

(19)



Octrooi Centrum
Nederland

(11) 1025346

(12) C OCTROOI²⁰

(21) Aanvraag om octrooi: 1025346

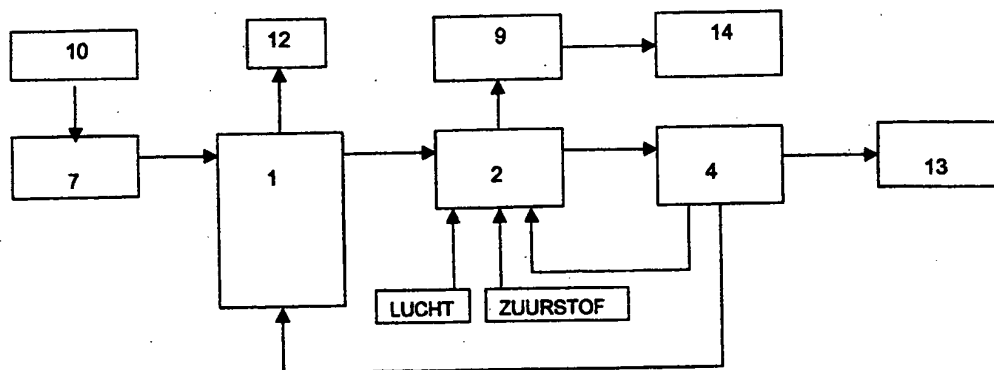
(51) Int.Cl.⁷
C02F11/04, C02F3/30, C02F11/02

(22) Ingediend: 29.01.2004

(41) Ingeschreven:
01.08.2005(47) Dagtekening:
01.08.2005(45) Uitgegeven:
03.10.2005 I.E. 2005/10(73) Octrooihouder(s):
Seghers Keppel Technology Group te
Willebroek, België (BE).(72) Uitvinder(s):
Pascal Pipyn te Willebroek (BE)
Frank Scheerlinck te Willebroek (BE)
Henk van den Berkmortel te Willebroek (BE)(74) Gemachtigde:
Mw. Dr. M.A.H. Luys te B-1831 Diegem.

(54) Een werkwijze voor het behandelen van organisch slib.

(57) De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het verwerken van slib en/of afvalwater met een hoog gehalte aan organische bestanddelen, waarbij het slib achtereenvolgens aan een anaëroob en aëroob biologisch fermentatieproces wordt onderworpen, waarbij de werkwijze de volgende stappen omvat: a) het slib wordt onderworpen aan een anaëroob biologisch fermentatieproces, waarbij een eerste biomassa met een interstitiële eerste vloeistoffase wordt gevormd en methaangas wordt geproduceerd; b) de aldus gevormde eerste biomassa en interstitiële eerste vloeistoffase worden naar een aërobe gistingstank gevoerd en onderworpen aan een aërobe fermentatie in aanwezigheid van een zuurstof bevattend gas, waarbij een tweede biomassa met een interstitieel tweede effluent wordt gevormd; c) waarna de aldus gevormde tweede biomassa en interstitieel effluent afgevoerd worden naar een afscheider voor het scheiden van de het slib in gezuiverd effluent en tweede biomassa.



NL C 1025346

De inhoud van dit octrooi komt overeen met de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekeningen.

Octrooi Centrum Nederland is het Bureau voor de Industriële Eigendom, een agentschap van het ministerie van Economische Zaken

Een werkwijze voor het behandelen van organisch slib

5 Deze uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het behandelen van organisch slib en/of afvalwater met een hoog gehalte aan organische bestanddelen, waarbij het slib achtereenvolgens aan een anaëroob en aëroob biologisch fermentatieproces wordt onderworpen, zoals beschreven in de aanhef van de eerste conclusie.

10 In de loop van de tijd werden tal van processen en afvalwater zuiveringsinstallaties ontwikkeld voor het behandelen van organisch vervuild water, afkomstig zowel van industriële activiteiten als van stedelijke agglomeraties. Bij het ontwikkelen van deze processen heeft men zich gericht op het aspect van het zuiveren van het afvalwater. Het probleem dat bij het zuiveren van afvalwater slib gegenereerd wordt, had een lagere prioriteit en werd dan ook slechts partieel opgelost.

15 Voor wat slib betreft onderscheidt men in het algemeen:

- Primair slib, dat geproduceerd wordt in primaire bezinkingstanks. Dit slib bevat hoofdzakelijk organische resten en uiteenlopende soorten afval, zoals bijvoorbeeld organische grondstoffen; voedingsresten enz.
- 20 - Secundair slib, dat geproduceerd wordt in biologische afvalwater zuiveringsinstallaties en dat hoofdzakelijk uit micro-organismen bestaat, de zogeheten biomassa. Secundair slib kan diverse typen micro-organismen bevatten zoals bijvoorbeeld bacteriën, schimmels, gisten, protozoa, nematoden, algen enz.

25 Uit US-A-5.141.646 is een werkwijze bekend voor het behandelen van slib en/of organisch afval die de volgende stappen omvat:

1. slib dat ongeveer 4-8 % vaste stof bevat, wordt in een maalinrichting gebracht en van daar naar een menginrichting gevoerd waar het slib gemengd wordt.

2. het gemengde slib wordt aan een autothermische anaërobe fermentatie inrichting (AAD) toegevoerd, ten einde energie aan het afval te onttrekken, door recuperatie van het tijdens de anaërobe fermentatie gevormde methaan. Eventueel kunnen water en/of voedingsstoffen aan de AAD inrichting toegevoerd worden. Indien nodig kan de overmaat biomassa die in de AAD inrichting aanwezig is, afgevoerd worden. Dit vereist echter een additionele processtap.
3. de in de AAD gesedimenteerde biomassa wordt naar een hydrolyse eenheid getransporteerd en gehydrolyseerd onder inwerking van sterk zuur of base, en eventueel naar de menginrichting terug gevoerd. Meestal wordt 1 deel zuur of base per 10 delen droge stof toegepast.
4. de in de AAD bovenstaande vloeistof wordt naar een ATAD reactor (autothermische aërobe fermentatieinrichting) gevoerd. Het afval wordt onderworpen aan een thermofiel aëroob fermentatieproces, bij een temperatuur van ongeveer 50-70°C in aanwezigheid van zuurstof. Om toe te laten dat de daarbij gevormde biomassa kan bezinken, wordt de ATAD reactor bijvoorbeeld één keer per dag stil gelegd. Vervolgens wordt een deel van de biomassa verwijderd en naar de hydrolyse-eenheid gevoerd voor hydrolyse, waarna de gehydrolyseerde biomassa naar de menginrichting wordt terug gevoerd en met het inkomende afval wordt vermengd. De biomassa bezinkt echter nauwelijks.
5. De bovenstaande gezuiverde vloeistof wordt afgevoerd en kan aan een verdere verwerking onderworpen worden. Het is bijvoorbeeld mogelijk de bovenstaande vloeistof af te voeren naar een extractie-inrichting waar de voedingsstoffen uit de vloeistof worden geëxtraheerd, of het gezuiverde afvalwater terug te voeren naar het proces waarin het afvalwater gegenereerd werd.

