



PCT
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 5 :

C10L 5/46, 5/40

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 92/18585

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum:

29. Oktober 1992 (29.10.92)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP92/00784

(22) Internationales Anmeldedatum: 7. April 1992 (07.04.92)

(30) Prioritätsdaten:

P 41 11 442.6

9. April 1991 (09.04.91)

DE

(71) Anmelder: BERGWERKSVERBAND GMBH [DE/DE];
Franz-Fischer-Weg 61, D-4300 Essen 13 (DE).

(72) Erfinder: HEY, Walter ; Ehrenaue 32, D-4300 Essen 1
(DE). ROMÉY, Ingo ; Sandkamp 25, D-4224 Hünxe 2
(DE). PALM, Hans, Jürgen ; Adolfstraße 108, D-4330
Mülheim/Ruhr (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: BERGWERKSVERBAND
GMBH; Abteilung Z-PV 2, Postfach 13 01 40, D-4300
Essen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CH (europäisches Patent), CS, DE (europäisches Patent), DK (europäisches Patent), ES (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), GR (europäisches Patent), HU, IT (europäisches Patent), LU (europäisches Patent), MC (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), PL, SE (europäisches Patent).

Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) Title: GRANULATED FUEL FROM SLURRY AND PROCESS FOR PRODUCING IT

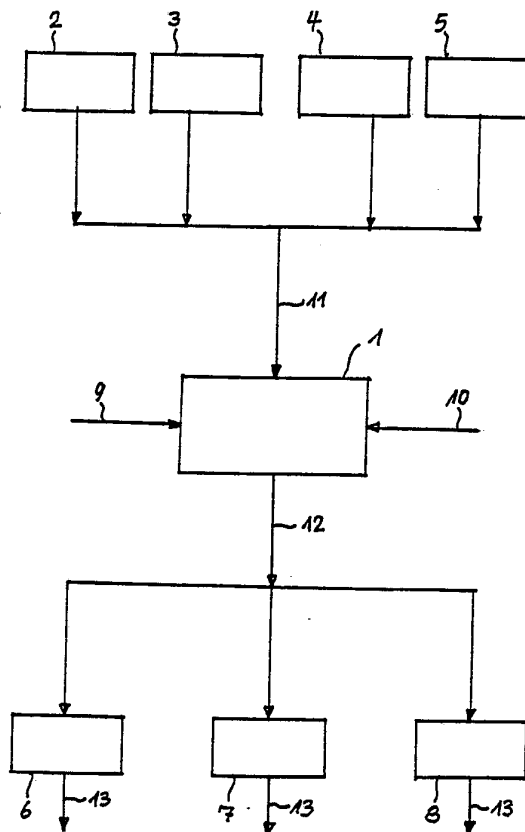
(54) Bezeichnung: BRENNSTOFFGRANULATE AUS KLÄRSCHLAMM UND VERFAHREN ZU DEREN HERSTELLUNG

(57) Abstract

The invention relates to granulated fuel from slurry, especially for fluidised-bed furnaces, in which the granulated fuels preferably have the following composition: 0.86-45 wt. % slurry dry matter, 87.34-43 wt. % coal dust (w.f.), 5.4-2 wt. % spent lime, ≤ 10 wt. % residual water and a rounded grain size of between 0 and 7 mm, a powdered grain content of < 1 % and a pourable consistency, and are produced in a single process stage in a granulating mixer, and process for producing such granulates.

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft Brennstoffgranulate aus Klärschlamm, insbesondere für Wirbelschichtfeuerungen, wobei die Brennstoffgranulate vorzugsweise folgende Zusammensetzung aufweisen: 0,86-45 Gew.-% Klärschlamm-Trockensubstanz, 83,74-43 Gew.-% Kohlenstaub (w.f.), 5,4-2 Gew.-% Branntkalk, ≤ 10 Gew.-% Restwasser und eine runde Korngröße zwischen 0 und 7 mm, einen Mehlkornanteil < 1 % und eine rieselfähige Konsistenz haben sowie in einem einzigen Verfahrensschritt in einem Granuliermischer hergestellt sind und Verfahren zur Herstellung solcher Granulate.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	FI	Finnland	MN	Mongolei
AU	Australien	FR	Frankreich	MR	Mauritanien
BB	Barbados	GA	Gabon	MW	Malawi
BE	Belgien	GB	Vereinigtes Königreich	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GN	Guinea	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	GR	Griechenland	PL	Polen
BJ	Benin	HU	Ungarn	RO	Rumänien
BR	Brasilien	IE	Irland	RU	Russische Föderation
CA	Kanada	IT	Italien	SD	Sudan
CF	Zentrale Afrikanische Republik	JP	Japan	SE	Schweden
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SN	Senegal
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SU	Soviet Union
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	TD	Tschad
CM	Kamerun	LK	Sri Lanka	TG	Togo
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	US	Vereinigte Staaten von Amerika
DE*	Deutschland	MC	Monaco		
DK	Dänemark	MG	Madagaskar		
ES	Spanien	ML	Mali		

- 1 -

Brennstoffgranulate aus Klärschlamm und Verfahren zu deren Herstellung

Die Erfindung betrifft Brennstoffgranulate aus Klärschlamm, insbesondere für Wirbelschichtfeuerungen. Sie betrifft weiterhin Verfahren zur Herstellung solcher Granulate.

