een filterbed van bijvoorbeeld compost en/of turf, en (7) een afvoer voor de gezuiverde lucht voorstellen. Naast de voordelen van een biofilter zoals geringe exploitatiekosten en een eenvoudige opbouw van het systeem bezit dit systeem een aantal nadelen, zoals een grote omvang en een beperkte oppervlaktebelasting. Biofilters bezitten namelijk normaliter een groot oppervlak, bijvoorbeeld van 300-1200 m² en een dikte van ongeveer 0,5 - 1 meter. De geringe oppervlaktebelasting van een biofilter hangt samen met de drukval over het filterbed, welke in verband met energiekosten niet meer dan 100-200 mm wk. dient te bedragen. Op grond hiervan bedraagt de oppervlaktebelasting van de huidige compostfilters ongeveer 100 m³/m²/uur. Door toepassing van op bijzondere wijze samengestelde compost kan de oppervlaktebelasting met een faktor 3-5 worden verhoogd.

Ter opheffing van een der aan de biofilters verbonden nadelen, namelijk de omvangrijkheid ervan, is de biowas-inrichting ontwikkeld. Een dergelijke inrichting kan worden voorgesteld door fig. 2 waarin (8) een waskolom, (9) een toevoerleiding voor verontreinigde lucht, (10) een afvoerleiding voor de gezuiverde lucht, (11) een

8403773

leiding voor het met verontreinigingen beladen water, (12) een beluchtingsvat met een luchttoevoerleiding (13) resp. -afvoerleiding (13a) en (14) een leiding voor gereinigd water voorstellen. Een dergelijk systeem bezit echter eveneens nadelen zoals het optreden van vervuiling van de pakking in de waskolom (8) door micro-organismen, terwijl tevens de stabiliteit van de micro-organismen in een dergelijk systeem te wensen overlaat. Bovendien wordt in de waskolom (8) met water slechts een beperkte stofoverdrachtssnelheid bereikt voor talrijke organische verbindingen zoals toluen. Op grond hiervan dient de grootte van de waskolom, alsook het debiet van de wasvloeistof aanzienlijk te zijn.

Gevonden werd, dat men de aan de bovenbesproken systemen verbonden nadelen geheel of grotendeels kan opheffen, wanneer in een eerste trap het verontreinigde gas in contact wordt gebracht met een waterige suspensie van een biologisch inert dragermateriaal, dat eventueel beladen is met een of meer soorten micro-organismen, waarna in een tweede trap de in de suspensievloeistof geabsorbeerde respectievelijk op het dragermateriaal geadsorbeerde verontreinigingen biologisch worden afgebroken.

Een van de aspecten van de uitvinding is, dat de volgens de uitvinding toe te passen dragermaterialen dienen als adsorbentia voor verbindingen, die slecht in water oplossen. Een ander aspect van de uitvinding is dat het dragermateriaal een stabiliserende werking op de micro-organismen heeft. Tevens kan als voordeel ten aanzien van biofilters naar voren worden gebracht, dat de bij de biofilters vereiste voorafgaande bevochtiging bij de werkwijze volgens de uitvinding overbodig is.

Vanwege de open-bedstructuur van de eerste trap van de werkwijze volgens de uitvinding kan deze in technisch opzicht op compacte wijze worden uitgevoerd. Op grond van de lage drukval en de snelle stofoverdracht kan in principe een oppervlaktebelasting van bijvoorbeeld $5000-10.000 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{uur}$ worden bereikt.

De tweede trap van de werkwijze volgens de uitvinding is een bioreaktor, waarin de met verontreinigingen beladen suspensie door micro-organismen wordt gezuiverd. Deze trap kan zowel aeroob als anaeroob of ook als een combinatie van beide worden uitgevoerd. Als voorbeeld van een dergelijke combinatie kan een aerobe omzetting van NH_3 in NO_3^- en vervolgens een anaerobe omzetting van het verkregen NO_3^- in N_2 worden genoemd.

Evenals de eerste trap kan ook de tweede trap van de werk-

8403773

wijze volgens de uitvinding op compacte wijze worden uitgevoerd. Zo is bij de aerobe reiniging het percentage van door lucht ingenomen ruimte in de inrichting volgens de uitvinding veel geringer dan in een uit de stand der techniek bekende biofilter (enkele procenten versus 50 procent). Bovendien is bij de uitvinding de hoeveelheid inert materiaal ten aanzien van de bekende biofilters gering. Tevens kan een kleiner grondoppervlak worden gerealiseerd omdat een hogere installatiehoogte mogelijk is. Bij een biofilter is dit niet realiseerbaar vanwege het te hoog oplopen van de drukval over het filter en diens gevolg van het energieverbruik. Bij discontinue emissies is het door het gebruik van adsorbentia mogelijk te volstaan met een kleinere biologische reaktor. Bij een emissieduur van bijvoorbeeld 2 uren per dag kan de biologische reaktor twaalf maal zo klein gedimensioneerd worden, doordat buiten de emissieperiode de in de adsorbentia opgeslagen verbindingen verder kunnen worden afgebroken.