De in US-A-5.141.646 beschreven werkwijze heeft echter het nadeel dat de overmaat biomassa gevormd in de AAD-reactor, verwerkt wordt door de biomassa aan een hydrolyse met chemicaliën te onderwerpen. Dit brengt een groot verbruik aan chemicaliën met zich mee.

NL-A-9301151 lost het probleem op van het verschaffen van een werkwijze voor het behandelen van industrieel toxisch

afval, met een verminderde slibproductie. Daartoe wordt het afval aan een anaërobe biologische fermentatie in een AAD-reactor onderworpen, waarbij een eerste biomassa en een effluent worden gevormd. Het effluent wordt naar een ATAD-reactor afgevoerd en daarin aan een aërobe fermentatie onderworpen, bij een temperatuur tussen 40 en 70°C. In de ATAD-reactor wordt een tweede biomassa gevormd en een bovenstaand effluent, dat aan een additioneel zuiveringsproces wordt onderworpen voor het verwijderen van het aanwezige stikstof en fosfor. De overmaat gevormde tweede biomassa wordt geoxideerd bijvoorbeeld in aanwezigheid van waterstofperoxide, bij een pH tussen 1 en 6 en een temperatuur tussen 50 en 70°C. Daarbij wordt de tweede biomassa omgezet tot een geoxideerd effluent, dat naar de ATAD-reactor wordt teruggevoerd.

De in NL-A-9301151 beschreven werkwijze heeft echter het nadeel dat de in de ATAD-reactor gevormde tweede biomassa aan een oxidatie wordt onderworpen, waardoor de in deze biomassa opgeslagen energie dus niet nuttig gebruikt wordt.

De beide hierboven beschreven werkwijzen hebben het nadeel dat de biomassa nauwelijks bezinkt en dat de hydrolyse van de AAD biomassa enerzijds en de oxidatie van de ATAD biomassa anderzijds, additionele processtappen zijn die een grote hoeveelheid chemicaliën verbruiken indien een volledige verwerking van de biomassa beoogd wordt. Bovendien hebben zij een loutere destructie van de biomassa voor gevolg en voorzien zij niet in een nuttig gebruik van de in de tweede biomassa opgeslagen energie. Er is bijgevolg een behoefte aan een slib verwerkingsproces dat in een beter verbruik van de in het slib opgeslagen energie voorziet.

Deze uitvinding beoogt daarom een werkwijze en een inrichting te verschaffen waarmee niet alleen een optimale slibverwerking gerealiseerd kan worden, maar waarmee ook een optimale fermentatie van de tijdens deze werkwijze gevormde biomassa verschaft wordt, zodat een minimale hoeveelheid residueel slib, in het bijzonder biomassa, gevormd wordt.

Dit wordt volgens deze uitvinding bereikt met de technische maatregelen van het kenmerk van de eerste conclusie.

In de werkwijze van deze uitvinding wordt het slib eerst aan een anaëroob biologisch fermentatieproces onderworpen. Vervolgens wordt het van de anaërobe fermentatie afkomstig slib, dus
5 vloeistoffase inclusief de gevormde eerste biomassa, aan een aërobe fermentatie onderworpen.

De werkwijze van deze uitvinding omvat de volgende stappen:

- 10 a. het slib wordt onderworpen aan een anaëroob biologisch fermentatieproces. Ten gevolge van deze anaërobe fermentatie wordt biogas vrijgesteld dat in hoofdzaak methaan bevat, dat een energiebron is geschikt voor verder gebruik. Meestal is eveneens een hoeveelheid koolstofdioxide aanwezig. Tijdens het anaëroob fermentatieproces
15 wordt een hoeveelheid van een eerste slib of biomassa gevormd, in een eerste vloeistoffase, waarbij een eerste significante vermindering van het vaste stof gehalte in de eerste vloeistoffase gerealiseerd wordt.
- b. het aldus gevormde eerste slib in zijn geheel, dus zowel de biomassa als interstitiële vloeistoffase, wordt naar een aërobe gistingstank
20 gevoerd en daarin onderworpen aan een aërobe fermentatie in aanwezigheid van een zuurstof bevattend gas. Tijdens de aërobe fermentatie wordt een tweede slib of biomassa gevormd, in een tweede effluent, waarbij een verdere vermindering van het vaste stof gehalte gerealiseerd wordt.
- 25 c. De inhoud van de aërobe gistingstank wordt naar een scheidingsinrichting gevoerd, voor het scheiden van de tweede biomassa en het gezuiverd effluent.

De werkwijze van deze uitvinding is geschikt voor het verwerken van zowel primair als secundair organisch slib.

30 Door het slib eerst aan een anaërobe fermentatie te onderwerpen, wordt bewerkstelligd dat het in het slib aanwezig organisch afval volledig en als dusdanig beschikbaar is voor de anaërobe fermentatie, waardoor methaan productie in de anaërobe fermentatie gemaximaliseerd kan

worden. In de op de anaërobe fermentatie volgende aërobe fermentatie worden zowel het afval restant dat niet in de anaërobe fermentatie verwerkt kon worden als de eerste anaërobe biomassa, verwerkt. Het ten minste gedeeltelijk verwerken van de anaërobe biomassa in de aërobe fermentatie, maakt het mogelijk het gebruik van chemicaliën tijdens een daarop volgende hydrolyse te verminderen.

De uitvinder heeft verrassenderwijs gevonden dat de aërobe biomassa in staat is de in de anaërobe fermentatie gevormde biomassa te fermenteren en niet alleen de interstitiële vloeistof. De uitvinder heeft verder vastgesteld dat de aërobe biomassa een veel snellere kweek en groei vertoont dan de anaërobe biomassa, en dat de anaërobe fermentatie relatief gezien een langere doorlooptijd heeft dan de aërobe fermentatie. Dit brengt met zich mee dat de anaërobe gistingstank en de anaërobe biomassa meestal een veel groter volume innemen dan de aërobe gistingstank en aërobe biomassa. De vinding dat de aërobe biomassa in staat is de anaërobe biomassa te fermenteren, laat toe een eventuele overmaat anaërobe biomassa snel te fermenteren en te verwerken en het in het proces aanwezige volume anaërobe biomassa binnen aanvaardbare grenzen te houden, zonder dat daartoe een additionele tussentijdse processtap, zoals hydrolyse of oxidatie nodig is.