Brennstoffgranulate aus Klärschlamm sind aus der Druckschrift "Granulat für die Verbrennung", Entsorga-Magazin - Entsorgungswirtschaft, September 1990, Seiten 60 bis 62, bekannt geworden. Diese Brennstoffgranulate bestehen aus mechanisch vorentwässertem Klärschlamm, der in einem Zwangsmischer mit einem nicht näher bezeichneten Trockengut innig vermischt und dabei praktisch granuliert wird. Die erzeugte Mischung erfolgt dabei so, daß die Trockensubstanz oberhalb der Klebphase von ca. 50 % Trockensubstanz (TS) liegt, um dann störungsfrei in einem speziellen Scheibentrockner getrocknet zu werden. Das Produkt kann selbstgänglich, z. B. in einem Wirbelschichtofen, verbrannt werden. Über Zusammensetzung und Eigenschaften der Trockengranulate

- 2 -

wird nicht näher berichtet. Nachteilig ist, daß zur Erzeugung der Granulate eine thermische Trocknung erforderlich ist, nicht brennbares Trockengut den Heizwert verringert und bei teilgetrockneten Granulaten der Heizwert durch die Wasserverdampfung des Restwassers verschlechtert wird.

Aus der Druckschrift "Klärschlamm in der Bundesrepublik", Abwassertechnik, Heft 2, 1990, Seiten 71 bis 74, sind deponiefähige Granulate aus Klärschlamm bekannt, die zur Erhöhung des TS-Gehaltes mit Konditionierungsmitteln, z. B. Kalk, versetzt werden. Durch die Granulatform soll die Handhabbarkeit und die Lagerfähigkeit verbessert werden und eine Minimierung der Deponiekosten ermöglicht werden. Da durch die Verwendung von Kalk als Konditionierungsmittel bzw. Trocknungsmittel größere Kalkmengen erforderlich sind, sind diese Granulate jedoch für eine Verbrennung wegen des verringerten Heizwertes weniger gut geeignet.

Aus "Recycling von Klärschlamm" / Ulrich Loll, Berlin, EF-Verlag für Energie- und Umwelttechnik GmbH, Band 2, 1989, sind weitere Verfahren zur Herstellung von Brennstoffgranulaten bekannt:

Bei der ESCHER-WYSS Schlammtrocknung (unter 5.1.2., Seiten 32, 33) wird der Schlamm unter teilweisem Einsatz von bereits getrocknetem Material und im Trockner abgeschiedenen Staub in einem Mischer granuliert und das Feuchtgranulat über eine Dosierschnecke und eine Zellradschleuse einem Fließbettrockner zugeführt. Die Trocknung erfolgt durch thermische Energie, die teils direkt über Wasserdampf-

- 3 -

brüden, teils indirekt durch Sattedampf oder Thermoöl in den Fließbettrockner eingeführt wird. Nachteilig ist der große maschinelle und energetische Aufwand zur Granulattrocknung bis zu 98 % TS.

Bei der TCW Schlammrocknung (unter 5.1.6., Seiten 39 bis 41) wird maschinell entwässerter Schlamm mit bereits getrocknetem Material vermischt, mit einem Förderband in den inneren Zylinder eines aus drei konzentrischen Zylindern bestehenden Trommelrockners gefördert und dort von einem mit hoher Geschwindigkeit eintretenden Heißgasstrom (400 - 500 °C) durch die drei Zylinder transportiert und getrocknet. Von dem erzeugten granulatformigen Trockengut wird das Granulat 2 bis 4 mm aus dem System abgezogen. Das übrige Material wird in einer Mühle zerkleinert und in das System zurückgeführt. Auch bei diesem Verfahren ist ein sehr hoher maschineller und energetischer Aufwand zur Herstellung der Granulate erforderlich.

Aus Umweltmagazin, Mai 1990, Seiten 50, 51, ist ein Verfahren zur Verbrennung von Klärschlamm bekannt, bei dem der Frischschlamm mit Kalkhydrat oder Karbidschlamm konditioniert wird sowie organische Flockungsmittel und Eisen(III-)chlorid zugegeben werden. Die weitere Entwässerung erfolgt mittels Kammerfilterpressen. Anstelle von Kalkhydrat oder Karbidschlamm kann auch Elektrofilterstaub zur Konditionierung verwendet werden, der freies, unverbrauchtes Kalziumhydroxid enthält. Eine Herstellung von Brennstoffgranulaten erfolgt bei diesem Verfahren jedoch nicht. Als

- 4 -

nachteilig bei der Verwendung von Elektrofilterstaub werden die darin enthaltenen Schwermetalle angesehen, die eine Sondermüllentsorgung bedingen.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, unter Vermeidung der Nachteile der bekannten Verfahren Brennstoffgranulate aus Klärschlämmen vorzuschlagen, die hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und ihrer Eigenschaften optimiert sind und die ohne einen hohen maschinellen und energetischen Aufwand hergestellt werden können und die sich insbesondere für die Verbrennung in der Wirbelschicht eignen.