Uit het bovenstaande volgt dat de benodigde inrichting voor het uitvoeren van de werkwijze volgens de uitvinding opgebouwd kan worden uit in de procesindustrie gebruikelijke apparatuur. Hierdoor kan de biologische reiniging volgens de uitvinding op eenvoudige wijze in reeds bestaande industriële processystemen worden ingepast. Voorts heeft de uitvinding het voordeel, dat specifieke micro-organismen kunnen worden toegepast, zodat het mogelijk is dragermateriaal te beladen met dat micro-organisme of micro-organismen, welke bij een bepaalde omzetting optimale resultaten opleveren. Tevens kunnen (an)organische verbindingen als nutriënten voor de betreffende micro-organismen worden toegepast.

De werkwijze volgens de uitvinding kan worden uitgevoerd in een inrichting volgens fig. 3. In deze inrichting stellen (15) een waskolom, (16) een toevoerleiding voor verontreinigde lucht, (17) een afvoerleiding voor de gezuiverde lucht, (18) een toevoerleiding van de suspensie van eventueel met een micro-organisme beladen drager, (19) een afvoerleiding van de suspensie van de eventueel met een micro-organisme beladen drager, (20) een biologische reaktor of reactorsysteem en (21) een spuileiding voor. Via spuileiding (21) wordt periodiek een deel van de vloeistof afgelaten om vergiftiging door ophoping van afbraakprodukten te voorkomen. Meer in het bijzonder kan de waskolom (15) in de vorm van bijvoorbeeld een gepakte kolom (bijvoorbeeld met een kanalenpakking) of als wervelwasinrichting worden uitgevoerd. Ten aanzien van de biologische reaktor (20) wordt naar voren gebracht, dat deze zowel aerob als anaerob kan worden bedreven en

8405773

bovendien, indien vereist, uit meerdere separate trappen voor de afbraak van verschillende verbindingen, welke onder verschillende omstandigheden plaatsvindt, kan bestaan.

Een voorkeursuitvoeringsvorm van de in fig. 3 weergegeven inrichting wordt in fig. 4 afgebeeld. In deze fig. 4 bezitten (15) t/m (20) de bij de bespreking van fig. 3 vermelde betekenissen en stellen (22) een verbindingsleiding tussen reaktor (20) en een scheidingsinrichting (23), (24) een retourleiding van de scheidingsinrichting (23) naar de reaktor (20) en (25) een spuileiding voor. De scheidingsinrichting (23) is bijvoorbeeld een bezinkvat of met voordeel een hydrocycloon(systeem), waaruit via leiding (18) een eventueel met micro-organismen beladen drager en via leiding (24) vloeistof met eventueel losse micro-organismen worden afgevoerd.

Als voorbeelden van bij de werkwijze volgens de uitvinding te gebruiken inerte dragermaterialen kunnen de uit de stand der techniek bekende inerte dragermaterialen worden genoemd zoals actieve koolsoorten, silica, alumina, zeolieten, moleculaire zeven, metaaloxiden, zand en poreus glas. De dragermaterialen worden bijvoorbeeld in een hoeveelheid van 2-40%, berekend op de suspensie toegepast.

De keuze van de micro-organismen bij de werkwijze volgens de uitvinding is enerzijds afhankelijk van de heersende omstandigheden, d.w.z. anaerobe- of aerobe omstandigheden en anderzijds van de gewenste reactie. Meer in het bijzonder kunnen onder anaerobe omstandigheden de volgende micro-organismen worden toegepast:

Aerobacter hydrogenomonas, Clostridiumsoorten, Methanospirillum soorten, Methanobactersoorten en Alkaligenessoorten.

Onder aerobe omstandigheden kunnen voor de afbraak van koolwaterstoffen diverse Pseudomonas- en Artrobactersoorten en schimmels, voor de afbraak van zwavelverbindingen zoals H_2S en mercaptanen Thiobacillussoorten, zoals Thiobacillus thiooxidans en Thiobacillus thioparus, voor de afbraak van stikstofverbindingen zoals NH_3 en aminen Nitrobacter- en Nitrosomonassoorten, en voor de afbraak van gechlloreerde koolwaterstoffen bijvoorbeeld Pseudomonas-, Arthrobacter-, Acinetobacter-, Rhodotorula- en Aspergillussoorten worden toegepast.

Veelal zal de drager beënt worden met een complex mengsel van micro-organismen zoals actief slib uit een aerobe c.q. anaerobe waterzuiveringsinstallatie, percolatiewater van composteringsprocessen, biomassa uit de slibgisting van rioolwaterzuiveringsinstallaties en/of extracten van methanogene sedimenten.