In de werkwijze van deze uitvinding wordt dus niet alleen het in de anaërobe fermentatie gevormde effluent aan een aërobe fermentatie onderworpen zoals bekend is uit de stand van de techniek, maar ook de in de anaërobe fermentatie gevormde biomassa. Deze uitvinding verschaft bijgevolg de mogelijkheid om gelijktijdig een verwerking van slib en/of afvalwater en een zuivering van het in het slib aanwezig interstitiële water te bewerkstellingen. Daarbij verschaft deze uitvinding tegelijkertijd de mogelijkheid de in de werkwijze van deze uitvinding gevormde en aanwezige hoeveelheid biomassa te sturen, door gebruik te maken van biologische verwerking van de ene biomassa door de andere, met een minimaal verbruik aan chemicaliën.

Bij voorkeur wordt de uit de aërobe gistingstank afkomstige tweede biomassa onderworpen aan een fysische desintegratie,

5 waardoor de aërobe biomassa geschikt wordt voor directe introductie in de anaërobe fermentatie. In de desintegratie wordt de biomassa die meestal de vorm aanneemt van vlokken van geassocieerde micro-organismen, tot individuele cellen of kleinere groepen cellen gedesintegreerd. De desintegratie veroorzaakt tevens een mechanische aantasting van de celwanden zodat de celinhoud vrijkomt en geschikt is voor verwerking in de anaërobe fermentatie.

10 Vooraleer de afgescheiden tweede biomassa naar de desintegrator wordt gestuurd, wordt ze bij voorkeur onderworpen aan een chemische en/of thermische hydrolyse voor het verweken van de celwanden van de in de biomassa aanwezige micro-organismen, ten einde een verbeterde afbraak in de desintegrator te realiseren. Het van de chemische en/of thermische hydrolyse afkomstige materiaal wordt bij voorkeur teruggevoerd naar één of meer van de desintegrator, de acidogene, de anaërobe of de aërobe gistingstank, aangezien het gehydrolyseerde materiaal
15 voedingsstoffen voor de acidogene, anaërobe en/of aërobe biomassa bevat.

In deze uitvinding kan de anaërobe fermentatie eveneens voorafgegaan worden door een acidogene fermentatie, afhankelijk van de aard van het slib. Het uitvoeren van een acidogene fermentatie is voornamelijk van belang bij het behandelen van primair slib dat snel verzurende componenten, bijvoorbeeld zetmeel, bevat. In de acidogene
20 fermentatie wordt het toegevoerde slib, en bij voorkeur eveneens de van de aërobe fermentatie afkomstige biomassa, aan een biologische hydrolyse in licht zuur milieu onderworpen door de inwerking van micro-organismen en de door hen geproduceerde enzymen, met de bedoeling het slib ten minste gedeeltelijk te hydrolyseren. De hydrolyse veroorzaakt een omzetting van het organisch materiaal tot zijn bouwstenen, zoals bijvoorbeeld vluchtige vetzuren, aminozuren, enz. De uitvinder heeft nu gevonden dat deze bouwstenen een
25 optimaal substraat vormen voor de methanogene micro-organismen aanwezig in de anaërobe eerste biomassa, waardoor de anaërobe fermentatie bevorderd wordt en een verbeterde omzetting van het slib bewerkstelligd wordt.
30

De werkwijze van deze uitvinding biedt het bijzondere voordeel dat ze geschikt is voor het verwerken van organisch slib en/of afvalwater, met een hoog gehalte aan al dan niet opgeloste organische

De inrichting van deze uitvinding voor het

10 verwerken van organisch slib en/of afvalwater met een hoog gehalte aan organische bestanddelen, omvat een toevoer voor het toevoeren van het slib en/of afvalwater aan een anaërobe gistingstank, een anaërobe gistingstank voor het ten minste gedeeltelijk anaëroob fermenteren van het slib en/of de organische bestanddelen tot biogas en een eerste biomassa in een eerste

15 vloeistoffase, een verbinding voor het transporteren van de eerste biomassa, resterend slib en eerste vloeistoffase naar een aërobe gistingstank voor het aëroob fermenteren van de eerste biomassa tot koolzuurgas, tweede interstitieel effluent en een tweede biomassa, en een verbinding voor het transporteren van de uit de aërobe gistingstank afkomstig tweede biomassa en

20 tweede interstitieel effluent naar een scheidingsinrichting voor het afscheiden van vaste stof en effluent, en een verbinding voor het terugvoeren van de vaste stof naar één of meer van de de anaërobe en aërobe gistingstank.

De inrichting van deze uitvinding bevat bij voorkeur tussen de toevoer en de anaërobe gistingstank een desintegrator voor het fysisch desintegreren van de van de scheidingsinrichting afkomstige vaste stof.

Een andere voorkeursuitvoeringsvorm van de inrichting van deze uitvinding wordt gekenmerkt doordat de inrichting tussen de desintegrator en de anaërobe gistingstank een acidogene gistingstank bevat voor het microbiologisch hydrolyseren van het toegevoerde organisch materiaal.

Een additionele voorkeursuitvoeringsvorm van de inrichting van deze uitvinding wordt gekenmerkt doordat de

scheidingsinrichting verbonden is met een chemische reactor voor het hydrolyseren van de vaste stof, waarbij de chemische reactor verbonden is met één of meer van de desintegrator, de acidogene reactor, de anaërobe gistingstank en de aërobe gistingstank voor het terugvoeren van de gehydrolyseerde vaste stof naar één meer van deze.

De uitvinding wordt verder toegelicht aan de hand van de bijgevoegde figuren en beschrijving van de figuren.

Figuur 1 toont een schematische opstelling van de basis eenheden van de inrichting van deze uitvinding.

Figuren 2-4 tonen een schematische opstelling van drie voorkeursuitvoeringsvormen van de inrichting van deze uitvinding.

De in figuur 1-4 getoonde inrichting omvat een toevoer 11 voor het te verwerken slib 10 of afvalwater met een hoog gehalte aan al dan niet opgeloste organische bestanddelen, een menginrichting 7 voor het homogeniseren van het toegevoerde slib, een gistingstank voor het uitvoeren van de anaërobe fermentatie 1 van het slib tot een eerste biomassa en een eerste effluent, en een gistingstank voor het uitvoeren van de aërobe fermentatie 2 van de uit de anaërobe fermentatie afkomstige eerste biomassa en eerste effluent tot een tweede biomassa en tweede effluent.