Zur Lösung dieser Aufgabe werden Brennstoffgranulate vorgeschlagen, deren Zusammensetzung und Eigenschaften in den Ansprüchen 1 bis 3 niedergelegt sind.

Eine Weiterbildung der Brennstoffgranulate ist in Unteranspruch 4 enthalten.

Die erfindungsgemäße Aufgabe wird hinsichtlich vorteilhafter Herstellungsverfahren der Brennstoffgranulate durch die Merkmale der Ansprüche 5 bis 10 gelöst.

Die erfindungsgemäßen Brennstoffgranulate aus Klärschlämmen stellen überraschenderweise Brennstoffe dar, die sich durch eine vorzügliche Handhabbarkeit auszeichnen, da sie kaum Staub enthalten oder beim Handhaben freisetzen. Wegen ihrer durch die rundliche Kornform bedingten Rieselfähig-

- 5 -

keit sind sie optimal für Lagerung, Transport und Brennstoffdosierung geeignet. Ihre Verbrennung ist umweltfreundlich sowohl hinsichtlich der anfallenden Rauchgase als auch der anfallenden festen Rückstände.

Die erfindungsgemäßen Brennstoffgranulate aus Klärschlämmen können in Wirbelschichtfeuerungen ohne zusätzliche Trägerstoffe und ohne Zusatzbrennstoffe verwendet werden, da sie ein selbstgängiger Brennstoff sind. Bereits die feuchten Brennstoffgranulate mit einem vergleichsweise hohen Wassergehalt von bis zu 47 % haben einen Heizwert, der mit getrockneten Klärschlämmen vergleichbar ist. Diese feuchten Brennstoffgranulate können somit unmittelbar in vorhandenen Klärschlammverbrennungsanlagen verbrannt werden, ohne daß bauliche Veränderungen im Ofen- und Abhitzesystem vorgenommen werden müssen. Luftgetrocknet erreichen sie als trockene Brennstoffgranulate einen Heizwert, der mit trockener Braunkohle vergleichbar ist

Für die Herstellung der erfindungsgemäßen Brennstoffgranulate sind keine aufwendigen Sondermaschinen und -einrichtungen notwendig. Neben den üblichen Vorentwässerungsmethoden und -einrichtungen wird lediglich ein Granuliertmischer mit Zuführungs- und Abzugsvorrichtungen benötigt sowie gegebenenfalls Einrichtungen zur Zwischenlagerung der Rohgranulate für eine Umlufttrocknung ohne Thermostatzufuhr.

Je nach dem TS-Gehalt des Rohklärschlammes (Dünnschlamm) bzw. des durch Flockung und Schwerkraftfiltration vorentwässerten Klärschlammes lassen sich die feuchten

- 6 -

Brennstoffgranulate durch entsprechende Zugaben von Konditionierungsmitteln, wie feinteilige und trockene Kohle sowie Kalk, herstellen. Eine gegebenenfalls gewünschte Trocknung ist ohne zusätzlichen energetischen Aufwand durch einfache Umlufttrocknung möglich, um dadurch zu den höherkalorigen trockenen Brennstoffgranulaten zu gelangen.

Neben Rohklärschlamm (Dünnschlamm) und durch Flockung und Schwerkraftentwässerung eingedicktem Klärschlamm lassen sich auch in Deponien oder Klärteichen abgelagerte Klärschlämme mit Restfeuchten von z. B. 70 - 80 % zu selbstgängig verbrennbaren feuchten Brennstoffgranulaten und gegebenenfalls zu höherkalorigen trockenen Brennstoffgranulaten durch einfache Umlufttrocknung verarbeiten.

Die Herstellung der Brennstoffgranulate wird zweckmäßig am Ort des Anfalls des Klärschlammes vorgenommen. Es ist aber auch denkbar, die Herstellung an einer zentralen Stelle vorzunehmen, beispielsweise im Einzugsbereich von kleineren Kläranlagen oder an dem Ort, an dem die Brennstoffgranulate der Verbrennung zugeführt werden sollen.

In Figur 1 der Zeichnung sind beispielhaft einige bevorzugte Möglichkeiten zur Herstellung der selbstgängig verbrennbaren Brennstoffgranulate aus Klärschlamm dargestellt sowie deren Weiterbildung zu höherkalorigen trockenen Brennstoffgranulaten durch einfache Umlufttrocknung.