Voorbeelden van te reinigen afgassen zijn met (an)organische

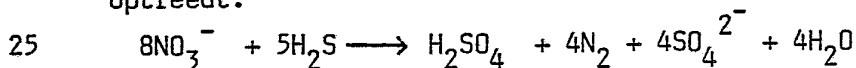
8403773

verontreinigingen beladen lucht, bijvoorbeeld afkomstig uit de intensieve veehouderij alsook industriële afgassen, welke bijvoorbeeld met koolwaterstoffen zoals toluen e.d. zijn verontreinigd. Een ander voorbeeld van een te zuiveren gas is biogas, dat bijvoorbeeld 0,1-2% H_2S bevat. Bij verbranding van een dergelijk H_2S bevattend biogas treden namelijk corrosieproblemen op in de verbrandingsapparatuur.

Bij de werkwijze volgens de uitvinding past men bij voorkeur een pH-buffer toe. Bijvoorbeeld behandelt men gassen welke met stikstofhoudende verbindingen zijn verontreinigd, met voordeel bij een pH van 7-9 en gassen, welke zwavelhoudende verontreinigingen bevatten, met voordeel bij een pH van 2-4.

Daar micro-organismen gevoelig zijn voor toxische componenten in het verontreinigde gas verdient het in een dergelijk geval aanbeveling de te reinigen gassen aan een chemische voorbehandeling te onderwerpen. Bijvoorbeeld kan een te hoge concentratie aan aldehyden een toxische invloed op de micro-organismen uitoefenen, zodat een milde chemische oxydatie van de aldehyden tot de overeenkomstige zuren met voordeel wordt toegepast.

Wanneer de reiniging volgens de uitvinding anaeroob wordt uitgevoerd dient het voor de reiniging toegepaste micro-organisme veelal van een nutriënt zoals nitraat te worden voorzien. Bijvoorbeeld wordt een dergelijke nitraat-toevoeging toegepast bij het anaeroob zuiveren van H_2S -bevattend biogas, waarbij de volgende reactie optreedt:



De laatstgenoemde reactie kan door een aantal micro-organismen worden uitgevoerd zoals Thiobacillus denitrificans en Thiomicrospira denitrificans. Volledigheidshalve wordt ten aanzien van deze laatstgenoemde reactie naar voren gebracht, dat het verkregen H_2SO_4 met behulp van een base zoals $CaCO_3$ of $Ca(OH)_2$ kan worden geneutraliseerd.

Voorts heeft de uitvinding betrekking op een werkwijze voor het biologisch reinigen van een verontreinigd gas met behulp van een of meer soorten micro-organismen, waarbij het te reinigen gas als verontreiniging een of meer gasvormige stikstofverbindingen bevat.

Het reinigen van gassen met daarin gasvormige stikstofverbindingen zoals NH_3 is bijvoorbeeld uit de intensieve veehouderij bekend. Met behulp van bijvoorbeeld biofilters kan dit NH_3 in NO_3^- (nitraat) worden omgezet. Het nadeel van de klassieke bedrijfsvoering is echter, dat het NO_3^- in grote hoeveelheden water vrijkomt, welk water dan ge-

loosd moet worden en derhalve milieuverontreiniging veroorzaakt.

Gevonden werd, dat het biologisch reinigen van gassen op een meer effectieve wijze kan worden uitgevoerd, wanneer het te reinigen gas als verontreiniging ten minste een of meer NO_x -gassen bevat, waarbij x een waarde van 0,5-2,5 bezit. Vanwege de omzetting van de NO_x -gassen in het nitraat wordt tevens de verontreiniging NO_x uit bijvoorbeeld rookgassen, de afgassen van salpeterzuurfabrieken of de afgezogen gassen boven van salpeterzuur voorziene beitsbaden verwijderd. Het NO_x -gehalte van de te reinigen gassen bedraagt bijvoorbeeld 10-1000 ppm.

Deze laatstgenoemde werkwijze kan met behulp van velerlei reinigingsinrichtingen zoals biofilters, biowassers en inrichtingen op basis van suspensies van eventueel met micro-organismen beladen dragermateriaal worden toegepast.

Daar bij de omzetting volgens de uitvinding van NO_x en andere stikstofhoudende verbindingen tamelijk geconcentreerde nitraatoplossingen worden verkregen, bezit het spuiwater van biofilters e.d. een aanzienlijke biologische voedingswaarde. De hoeveelheid nitraat kan hierbij oplopen tot 50-100 gram nitraat/liter spuiwater. Het is hierbij verrassend, dat de op het dragermateriaal aanwezige micro-organismen niet afsterven. Door een optimalisatie van de werkwijze volgens de uitvinding, zoals een kritische vochthuishouding en het gebruik van het spuiwater ter bevochtiging van het te reinigen gas resp. het dragermateriaal kan de concentratie aan nitraat in het spuiwater verder worden verhoogd.