De aanwezigheid van een homogeniseringsinrichting 7 geniet de voorkeur om een optimale verwerking van primair slib met uiteenlopende samenstelling toe te laten. Primair slib bijvoorbeeld bevat hoofdzakelijk organische resten en uiteenlopende soorten afval, zoals bijvoorbeeld organische grondstoffen, voedingsresten enz. Om een optimale slibverwerking te garanderen, het risico op dichtslibbing in vervolgstappen te minimaliseren en een maximale efficiëntie in alle proces stappen te garanderen, is het aan te raden het slib vooraf in een homogeniseerinrichting 7 te verkleinen en te homogeniseren. Secundair slib anderzijds, dat geproduceerd wordt in biologische afvalwater zuiveringsinstallaties, bestaat hoofdzakelijk uit micro-organismen zoals bijvoorbeeld bacteriën, schimmels, gisten, protozoa, nematoden, algen enz.

Na te zijn gehomogeniseerd wordt het slib naar de anaërobe gistingstank 1 gevoerd en aan een anaërobe fermentatie, in het

bijzonder een anaëroob methaan gistingsproces onderworpen, waarbij biogas wordt gevormd. Het biogas bevat voornamelijk methaan en koolzuurgas en is geschikt voor de productie van elektriciteit en/of warmte. De anaërobe fermentatie wordt bij voorkeur uitgevoerd bij een temperatuur tussen 25-65°C.

5 Een temperatuur tussen 30 en 40°C geniet bijzondere voorkeur indien hoofdzakelijk secundair slib wordt verwerkt dat veel proteïnes bevat, zodat ammoniak productie en dus het risico op inhibitie van de anaërobe biomassa, geminimaliseerd kan worden. Een temperatuur tussen 50 en 60°C geniet de voorkeur bij het verwerken van primair slib. De hogere temperatuur laat een
10 snellere fermentatie toe, waarbij omwille van de samenstelling van het primair slib slechts een geringe ammoniakproductie optreedt. De anaërobe fermentatie wordt bij voorkeur uitgevoerd bij een pH tussen 6,5 en 8,5, met meer voorkeur tussen 6,8 en 8,2, aangezien in dit pH bereik een optimale activiteit van de methanogene micro-organismen waargenomen werd.

15 In de anaërobe fermentatie worden de organische bestanddelen grotendeels omgezet tot methaan. Het vooraan plaatsen van de anaërobe fermentatie biedt het voordeel dat het slib reeds voor een groot deel in energetisch interessant materiaal wordt omgezet. Slechts een restant slib behoeft een verdere aërobe verwerking, zodat een
20 geringere hoeveelheid zuurstof nodig is voor het verkrijgen van een maximale omzet in de aërobe fermentatie in vergelijking met de situatie waarbij de organische stoffen in het slib als dusdanig aëroob gefermenteerd worden. Met de werkwijze van deze uitvinding kan aldus de zuurstofconsumptie in de aërobe fermentatie geminimaliseerd worden.

25 Uit de stand van de techniek van het zuiveren van afvalwater is het bekend om de aërobe fermentatie vooraan in het proces te plaatsen. Dit laat toe natuurlijke opwarming van het reactiemengsel vanwege het exotherm karakter van de aërobe fermentatie te bewerkstelligen en warmtetoevoer te minimaliseren. Het plaatsen van de aërobe fermentatie voor
30 de anaërobe fermentatie heeft echter het nadeel dat de in het slib aanwezige organische bestanddelen reeds in de aërobe fermentatie grotendeels worden omgezet, waardoor minder organisch materiaal overblijft voor methaanproductie in de anaërobe fermentatie.

Na het beëindigen van de anaërobe fermentatie, wordt het organisch materiaal, dit is de eerste anaërobe biomassa en eerste vloeistoffase evenals enig resterend slib, naar de aërobe fermentatie 2 gevoerd en aan een aërobe fermentatie onderworpen.

5 De aërobe fermentatie wordt bij voorkeur uitgevoerd bij een temperatuur tussen 25 en 70°C, met meer voorkeur tussen 45 en 65°C. Vanwege het exotherme karakter van de aërobe fermentatie stelt deze temperatuur zich meestal vanzelf in, zonder dat additionele verwarming vereist is.

10 Om aërobe fermentatie te bewerkstelligen wordt een zuurstof bevattend gas aan de aërobe gistingstank 2 toegevoerd. Tijdens de aërobe fermentatie wordt het organisch materiaal afkomstig van de anaërobe fermentatie omgezet, waarbij een aanzienlijke hoeveelheid koolzuurgas en in mindere mate ammoniak, worden geproduceerd. Het
15 ammoniak lost op in het reactiemengsel, wat een pH verhoging met zich meebrengt.

In de werkwijze van deze uitvinding wordt tijdens de aërobe fermentatie bij voorkeur zuiver zuurstof toegediend. Daarbij wordt de zuiver zuurstof toevoer zodanig ingesteld dat nagenoeg alle zuurstof
20 verbruikt wordt. De uitvinder heeft vastgesteld dat de zuurstof goed in het reactiemengsel oplost, zodat een optimale beschikbaarheid van de zuurstof voor de biomassa verschaft wordt. Om een zo goed mogelijke oplosbaarheid van de toegevoerde zuurstof in het reactiemengsel te garanderen wordt de zuurstof vooraf in een klein volume aëroob slib opgelost, waarna dit slib in de
25 aërobe gistingstank wordt gebracht.

Tijdens de aërobe fermentatie wordt koolzuurgas gevormd. De uitvinder heeft vastgesteld dat het koolzuurgas grotendeels in het reactiemengsel oplost. Dit heeft echter voor gevolg dat de pH van het reactiemengsel verlaagt. Om te voorkomen dat de pH te laag zou worden, kan
30 ervoor gekozen worden een zuurstof/lucht mengsel toe te voeren in plaats van zuiver zuurstof, ten einde de in het reactiemengsel aanwezige overmaat koolzuurgas door de lucht uit te drijven. Om tegelijkertijd het risico op schuimvorming door de in de lucht aanwezige stikstof te minimaliseren, zal

men ernaar streven de luchttoevoer te minimaliseren en een zo hoog mogelijke verhouding zuurstof/lucht te hanteren.

5 Zoals hierboven is uitgelegd laat het sturen van samenstelling van het zuurstof/lucht mengsel niet alleen toe pH van het reactiemengsel binnen de gewenste grenzen te houden, zonder dat het daartoe nodig is chemicaliën (minerale of organische zuren of basen) te gebruiken, maar is het tevens mogelijk schuimvorming binnen praktische grenzen te houden.