In Fig. 2 ist ein Temperaturverlauf eines Brennversuches mit feuchten Brennstoffgranulaten abgebildet.

- 7 -

Allen aufgeführten Herstellungswegen gemeinsam ist in Fig. 1 die Granuliereinheit, nämlich der Granuliermischer 1, in dem die feuchten Brennstoffgranulate 12 hergestellt werden und der über eine Klärschlammzugabe 11, eine Braunkohlenstaubzugabe 9 und eine Branntkalkzugabe 10 beschickt wird, wobei die einzelnen Zutaten so aufeinander abgestimmt werden, daß die feuchten Brennstoffgranulate 12 eine mittlere Feuchte zwischen 35 und 47 % haben.

Dabei orientiert sich die Branntkalkzugabe 10 am Schwefelgehalt des Braunkohlenstaubes 9. Die Mengenanteile an Klärschlamm 11 und an Braunkohlenstaub 9 sind in Abhängigkeit von der jeweiligen Feuchte dieser Stoffströme zu errechnen, um zu feuchten Brennstoffgranulaten mit 35 - 47 % Feuchte zu gelangen, die ausreichend fest und rieselfähig (nicht klebend und nicht schmierend) sowie selbstgängig brennfähig sind. Sie können gegebenenfalls, ohne daß thermische Trocknungsenergie aufgewendet werden muß, allein durch Umlufttrocknung, z. B. in einem Umluftsilos 6, in einem Turmrieseltrockner 7 oder in einem Trommeltrockner 8, weiterbehandelt werden, bis sie zu höherkalorigen trockenen Brennstoffgranulaten mit 20 - 10 % Feuchte oder weniger geworden sind. Falls Abwärme verfügbar ist, kann dadurch gegebenenfalls die Trocknungszeit verkürzt werden.

Der dem Granuliermischer 1 aufzugebende Klärschlamm 11 kann Dünnschlamm mit 1,5 - 8 % TS sein, der aus einem Dünnschlammbehälter 2 abgegeben wird. In diesem Falle ist der Anteil an Braunkohlenstaub entsprechend hoch zu bemessen, um zu feuchten Brennstoffgranulaten 12 zwischen 35 und 47 % Feuchte zu gelangen.

- 8 -

Der Dünnschlamm kann aber auch zunächst weiter entwässert werden, z. B. in einer Flockung und Filtration 3 auf 15 - 35 % TS oder einer Schwerkraftentwässerung 4 auf 15 - 25 % TS, bevor er in den Granuliermischer 1 aufgegeben wird. In diesen Fällen wird der Zusatz von Braunkohlenstaub 9 anteilig geringer zu bemessen sein als bei Zugaben aus dem Dünnschlammbehälter 2.

Dem Granuliermischer 1 kann aber auch abgelagerter Klärschlamm aus einer Deponie oder einem Schlammteich 5 mit 20 - 35 % TS zugeführt werden. Gegebenenfalls kann durch Verwendung von speziellen zusätzlichen Entwässerungseinrichtungen bekannter Art der Trockensubstanzgehalt weiter erhöht werden.

Anstelle von Braunkohlenstaub 9 können auch Steinkohlenstaub oder andere kohlenstoffhaltige Trockenmassen, beispielsweise Holzmehl oder dergleichen, in entsprechenden Anteilen dem Granuliermischer 1 aufgegeben werden, um feuchte Brennstoffgranulate 12 zu erzeugen. Von Wichtigkeit ist dabei jedoch, daß die feuchten Brennstoffgranulate 12 ausreichend fest und rieselfähig sein müssen, um sie als selbstgängigen Brennstoff verwenden bzw. daraus durch Umlufttrocknung höherkalorige trockene Brennstoffgranulate 13 fertigen zu können.

Nachfolgend wird anhand einiger Beispiele die Herstellung von erfindungsgemäßen Brennstoffgranulaten im Einzelnen beschrieben.

Beispiel 1

Der in einer Kläranlage anfallende Schlamm mit einem Trockensubstanzgehalt von 2 % wurde unter Hinzugabe eines synthetischen organischen Flockungsmittels geflockt, durch Schwerkraftfiltration vorentwässert und anschließend durch Druckfiltration auf eine Restfeuchte von 80 % gebracht.

1,4 kg des entwässerten Klärschlammes mit einer Restfeuchte von 80 % wurden mit 1,0 kg feinteiliger trockener Braunkohle (ca. 10 % Feuchte) unter Zugabe von 5 % Branntkalk, bezogen auf die Braunkohlenmenge, in einem Granuliermischer gemischt und zu rundlichen Granulaten mit einer maximalen Korngröße von ca. 4 mm verarbeitet. Die feuchten Brennstoffgranulate waren ausreichend fest sowie rieselfähig und konnten problemlos in einem Silo gelagert werden. Sie hatten unmittelbar nach der Herstellung eine Feuchte von etwa 40 %. Nach 24 h Umlufttrocknung wurden trockene Brennstoffgranulate mit einer Feuchte von ca. 20 % und nach 60 h solche mit einer Feuchte von ca. 10 % erreicht. Bereits die feuchten Brennstoffgranulate konnten problemlos selbstgänglich verbrannt werden. Die trockenen Brennstoffgranulate enthielten noch genügend Feuchtigkeit, daß auch sie praktisch ohne Staubbildung handhabbar waren.