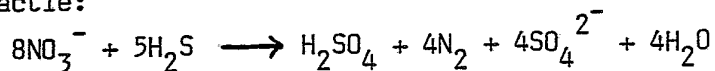
De op het gebruik van NO_x -gassen gebaseerde reinigingsmethode volgens de uitvinding kan op velerlei gebied worden toegepast. Door het bijmengen van rookgas aan een te reinigen afgasstroom wordt, zoals vermeld, uit het NO_x het nitraat (NO_3^-) gevormd, wat bijvoorbeeld bij met koolwaterstoffen verontreinigde gassen tot een verhoogde koolwaterstofconsumptie respectievelijk -afbraak leidt.

Een specifieke toepassing van de laatstgenoemde werkwijze volgens de uitvinding is gelegen in een biologisch reinigingssysteem inzake het reinigen en verbranden van biogas. Meer in het bijzonder kan deze specifieke werkwijze worden verduidelijkt aan de hand van fig. 5, waarin (27) een toevoerleiding voor biogas, (26) een reaktor, (28) een leiding voor gezuiverd biogas, (29) een verbrandingsinrichting voor het biogas, (30) een leiding voor rookgassen, (31) een reaktor voor het reinigen van de rookgassen, (32) een afvoerleiding voor de gereinigde rookgassen, (33) een leiding voor het toevoeren van water,

8403773

(34) een afvoerleiding van de in de tweede reactorvat verkregen nitraatoplossing en (35) een spuilleiding van de eerste reactor voorstellen. De hoeveelheid in reaktor (31) gevormd nitraat kan mede geregeld worden door afstelling van de verbrandingsinrichting (29).

5 In de eerste reactor van fig. 5 vindt een anaerobe omzetting plaats van het in het biogas aanwezige H_2S volgens de onderstaande reactie:



Het in deze reactor verkregen H_2SO_4 wordt met een base zoals $CaCO_3$ of
 10 $Ca(OH)_2$ geneutraliseerd. Het van de eerste reactor afkomstige gezuiverde biogas wordt vervolgens in een verbrandingsinrichting (29) verbrand. Bij deze verbranding komen rookgassen vrij, welke NO_x bevatten. Deze rookgassen worden al dan niet verdund in een tweede reactor (31) aerobisch behandeld, waarbij het NO_x in NO_3^- (nitraat) wordt
 15 omgezet. Behalve gereinigde rookgassen wordt uit deze tweede reactor (31) het gevormde nitraat afgevoerd, welk nitraat in de eerste reactor voor de daarin plaatsvindende anaerobe omzetting van H_2S kan worden toegepast.

Als micro-organismen, welke voor de anaerobe omzetting van
 20 H_2S kunnen worden toegepast, kunnen Thiobacillus denitrificans en Thiomicrospira denitrificans worden genoemd. Als micro-organismen, welke voor de omzetting van NO_x in NO_3^- geschikt zijn, kunnen Nitrosomonassoorten worden genoemd.

De uitvinding wordt aan de hand van de onderstaande voorbeelden nader toegelicht, welke echter niet beperkend dienen te worden uitgelegd.

Voorbeeld I

Gedurende een bedrijfstijd van 2000 uren/jaar werd uit een fabrieksinstallatie $120.000 \text{ m}^3/\text{uur}$ afgas met een toluëengehalte van 330 mg/m^3 en een temperatuur van 20°C afgevoerd en naar een inrichting volgens de uitvinding geleid.

De inrichting volgens de uitvinding, zoals weergegeven in fig. 3, bestond uit een waskolom (15) met een grondoppervlak van 30 m^2 en een hoogte van 1 m. Als suspensie werd water met 15 gew.% actieve kool toegepast. De actieve kool was door impregneren met percolatiewater van gecomposteerd huisvuil met micro-organismen beladen. De
 35 vloeistof/gas-verhouding in de waskolom (15) bedroeg 2 kg/kg. De met verontreiniging beladen suspensie werd vervolgens naar een bioreactor (20) geleid, welke een inhoud van 60 m^3 bezat (vat met een bodem-
 40 oppervlak van 30 m^2 en een hoogte van 2 m). Door de in de bioreactor

8403773

optredende biologische afbraak werd een verwijderingsrendement van 75-95% verkregen.

De bovenstaande inrichting volgens de uitvinding besloeg een grondoppervlak van 30 m^2 en bezat een hoogte van ca 5 m.