10 De aërobe fermentatie wordt meestal uitgevoerd bij een pH tussen 6 en 9. Afhankelijk van de aard van het slib kan het wenselijk zijn de aërobe fermentatie bij een hogere pH (bijvoorbeeld tussen 8-9) of bij een lagere pH (bijvoorbeeld tussen 6 en 7) te laten doorgaan. De pH wordt gestuurd door de samenstelling van het toegevoerde gas te variëren van zuiver zuurstof naar een samengestelde zuurstof/lucht mengsel.

15 Vooraleer verder te worden verwerkt of te worden afgevoerd, wordt de uit de aërobe fermentatie verkregen biomassa of het uit de aërobe fermentatie verkregen slib-water mengsel bij voorkeur naar een scheidingsinrichting 4 gevoerd, voor het scheiden van de tweede biomassa en het effluent 13. Hiertoe kunnen de bij de vakman bekende inrichtingen gebruikt
20 worden zoals bijvoorbeeld een centrifuge, een drukpers, een ultra-filter of iedere andere bij de vakman bekende inrichting. Het effluent kan bijvoorbeeld terug gevoerd worden naar de afvalwater zuiveringsinstallatie waarvan het slib afkomstig is. De organische bestanddelen of de vaste stof wordt bij voorkeur terug gevoerd naar één of meer van de anaërobe gistingstank 1, de aërobe
25 gistingstank 2, de acidogene reactor 3, een desintegrator 6 of een chemische reactor 5 voor het hydrolyseren van de tweede biomassa.

Vooraleer naar het proces te worden terug gevoerd, wordt de uit de scheidingsinrichting 4 afkomstige vaste stof bij voorkeur naar een desintegrator 6 gevoerd voor het bewerkstelligen van een
30 fysische desintegratie, waardoor de aërobe biomassa geoptimaliseerd wordt voor directe introductie in de anaërobe fermentatie 1 (zie figuur 2). In de desintegratie wordt de biomassa die meestal de vorm aanneemt van vlokken van geassocieerde micro-organismen, tot individuele cellen of kleinere

groepen cellen gedesintegreerd. De desintegratie veroorzaakt tevens een mechanische aantasting van de celwanden zodat de celinhoud vrijkomt en geschikt is voor verwerking in de acidogene en/of anaërobe fermentatie. Desintegratie wordt meestal fysisch uitgevoerd, bijvoorbeeld door cavitatie of ultrasoon. Cavitatie is een fysisch proces dat mechanisch geïnduceerd wordt, bijvoorbeeld door de vaste stof aan een plotselinge drukval te onderwerpen waardoor de cellen van de vaste stof als het ware exploderen en hun inhoud in de vloeistoffase wordt vrijgesteld.

Vooraleer naar het proces te worden terug gevoerd kan de vaste stof eveneens aan een chemische hydrolyse worden onderworpen, zoals getoond wordt in de voorkeursuitvoeringsvorm van figuur 2-4. Bij deze hydrolyse worden de celwanden van de micro-organismen van de biomassa verweekt ten einde hun verdere afbraak in de anaërobe en aërobe fermentatie te vergemakkelijken. De hydrolyse kan teweeg gebracht worden door een thermische behandeling, door de biomassa bijvoorbeeld aan een temperatuur van 45-65°C te onderwerpen, dit is de temperatuur die het mengsel heeft wanneer het de aërobe gistingstank 2 en de scheidingsinrichting 4 verlaat. Een hogere temperatuur van bijvoorbeeld 100°C kan echter eveneens geschikt zijn, afhankelijk van de samenstelling van de vaste stof. De hydrolyse kan eveneens chemisch uitgevoerd worden. Afhankelijk van de aard van de te hydrolyseren biomassa, wordt de hydrolyse uitgevoerd in alkalisch midden bij een pH tussen 10 en 12 bijvoorbeeld in aanwezigheid van een minerale base, of in zuur milieu bij een pH tussen 1 en 3 in aanwezigheid van een mineraal zuur.

Zoals getoond wordt in de voorkeursuitvoeringsvorm van figuur 4 kan de inrichting van deze uitvinding verder een acidogene gistingstank 3 bevatten, waarin het organisch materiaal aan een microbiologisch verzuringproces onder invloed van micro-organismen wordt onderworpen. In deze microbiologische hydrolyse wordt een deel van het organisch materiaal gehydrolyseerd en omgezet in vluchtige vetzuren die een optimaal substraat vormen voor de methanogene bacteriën in de anaërobe gistingstank 1. Tijdens deze verzuring worden eveneens zure gassen 8 gevormd, hoofdzakelijk koolzuurgas en in enige mate waterstofgas.

Deze gassen 8 kunnen afgevoerd worden naar een gaszuiveringsinrichting 9 en van daar afgevoerd 14, of samen met het in de anaërobe fermentatie gevormde biogas afgevoerd en verwerkt worden.

5 Het uit de chemische hydrolyse afkomstige organisch materiaal kan, afhankelijk van de opbouw van de inrichting en de samenstelling van het organisch materiaal, terug gevoerd worden naar de desintegrator 6, de acidogene gistingstank, de anaërobe 1 of de aërobe 2 gistingstank.

10 Met de hierboven beschreven werkwijze en inrichting kan :

- een nagenoeg volledige vergisting van het toegevoerde slib verkregen worden. Vaak kan een vergisting van 97-98% van de in het slib aanwezige organische zwevende vaste stoffen tot stand gebracht worden;
- een maximale biogas productie verkregen worden, d.w.z. 40-80 % meer
15 dan bij een conventioneel eentraps methaan fermentatieproces. Eén van de redenen is dat het slib in geen enkele processtap blootgesteld wordt aan zware chemische oxidatie, waardoor het niet meer beschikbaar zou zijn voor methaanproductie in de anaërobe fermentatie. In tegendeel in deze uitvinding wordt het uit de anaërobe fermentatie resterend organisch
20 materiaal in de aërobe fermentatie verwerkt. De nieuwe aërobe biomassa die daarin gegenereerd wordt, wordt afgescheiden, behandeld en teruggestuurd naar de anaërobe gistingstank, wat aanleiding geeft tot additionele productie van biogas. Deze uitvinding voorziet bijgevolg in een nagenoeg volledige recyclage zowel van de in het slib aanwezige
25 organische bestanddelen als van de biomassa.
- De pH tijdens de aërobe fermentatie gestuurd worden zonder dat daartoe toevoer van chemicaliën (minerale zuren of basen) nodig is. PH sturing vindt plaats door de zuurstof concentratie in de aan de aërobe fermentatie toegevoerde lucht te sturen.
- 30 Productie van slecht ruikende gassen geminimaliseerd worden en kan verder verbeterd worden door de vrijgestelde gassen aan een zuivering te onderwerpen.