- 10 -

Beispiele 2 bis 5

Zur Verbesserung der Entwässerung und Erhöhung der Filtrationsgeschwindigkeit wurde die gemäß Beispiel 1 geflockte Klärschlamm suspension zusätzlich mit Filterhilfsmittel in Form von Feststoffpartikeln (0,1 - 0,3 mm) vor der Filterung versetzt. Als Filterhilfsmittel wurden Steinkohlenstaub (Beispiel 2), Koksabrieb (Beispiel 3), Holzmehl (Beispiel 4) bzw. Braunkohlenstaub (Beispiel 5) im Verhältnis 1:1, bezogen auf die jeweilige Schlamm-trockensubstanzmenge, eingesetzt. Dadurch konnte eine zusätzliche Absenkung des Wassergehalts im Filterkuchen nach der Druckfiltration um 2 - 5 %-Punkte auf 22 - 25 % TS erzielt werden. Die weitere Verarbeitung zu feuchten bzw. trockenen Brennstoffgranulaten erfolgte wie unter Beispiel 1 angegeben.

Beispiel 6

1,4 kg einer Klärschlamm suspension mit 2 % Trockensubstanz wurden ohne eine Vorentwässerung mit 2 kg trockenem Braunkohlenstaub (10 % Feuchte) und 5 % Branntkalk (bezogen auf Braunkohle) in einem Granuliermischer vermischt und zu feuchten Brennstoffgranulaten verarbeitet. Die selbstgänglich brennbaren Granulate hatten unmittelbar nach der Herstellung eine Restfeuchte von 44 %. Nach 60 h Lufttrocknung wurden daraus trockene Brennstoffgranulate mit einer Feuchte von ca. 20 %.

Beispiel 7

Gemäß einer weiteren Mischungsvariante wurde Braunkohlenstaub mit einer höheren Feuchte von 22 % eingesetzt. 0,8 kg einer Klärschlamm suspension mit 2 % Trockensubstanz wurden mit 2,0 kg dieses feuchteren Braunkohlenstaubes unter Zugabe von 5 % Branntkalk, bezogen auf die Braunkohlenmenge, in einem Granuliermischer vermischt und zu feuchten Brennstoffgranulaten verarbeitet. Diese brennfähigen Granulate hatten nach der Mischung 36,7 % Feuchte. Nach 24 h Lufttrocknung konnten daraus trockene Brennstoffgranulate mit ca. 18,6 % Feuchte gebildet werden.

Beispiel 8

Bereits abgelagerter Klärschlamm aus einem Klärteich mit einem Restwassergehalt von 79 % wurde zur Herstellung des Brennstoffgranulats mit Braunkohlenstaub gemischt, wobei 1,5 kg Klärschlamm aus dem Klärteich (79 % Feuchte) mit 1,0 kg Braunkohlenstaub (10 % Feuchte) unter Zugabe von 5 % Branntkalk, bezogen auf die Braunkohlenmenge, in einem Granuliermischer zu feuchten Brennstoffgranulaten verarbeitet wurden. Diese hatten unmittelbar nach der Herstellung eine Feuchte von 40,2 %. Nach 60 h Lufttrocknung sind daraus trockene Brennstoffgranulate mit einer Feuchte von 16,4 % geworden.

- 12 -

Beispiel 9

2,1 kg eines trockenen Steinkohlenschlamm ($< 1 \% \text{H}_2\text{O}$) wurden mit 1,5 kg kommunalem Klärschlamm ($80 \% \text{H}_2\text{O}$) und 5 % Branntkalk (bezogen auf Steinkohlenschlamm) in einem Granuliermischer vermischt und zu rieselfähigen, selbstgängig brennbaren, feuchten Brennstoffgranulaten verarbeitet. Diese wiesen direkt nach der Herstellung einen Feuchtegehalt von 35 % und die höherkalorigen trockenen Brennstoffgranulate nach 24 h Lufttrocknung eine Restfeuchte von $< 20 \%$ auf.

Die nach den Beispielen 1 - 9 hergestellten Brennstoffgranulate fallen nach dem Granuliertvorgang als körnig-rundliche Pellets mit einer durchschnittlichen Korngröße von 1 - 4 mm an. Diese feuchten Brennstoffgranulate haben einen Wassergehalt von 35 - 47 % (65 - 53 % TS), sie sind rieselfähig und mechanisch belastbar.