5 Bij vergelijking van de omvang van de bovenbeschreven inrichting volgens de uitvinding met die van een uit de stand der techniek bekende biofilter met een laagdikte van 1 m, welke bij een oppervlaktebelasting van $300 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{uur}$ voor het verwerken van $120.000 \text{ m}^3/\text{uur}$ een oppervlakte van 400 m^2 dient te bezitten, kan worden afgeleid, dat de inrichting
10 volgens de uitvinding een aanzienlijk kleiner grondoppervlak in beslag neemt (30 m^2 versus ca 400 m^2).

Ter illustratie van de afbraak respektievelijk het gunstige effect van NO_x -gassen op de werking van bioreaktors worden onderstaand enige voorbeelden vermeld, welke echter niet beperkend dienen te worden
15 uitgelegd.

Voorbeeld II

Een pilot-plantbiofilter met compost als biologisch actief vulmateriaal in een laagdikte van 1 m werd gebruikt voor het reinigen van gas, dat met 60 ppm NO_x was beladen. Het vulmateriaal was tevens
20 door toevoeging van kalk (CaCO_3) op een pH van 7-9 gebufferd. Het doorleiden van het met NO_x verontreinigde gas vond onder een oppervlaktebelasting van wel $400 \text{ m}^3/\text{m}^2$ uur plaats. Desondanks werd toch een verwijderingsrendement van 80-95% behaald.

Voorbeeld III

25 Een pilot-plantbiofilter met een boomschors/compost-mengsel als biologisch actief vulmateriaal werd gebruikt voor het reinigen van gas, dat met $330 \text{ mg toluen}/\text{m}^3$ was beladen. Het doorleiden van het verontreinigde gas vond onder een oppervlaktebelasting van $300 \text{ m}^3/\text{m}^2$ uur plaats.

30 Zonder het uitvoeren van een nitraattoevoeging of NO_x -suppletie bedroeg het toluen-verwijderingsrendement minder dan 10%. Echter bij een NO_x -suppletie van 10-20 $\text{mg NO}_x/\text{m}^3$ nam het toluen-verwijderingsrendement toe tot meer dan 90%. Bij gebruik van rookgas als NO_x -bron behoefde slechts 1-5% rookgas, berekend op het toluen bevattende
35 gas, aan het te reinigen gas te worden toegevoegd.

Voorbeeld IV

Bij dit voorbeeld werd de inrichting volgens fig. 5 toegepast. Biogas met 0,25 vol.% H_2S en een temperatuur van 20°C werd via leiding (27) door een biofilter (26) geleid, waarin zich een bed van

Thiobacillus denitrificans op actieve kool bevond. Het debiet van het biogas was $20 \text{ m}^3/\text{uur}$ en het volume van het biofilter bedroeg 2 m^3 . Het H_2S -verwijderingsrendement bedroeg 95-99%.

Het op deze wijze gereinigde biogas werd daarna via leiding
5 (28) naar een verbrandingsinrichting (29) geleid en verbrand, waarbij
via leiding (30) een rookgasstroom van $200 \text{ m}^3/\text{uur}$ met een NO_x -gehalte
van 500 ppm werd verkregen. Na koelen, bevochtigen en 2-5 maal verdun-
nen met omgevingslucht werd het verkregen afgas door een tweede biofil-
10 ter (31) geleid. Dit tweede filter was gevuld met een boomschors/com-
post-mengsel en bezat een grondoppervlak van $2,5 \text{ m}^2$ en een hoogte van
2 m.

Het spuiwater van het tweede biofilter (31) werd periodiek
via leiding (34) in een hoeveelheid van 50-100 l/dag over het bed van
het eerste biofilter (26) versproeid, waarbij het in dit spuiwater aan-
15 wezige nitraat dan in het eerste biofilter als nutriënt voor het daarin
aanwezige micro-organisme Thiobacillus denitrificans werd benut. Met
behulp van de in dit voorbeeld beschreven methode is het mogelijk een
continu reinigingsproces voor biogas respectievelijk een continue om-
zetting van NO_x -gassen in nitraat te realiseren welk nitraat als
20 nutriënt in het anaerobe reinigingsproces voor het biogas dienst kan
doen.

CONCLUSIES

1. Werkwijze voor het biologisch reinigen van een verontreinigd gas met behulp van een of meer soorten micro-organismen met het kenmerk dat in een eerste trap het verontreinigde gas in contact gebracht wordt met een waterige suspensie van een biologisch inert dragermateriaal, dat eventueel beladen is met een of meer soorten micro-organismen, waarna in een tweede trap de in de suspensievloeistof geabsorbeerde respectievelijk op het dragermateriaal geabsorbeerde verontreinigingen biologisch worden afgebroken.

2. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat in de eerste trap het verontreinigde gas in tegenstroom wordt geleid met de waterige suspensie van het biologisch inerte dragermateriaal.