- De toevoer van warmte geminimaliseerd worden. De reden is dat het van de exotherme, aërobe fermentatie afkomstig organisch materiaal afgescheiden wordt en direct of indirect terug gevoerd wordt naar de anaërobe fermentatie. Dit veroorzaakt opwarming van het in de anaërobe gistingstank aanwezig mengsel.

5

CONCLUSIES.

1. Een werkwijze voor het verwerken van slib en/of afvalwater met een hoog gehalte aan organische bestanddelen, waarbij het slib achtereenvolgens aan een anaëroob en aëroob biologisch fermentatieproces wordt onderworpen, gekenmerkt doordat de werkwijze de volgende stappen omvat:

- a. het slib wordt onderworpen aan een anaëroob biologisch fermentatieproces, waarbij een eerste biomassa met een interstitiële eerste vloeistoffase wordt gevormd en methaangas wordt geproduceerd;
- b. de aldus gevormde eerste biomassa en interstitiële eerste vloeistoffase worden naar een aërobe gistingstank gevoerd en onderworpen aan een aërobe fermentatie in aanwezigheid van een zuurstof bevattend gas, waarbij een tweede biomassa met een interstitieel tweede effluent wordt gevormd;
- c. waarna de aldus gevormde tweede biomassa en interstitieel effluent afgevoerd worden naar een afscheider voor het scheiden van de het slib in gezuiverd effluent en tweede biomassa.

2. Een werkwijze volgens conclusie 1, gekenmerkt doordat de tweede biomassa onderworpen wordt aan een fysische desintegratie voor het ten minste gedeeltelijk desintegreren van de tweede biomassa en het mechanisch aantasten van een celwand van in de biomassa aanwezige micro-organismen, waarna het gedesintegreerde materiaal aan de aërobe gistingstank wordt toegevoerd.

3. Een werkwijze volgens conclusie 1 of 2, gekenmerkt doordat de tweede biomassa na het beëindigen van de aërobe fermentatie, aan een chemische en/of thermische hydrolyse wordt onderworpen, en de gehydrolyseerde massa teruggevoerd wordt naar één of meer van een acidogene gistingstank, de anaërobe of de aërobe gistingstank.

4. Een werkwijze volgens conclusie 3, gekenmerkt doordat de hydrolyse wordt uitgevoerd bij een pH tussen 10 en 12.

5. Een werkwijze volgens conclusie 3, gekenmerkt doordat de hydrolyse wordt uitgevoerd bij een pH tussen 1 en 3.

6. Een werkwijze volgens één der conclusies 3-5, gekenmerkt doordat de hydrolyse wordt uitgevoerd bij een temperatuur tussen 35 en 150 °C, bij voorkeur tussen 45 en 65°C.

5 7. Een werkwijze volgens één der conclusies 1-6, gekenmerkt doordat de anaërobe fermentatie vooraf gegaan wordt door een stap waarin het slib onderworpen wordt aan een acidogene fermentatie voor het ten minste gedeeltelijk biologisch hydrolyseren van het slib.

10 8. Een werkwijze volgens één der conclusies 3-7, gekenmerkt doordat de gehydrolyseerde tweede biomassa toegevoerd wordt aan één of meer van de acidogene fermentatie, de anaërobe fermentatie en de aërobe fermentatie.

9. Een werkwijze volgens één der conclusies 1-8, gekenmerkt doordat de anaërobe fermentatie uitgevoerd wordt bij een pH tussen 6,5 en 8,5, bij voorkeur tussen 6,8 en 8,2.

15 10. Een werkwijze volgens één der conclusies 1-9, gekenmerkt doordat de anaërobe fermentatie uitgevoerd wordt bij een temperatuur tussen 25 en 65°C, bij voorkeur tussen 30 en 40°C of tussen 50 en 60°C.

20 11. Een werkwijze volgens één der conclusies 1-10, gekenmerkt doordat tijdens de aërobe fermentatie zuurstof, lucht of een mengsel van beide aan de aërobe gistingstank wordt toegevoerd, in een zodanige hoeveelheid dat alle toegevoerde zuurstof in de aërobe fermentatie verbruikt wordt.

25 12. Een inrichting voor het verwerken van organisch slib en/of afvalwater met een hoog gehalte aan organische bestanddelen, omvattende een toevoer (11) voor het toevoeren van het slib en/of afvalwater (10) aan een anaërobe gistingstank (1), een anaërobe gistingstank (1) voor het ten minste gedeeltelijk anaëroob fermenteren van het slib en/of de organische bestanddelen tot biogas en een eerste biomassa in
30 een eerste vloeistoffase, een verbinding voor het transporteren van de eerste biomassa, resterend slib en eerste vloeistoffase naar een aërobe gistingstank (2) voor het aëroob fermenteren van de eerste biomassa tot koolzuurgas, tweede interstitieel effluent en een tweede biomassa, en een verbinding voor

het transporteren van de uit de aërobe gistingstank (2) afkomstig tweede biomassa en tweede interstitieel effluent naar een scheidingsinrichting (4) voor het afscheiden van vaste stof en effluent (13), en een verbinding voor het terugvoeren van de vaste stof naar één of meer van de de anaërobe (1) en aërobe (2) gistingstank.

13. Een inrichting volgens conclusie 12, gekenmerkt doordat de inrichting tussen de toevoer (11) en de anaërobe gistingstank (1) een desintegrator (6) bevat voor het fysisch desintegreren van de van de scheidingsinrichting (4) afkomstige vaste stof.

14. Een inrichting volgens conclusie 13, gekenmerkt doordat de inrichting tussen de desintegrator (6) en de anaërobe gistingstank (1) een acidogene gistingstank (3) bevat voor het microbiologisch hydrolyseren van het toegevoerde organisch materiaal.

15. Een inrichting volgens conclusie 14, gekenmerkt doordat de scheidingsinrichting (4) verbonden is met een chemische reactor (5) voor het hydrolyseren van de vaste stof, waarbij de chemische reactor (5) verbonden is met één of meer van de desintegrator (6), de acidogene reactor (3), de anaërobe gistingstank (1) en de aërobe gistingstank (2) voor het terugvoeren van de gehydrolyseerde vaste stof naar één meer van deze.