Der Heizwert dieser Rohgranulate beträgt 10 - 14 MJ/kg und entspricht damit dem Heizwert von getrocknetem reinen Klärschlamm. Sie können überraschenderweise ohne weitere Trocknungsmaßnahmen direkt über Dosiereinrichtungen einer Wirbelschicht aufgegeben und dort selbstgängig verbrannt werden, wie das nachfolgende Beispiel ausweist.

Beispiel 10Verbrennungsversuche mit feuchten Brennstoffgranulaten
(47 % H₂O)

Aus einer Mischung von kommunalem Klärschlamm und Braunkohlenstaub hergestellte feuchte Brennstoffgranulate wurden einer stationären Wirbelschicht-Brennkammer mit einer thermischen Leistung von 300 kW als alleiniger Brennstoff aufgegeben. Bei diesen Versuchen wurden etwa 5 t Rohgranulat kontinuierlich verbrannt.

Fig. 2 zeigt beispielhaft die Temperaturverläufe während des Versuchs in Abhängigkeit von der Zeit, wobei die Ziffern die Zahl der Stunden (h) angeben, in der Wirbelschicht (Wirbelbett-Temperatur 14), im darüber angeordnetem Freiraum (Freiraum-Temperatur 15) und vor dem nachgeschalteten Zyklon (Zyklon-Temperatur 16). Während der Anfahrphase oder Aufheizphase a, die vom Zeitpunkt D, Einschalten des Aufheizbrenners, bis zum Zeitpunkt B andauert, Ausschalten des Aufheizbrenners, steigen die Temperaturen im Wirbelbett und im Freiraum etwa gleichmäßig an. Gegen Ende der Aufheizphase a wird zum Zeitpunkt C mit der Brennstoffaufgabe in die Wirbelschicht begonnen. Nach dem Ausschalten des Aufheizbrenners (Zeitpunkt B) beginnt die Stabilisierungsphase b, die bis zum Zeitpunkt A (Sekundärluftzugabe "ein") andauert. Überraschenderweise hat sich im Wirbelbett nach dem Ausschalten des Aufheizbrenners der Verbrennungsvorgang allein aus den zugegebenen feuchten Brennstoffgranulaten selbstgänglich getragen und sich bis zum Zeitpunkt A (Sekundärluftzugabe "ein") stabilisiert, so daß von dort an bis

- 14 -

zum Versuchsende (Zeitpunkt E) eine sehr stabile Verbrennungsphase c vorgelegen hat, in der nur noch sehr geringe Temperaturschwankungen angezeigt worden sind. Deutlich ist zu erkennen, daß diese Temperaturverläufe vom Zeitpunkt A an, an dem die Sekundärluftzugabe eingeschaltet wurde, bis zum Versuchsende E sehr gleichmäßig waren. Die fast geradlinigen Kurvenverläufe verdeutlichen, daß die Zudosierung der feuchten Brennstoffgranulate ebenfalls sehr gleichmäßig erfolgt ist. Weiterhin kann daraus abgeleitet werden, daß der Abbrand intensiv und gleichmäßig verlief.

Nachstehend sind in Tabelle 1 eine Elementaranalyse und in Tabelle 2 weitere Kenndaten der verwendeten feuchten Brennstoffgranulate zusammengestellt.

Tabelle 1

Elementaranalyse der feuchten Brennstoffgranulate

Wasser gesamt 47 %

Trockenrückstand 53 %

		i.an.*)	wf	waf
Wasser	%	0,6	-	-
Asche	%	14,8	14,9	-
C	%	53,3	53,6	63,0
H	%	4,46	4,49	5,28
N	%	1,38	1,39	1,63
O	%	24,5	24,6	28,9
S	%	0,99	1,0	-

*) analysenfeucht

- 15 -

Tabelle 2

Kenndaten des Rohgranulates

Heizwert des Brennstoffgranulates (feucht)	10,2 MJ/kg
(wf)	21,4 MJ/kg
Schüttgewicht	0,5 kg/dm ³
CaO-Gehalt	2,44 Gew.-%

Bei einer fast konstanten Wirbelschichtverbrennungstemperatur in der Verbrennungsphase c von 720 bis 740°C und einer sich entsprechend einstellenden Freiraumtemperatur von 840 - 870°C ergaben sich unter Zugabe von Sekundärluft die in Tabelle 3 niedergelegten Emissionswerte.

Tabelle 3

Emissionswerte

CO	:	35 - 40 mg/m ³
NO _x	:	80 - 130 mg/m ³
NO ₂	:	5 - 15 mg/m ³

Am nachgeschalteten Zyklon entnommene Feststoffproben bestätigten, daß ein genügend hoher Ausbrand der feuchten Brennstoffgranulate sichergestellt war. Die Kohlenstoffgehalte in den Ascheproben lagen zwischen C = 2,7 Gew.-% und 3,7 Gew.-%.