3. Werkwijze volgens conclusie 1 of 2, met het kenmerk dat men als dragermateriaal actieve kool toepast.

4. Werkwijze volgens een of meer der conclusies 1 - 3, met het kenmerk dat men als bron voor micro-organismen percolatiewater van compostingsprocessen, actief slib uit een aerobe c.q. anaerobe waterzuiveringsinstallatie, biomassa uit de slibgisting van rioolwaterzuiveringsinstallaties en/of extrakten van methanogene sedimenten toepast.

5. Werkwijze volgens een of meer der conclusies 1-4, met het kenmerk dat men als verontreinigd gas met (an)organische verontreinigingen beladen lucht toepast.

6. Werkwijze volgens een of meer der conclusies 1 - 5, met het kenmerk dat men een met voor micro-organismen schadelijke stoffen beladen verontreinigd gas aan een chemische voorzuivering onderwerpt.

7. Werkwijze volgens een of meer der conclusies 1 - 4, met het kenmerk, dat men als verontreinigd gas H_2S bevattend biogas toepast.

8. Werkwijze volgens een of meer der conclusies 1 - 7, met het kenmerk, dat men een suspensie toepast, welke (an)organische verbindingen als nutriënt voor de micro-organismen bevat.

9. Werkwijze volgens een of meer der conclusies 1-8, met het kenmerk dat men voor het behandelen van gassen, welke met stikstofhoudende verbindingen zijn verontreinigd, een pH-buffer met een traject van 7-9 toepast.

10. Werkwijze volgens een of meer der conclusies 1 - 8, met het kenmerk, dat men voor het behandelen van gassen, welke met zwa-
velhoudende verbindingen zijn verontreinigd, een pH-buffer met een
trajekt van 2-4 toepast.

5 11. Werkwijze voor het biologisch reinigen van een veront-
reinigd gas met behulp van een of meer soorten micro-organismen, met
het kenmerk, dat het te reinigen gas als verontreiniging ten minste een
of meer NO_x -gassen bevat, waarbij x een waarde van 0,5-2,5 bezit.

10 12. Werkwijze volgens conclusie 11, met het kenmerk, dat men
als micro-organismen Nitrosomonas-soorten toepast.

13. Werkwijze volgens conclusie 11 of 12, met het kenmerk,
dat men als dragermateriaal al dan niet gezeefde compost of een biolo-
gisch inerte drager toepast.

15 14. Werkwijze volgens een of meer der conclusies 11-13, met
het kenmerk, dat men als bron voor NO_x -gassen rookgas toepast.

15. Werkwijze volgens conclusie 11, met het kenmerk, dat men
het in het verontreinigde gas aanwezige NO_x alsook andere stikstof-
bevattende verontreinigingen in NO_3^- omzet.

20 16. Werkwijze volgens conclusie 15, met het kenmerk, dat men
de omzetting van NO_x alsook andere stikstofbevattende verontreinigingen
in NO_3^- voortzet, totdat het water op het dragermateriaal 50-100 gram
 NO_3^- /liter bevat, waarna men dit NO_3^- -bevattend water afvoert en door
vers water vervangt.

25 17. Werkwijze volgens conclusie 15, met het kenmerk, dat men
het spuiwater, afkomstig van het dragermateriaalbed gebruikt ter be-
vochtiging van het te reinigen gas respectievelijk het dragermateriaal.

30 18. Werkwijze volgens een of meer der conclusies 11-17, met
het kenmerk, dat men een verontreinigd, niet met NO_x -gassen beladen gas
voor de biologische zuivering ervan met een NO_x -gassen bevattend gas
mengt.

35 19. Werkwijze volgens conclusie 11, met het kenmerk, dat men
in een eerste trap H_2S bevattend biogas anaeroob bij aanwezigheid van
 NO_3^- van H_2S bevrijdt, het gezuiverde biogas in een tweede trap ver-
brandt en het hierbij verkregen rookgas in een derde trap reinigt door
omzetting van NO_x in NO_3^- , welk nitraat vervolgens in de bovengenoemde
eerste trap wordt toegepast.

20. Werkwijze volgens conclusie 19, met het kenmerk, dat men in de eerste trap aanwezig zuur met een base zoals CaCO_3 of Ca(OH)_2 neutraliseert.

21. Werkwijze volgens conclusie 19 of 20, met het kenmerk,
5 dat men in de eerste trap een micro-organisme van het genus Thio-
bacillus zoals Thiobacillus denitrificans of van het genus Thiomicro-
spira zoals Thiomicrospira denitrificans en in de tweede trap een
micro-organisme van de genus Nitrosomonas toepast.

22. Inrichting, geschikt voor het reinigen van gassen,
10 gekenmerkt door een waskolom (15), een reaktor (20) en leidingen
(16), (17), (18), (19), en (21).