FIG. 1

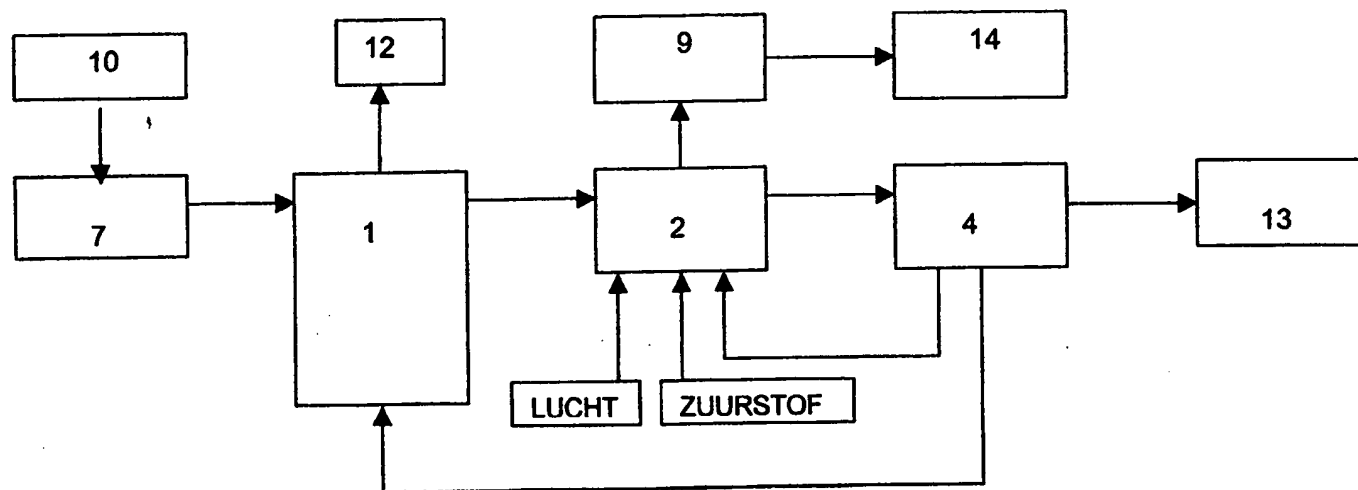
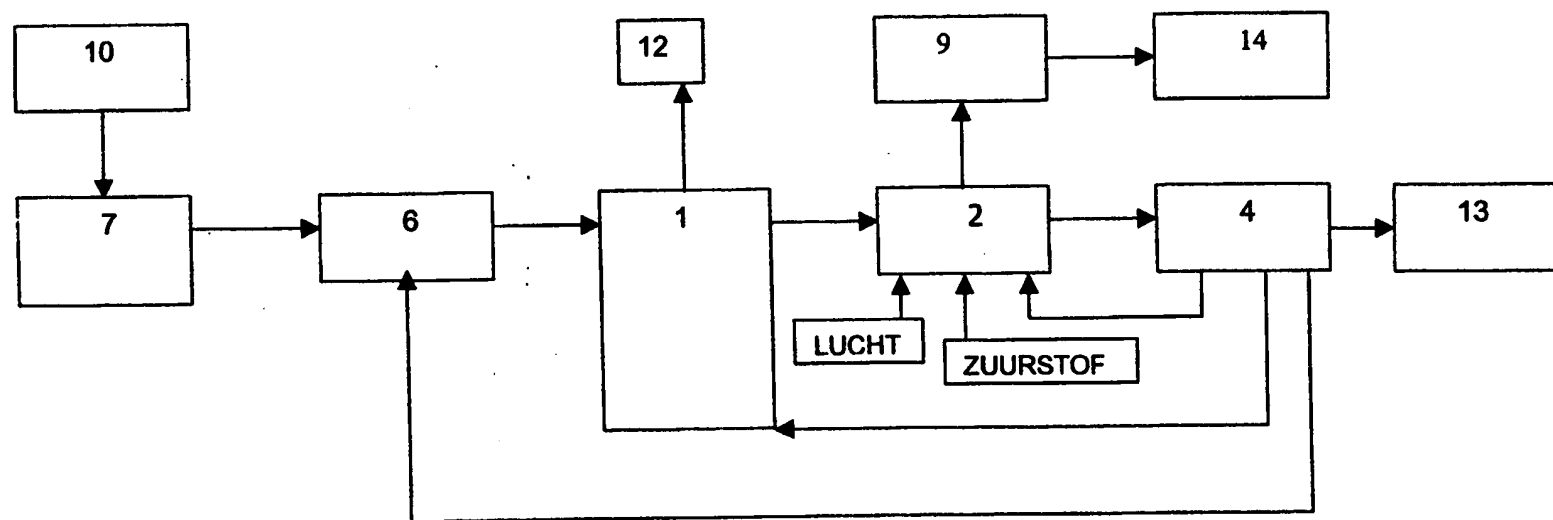


FIG. 2



SAMENWERKINGSVERDRAG (PCT)

RAPPORT BETREFFENDE NIEUWHEIDSONDERZOEK VAN INTERNATIONAAL TYPE

IDENTIFICATIE VAN DE NATIONALE AANVRAGE		KENMERK VAN DE AANVRAGER OF VAN DE GEMACHTIGDE 136010 ORET MJ	
Nederlands aanvraag nr. 1025346		Indieningsdatum 29 januari 2004	
		Ingeroepen voormangsdatum	
Aanvrager (Naam) SEGHERS KEPPEL TECHNOLOGY GROUP			
Datum van het verzoek voor een onderzoek van internationaal type		Door de Instantie voor Internationaal Onderzoek (ISA) aan het verzoek voor een onderzoek van internationaal type toegekend nr. SN 42637 NL	
I. CLASSIFICATIE VAN HET ONDERWERP (bij toepassing van verschillende classificaties, alle classificatiesymbolen opgeven)			
Volgens de internationale classificatie (IPC) Int.Cl.7: C02F11/04 C02F3/30 C02F11/02			
II. ONDERZOChte GEBIEDEN VAN DE TECHNIEK			
Onderzochte minimum documentatie			
Classificatiesysteem		Classificatiesymbolen	
Int.Cl.7:	C02F		
Onderzochte andere documentatie dan de minimum documentatie, voor zover dergelijke documenten in de onderzochte gebieden zijn opgenomen			
III. ☐ GEEN ONDERZOEK MOGELIJK VOOR BEPAALDE CONCLUSIES (opmerkingen op aanvullingsblad)			
IV. ☐ GEBREK AAN EENHEID VAN UITVINDING (opmerkingen op aanvullingsblad)			

**VERSLAG VAN HET NIEUWHEIDSONDERZOEK VAN
INTERNATIONAAL TYPE**

Nummer van het verzoek om een nieuwheidsonderzoek

NL 1025346

A. CLASSIFICATIE VAN HET ONDERWERP
IPC 7 C02F11/04 C02F3/30 C02F11/02

Volgens de Internationale Classificatie van octrooien (IPC) of zowel volgens de nationale classificatie als volgens de IPC.