- 16 -

BEZUGSZEICHENLISTE

1	Granuliermischer
2	Dünnschlammbehälter
3	Flockung und Filtration
4	Schwerkraftentwässerung
5	Schlammteich
6	Umluftsilo
7	Turmrieselrockner
8	Trommelrockner
9	Braunkohlenstaub
10	Branntkalk
11	Klärschlamm
12	feuchte Brennstoffgranulate
13	trockene Brennstoffgranulate
14	Wirbelbett-Temperatur
15	Freiraum-Temperatur
16	Zyklon-Temperatur
A	Sekundärluftzugabe "ein"
B	Aufheizbrenner "aus"
C	Brennstoffaufgabe "ein"
D	Aufheizbrenner "ein"
E	Versuchsende
a	Anfahrphase bzw. Aufheizphase
b	Stabilisierungsphase
c	stabile Verbrennungsphase

ERSATZBLATT
ISA/EP

Patentansprüche

1. Brennstoffgranulate aus Klärschlamm, insbesondere für Wirbelschichtfeuerungen, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennstoffgranulate folgende Zusammensetzung aufweisen:
 - a) 0,86 bis 45 Gew.-% Klärschlamm-Trockensubstanz,
 - b) 83,74 bis 43 Gew.-% Kohlenstaub (w.f.),
 - c) 5,4 bis 2 Gew.-% Branntkalk,
 - d) ≤ 10 Gew.-% Restwasser,
 - e) eine rundliche Korngröße zwischen 0 und 7 mm, einen Mehlkornanteil < 1 % und eine rieselfähige Konsistenz haben sowie
 - f) in einem einzigen Verfahrensschritt in einem Granuliermischer hergestellt sind.

- 18 -

2. Brennstoffgranulate aus Klärschlamm, insbesondere für Wirbelschichtfeuerungen, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Brennstoffgranulate folgende Zusammensetzung aufweisen:
- a) 0,8 bis 40 Gew.-% Klärschlamm-Trockensubstanz,
 - b) 74,4 bis 38 Gew.-% Kohlenstaub (w.f.),
 - c) 4,8 bis 2 Gew.-% Branntkalk und
 - d) ≤ 20 Gew.-% Restwasser,
 - e) eine rundliche Korngröße zwischen 0 und 7 mm, einen Mehlkornanteil < 1 % und eine rieselfähige Konsistenz haben sowie
 - f) in einem einzigen Verfahrensschritt in einem Granuliermischer hergestellt sind.
3. Brennstoffgranulate aus Klärschlamm, insbesondere für Wirbelschichtfeuerungen, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Brennstoffgranulate folgende Zusammensetzung aufweisen:
- a) 0,4 bis 23 Gew.-% Klärschlamm-Trockensubstanz,
 - b) 49,3 bis 29 Gew.-% Kohlenstaub (w.f.),
 - c) 3,3 bis 1 Gew.-% Branntkalk,
 - d) ≤ 47 % Restwasser,
 - e) eine rundliche Korngröße zwischen 0 und 7 mm, einen Mehlkornanteil < 1 % und eine rieselfähige Konsistenz haben sowie
 - f) in einem einzigen Verfahrensschritt in einem Granuliermischer hergestellt sind.

- 19 -

4. Brennstoffgranulate nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß sie folgende Kornverteilung haben:

von 0	bis 0,63 mm	=	0,4 %
0,63	bis 1,0 mm	=	32,3 %
1,0	bis 2,0 mm	=	46,9 %
2,0	bis 4,0 mm	=	19,8 %
	> 4,0 mm	=	0,6 %