23. Inrichting, geschikt voor het reinigen van gassen,
gekenmerkt door een waskolom (15), een reaktor (20), een scheidings-
inrichting (23) en leidingen (16), (17), (18), (19), (22), (24) en
15 (25).

24. Inrichting volgens conclusie 23, met het kenmerk, dat de
scheidingsinrichting (23) een hydrocycloon of hydrocycloonsysteem is.

25. Inrichting, geschikt voor het reinigen van gassen zoals
biogas, gekenmerkt door twee reaktoren (26) en (31), een verbrandings-
20 inrichting (29) en leidingen (27), (28), (30), (32), (33), (34) en
(35).

fig-1

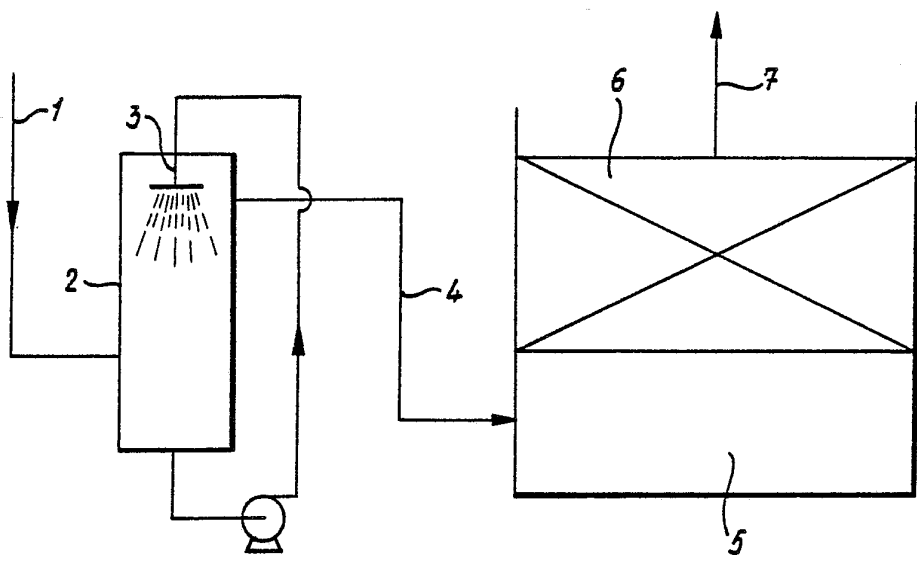
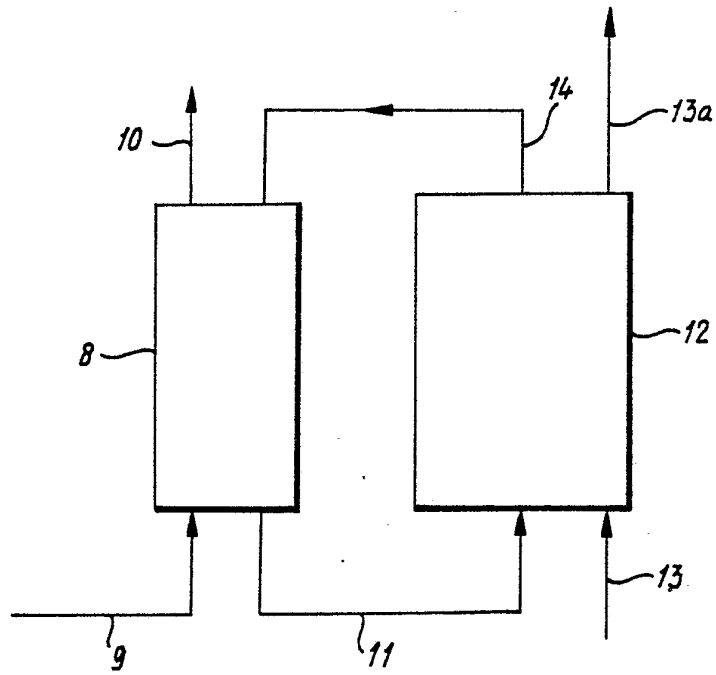