B. ONDERZOCHE GEBIEDEN VAN DE TECHNIEK

Onderzochte minimum documentatie (classificatie gevolgd door classificatiesymbolen)

IPC 7 C02F

Onderzochte andere documentatie dan de minimum documentatie, voor dergelijke documenten, voor zover dergelijke documenten in de onderzochte gebieden zijn opgenomen

Tijdens het internationaal nieuwheidsonderzoek geraadpleegde elektronische gegevensbestanden (naam van de gegevensbestanden en, waar uitvoerbaar, gebruikte trefwoorden)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. VAN BELANG GEACHTE DOCUMENTEN

Categorie *	Geciteerde documenten, eventueel met aanduiding van speciaal van belang zijnde passages	Van belang voor conclusie nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN deel 2002, nr. 02, 2 april 2002 (2002-04-02) & JP 2001 286885 A (HITACHI KIDEN KOGYO LTD), 16 oktober 2001 (2001-10-16)	1,3,12, 15
Y	samenvatting	2,3,13, 15
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN deel 016, nr. 449 (C-0986), 18 september 1992 (1992-09-18) & JP 04 156999 A (MEIDENSHA CORP), 29 mei 1992 (1992-05-29) samenvatting	1,3,12, 15
	-/-	

☒ Verders documenten worden vermeld in het vervolg van vak C.

☒ Leden van dezelfde octrooifamilie zijn vermeld in een bijlage

* Speciale categorieën van aangehaalde documenten

"A" document dat de algemene stand van de techniek weergeeft, maar niet beschouwd wordt als zijnde van bijzonder belang

"E" eerder document, maar gepubliceerd op de datum van indiening of daarna

"L" document dat het beroep op een recht van voorrang aan twijfel onderhevig maakt of dat aangehaald wordt om de publikatiedatum van een andere aanhaling vast te stellen of om een andere reden zoals aangegeven

"O" document dat betrekking heeft op een mondelinge uiteenzetting, een gebruik, een tentoonstelling of een ander middel

"P" document gepubliceerd voor de datum van indiening maar na de ingeroepen datum van voorrang

"T" later document, gepubliceerd na de datum van indiening of datum van voorrang en niet in strijd met de aanvraag, maar aangehaald ter verduidelijking van het principe of de theorie die aan de uitvinding ten grondslag ligt

"X" document van bijzonder belang; de uitvinding waarvoor uitsluitende rechten worden aangevraagd kan niet als nieuw worden beschouwd of kan niet worden beschouwd op inventiviteit te berusten

"Y" document van bijzonder belang; de uitvinding waarvoor uitsluitende rechten worden aangevraagd kan niet worden beschouwd als inventief wanneer het document beschouwd wordt in combinatie met één of meerdere soortgelijke documenten, en deze combinatie voor een deskundige voor de hand ligt

"&" document dat deel uitmaakt van dezelfde octrooifamilie

Datum waarop het nieuwheidsonderzoek van internationaal type werd voltooid

20 Oktober 2004

Verzenddatum van het rapport van het nieuwheidsonderzoek van internationaal type

Naam en adres van de instantie

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

De bevoegde ambtenaar

Gonzalez Arias, M

**VERSLAG VAN HET NIEUWHEIDSONDERZOEK VAN
INTERNATIONAAL TYPE**

Nummer van het verzoek om een nieuwheidsonderzoek

NL 1025346

C.(Vervolg). VAN BELANG GEACHTE DOCUMENTEN

Categorie *	Geciteerde documenten, eventueel met aanduiding van speciaal van belang zijnde passages	Van belang voor conclusie nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN deel 2003, nr. 04, 2 april 2003 (2003-04-02) & JP 2002 361278 A (HITACHI KIDEN KOGYO LTD), 17 december 2002 (2002-12-17) samenvatting	1,3,12, 15
X	-& DATABASE WPI Section Ch, week 200346 Derwent Publications Ltd., London, GB; jaar D15, AN 2003-486034 XP002301569 -& JP 2002 236127 A (HITACHI KIDEN KOGYO LTD) 23 augustus 2002 (2002-08-23) samenvatting	1,3,12, 15
X	US 4 315 821 A (CLIMENHAGE DAVID C) 16 februari 1982 (1982-02-16) figuur 1	1,12
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN deel 0091, nr. 71 (C-291), 16 juli 1985 (1985-07-16) & JP 60 041594 A (EBARA INFILCO KK), 5 maart 1985 (1985-03-05) samenvatting	1,12
X	EP 0 543 457 A (TAUW INFRA CONSULT BV) 26 mei 1993 (1993-05-26) figuur 1	1,15
X	GB 1 438 697 A (STAMICARBON) 9 juni 1976 (1976-06-09) figuur 1	1,15
Y	US 5 141 646 A (ROZICH ALAN F) 25 augustus 1992 (1992-08-25) in de aanvraag genoemd figuur 5	2,13
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN deel 1999, nr. 12, 29 oktober 1999 (1999-10-29) & JP 11 188379 A (EBARA CORP), 13 juli 1999 (1999-07-13) samenvatting	3,15

VERSLAG VAN HET NIEUWHEIDSONDERZOEK VAN
INTERNATIONAAL TYPE

Informatie over leden van dezelfde octrooifamilie

Nummer van het verzoek om een nieuwheidsonderzoek

NL 1025346

In het rapport genoemd octrooi geschrift	Datum van publicatie	Overeenkomend(e) geschrift(en)	Datum van publicatie
JP 2001286885	A	16-10-2001	GEEN
JP 04156999	A	29-05-1992	GEEN
JP 2002361278	A	17-12-2002	GEEN
JP 2002236127	A	23-08-2002	JP 3518746 B2 12-04-2004
US 4315821	A	16-02-1982	GEEN
JP 60041594	A	05-03-1985	JP 1512886 C 24-08-1989 JP 63056838 B 09-11-1988
EP 0543457	A	26-05-1993	NL 9101917 A 16-06-1993 AT 157634 T 15-09-1997 CA 2083199 A1 19-05-1993 DE 69221993 D1 09-10-1997 DE 69221993 T2 19-03-1998 DK 543457 T3 20-10-1997 EP 0543457 A1 26-05-1993 US 5342522 A 30-08-1994
GB 1438697	A	09-06-1976	NL 7214701 A 02-05-1974 BE 806778 A1 30-04-1974 DE 2354383 A1 09-05-1974 FR 2204576 A1 24-05-1974 IT 997776 B 30-12-1975
US 5141646	A	25-08-1992	GEEN
JP 11188379	A	13-07-1999	JP 3470997 B2 25-11-2003