fig-2



8403773

fig-3

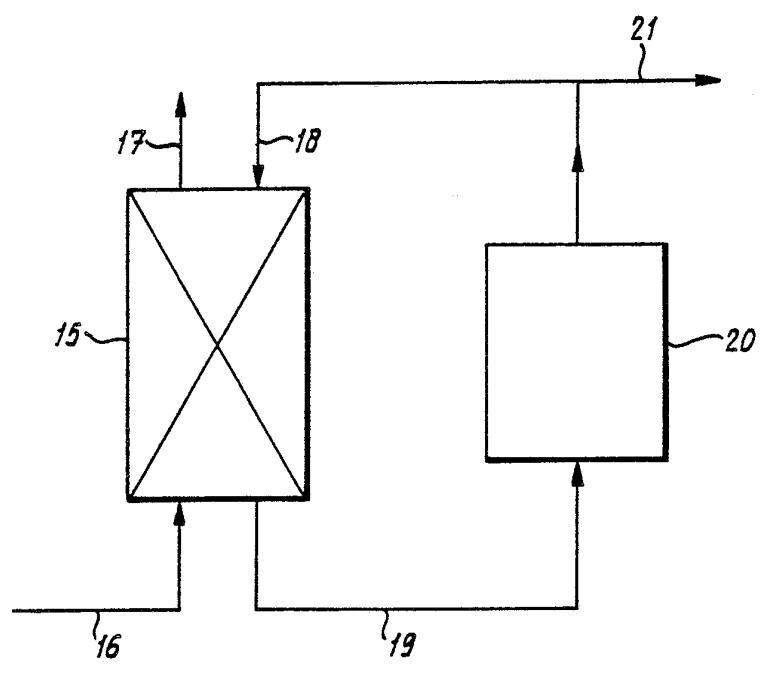
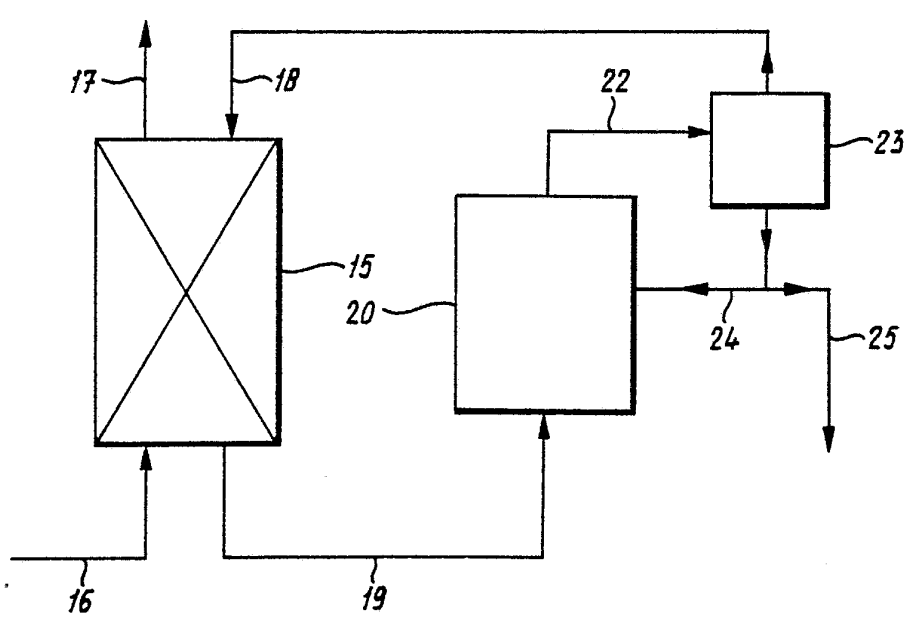
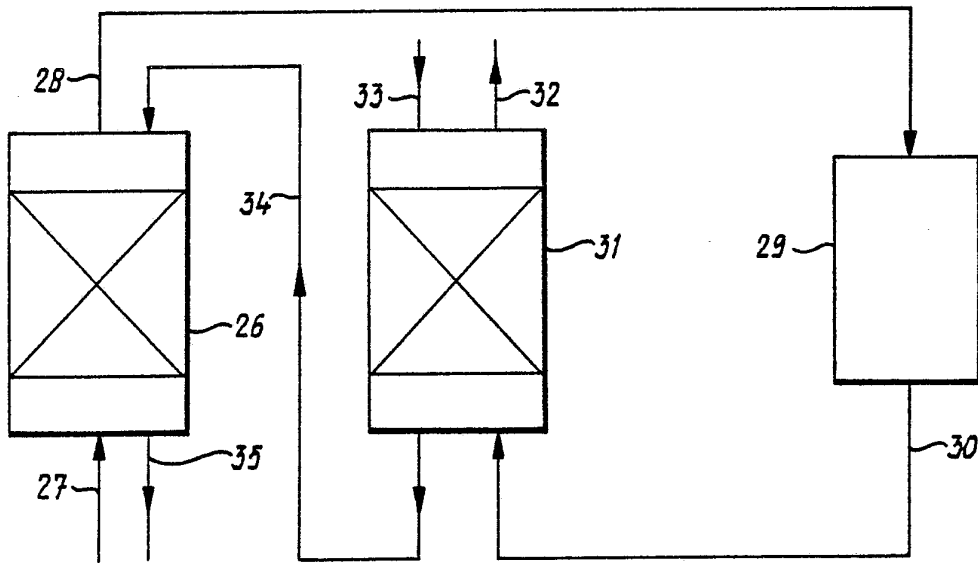


fig-4



8403773

fig-5



0403773