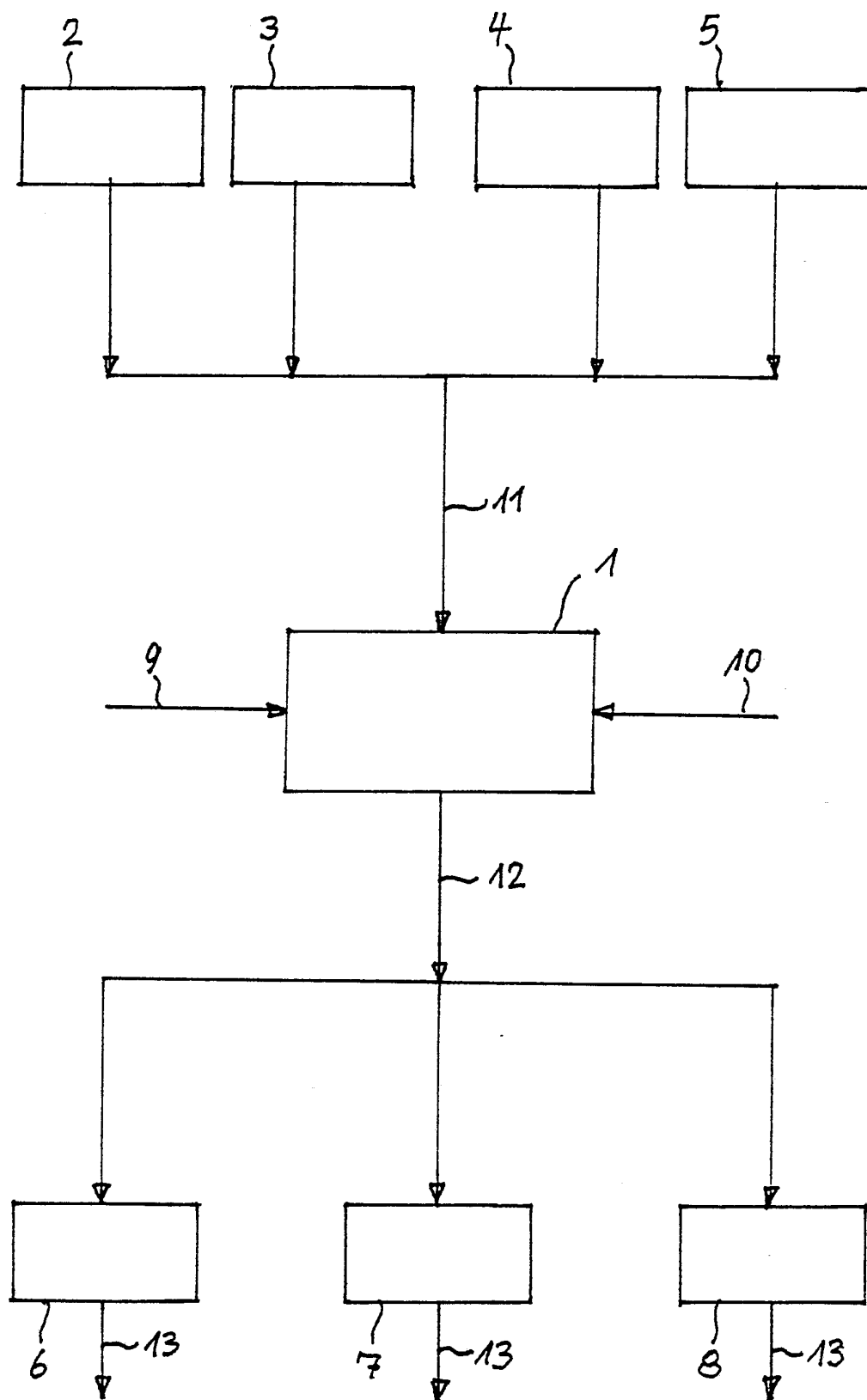
5. Verfahren zur Herstellung von Brennstoffgranulaten nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß 0,8 kg - 1,4 kg kommunaler Klärschlamm (Dünnschlamm) mit 1,5 - 8,0 % Trockensubstanz, 2,0 kg Braunkohlenstaub mit 10 - 20 % Wassergehalt und 0,10 kg Branntkalk in einem Granuliermischer zu rundlichen, rieselfähigen feuchten Brennstoffgranulaten mit 35 - 47 % Wassergehalt und quasitrockener, rieselfähiger Konsistenz geformt und diese gegebenenfalls anschließend in 30 - 60 h zu trockenen Brennstoffgranulaten mit einer Restfeuchte von 20 - 10 % luftgetrocknet werden.

- 20 -

6. Verfahren zur Herstellung von Brennstoffgranulaten nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß kommunaler Klärschlamm (Dünnschlamm) durch Zugabe von organischen oder anorganischen Flockungsmitteln mittels Schwerkraft auf 15 - 25 % Trockensubstanz vorentwässert werden, 1,2 kg - 1,5 kg des vorentwässerten Klärschlammes, 1,5 kg Braunkohlenstaub mit 10 - 20 % Wassergehalt und 0,05 kg Branntkalk im Granuliermischer zu rundlichen, rieselfähigen feuchten Brennstoffgranulaten geformt und diese gegebenenfalls anschließend zu trockenen Brennstoffgranulaten luftgetrocknet werden.
7. Verfahren zur Herstellung von Brennstoffgranulaten nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß kommunaler Klärschlamm (Dünnschlamm) mit oder ohne Flockungsmittelzugabe maschinell auf 25 - 35 % Trockensubstanz vorentwässert werden, 1,5 kg - 1,8 kg des vorentwässerten Klärschlammes, 1,0 kg Braunkohlenstaub mit 10 - 20 % Wassergehalt und 0,05 kg Branntkalk im Granuliermischer zu rundlichen rieselfähigen feuchten Brennstoffgranulaten geformt und diese gegebenenfalls zu trockenen Brennstoffgranulaten luftgetrocknet werden.

- 21 -

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß der vorentwässerte Klärschlamm in einer Filtrationsstufe unter Verwendung von Steinkohle, Koksabrieb, Holzmehl oder Braunkohle als Filterhilfsmittel im Verhältnis 1:1 gemischt und druckfiltriert wird.
9. Verfahren zur Herstellung von Brennstoffgranulaten nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß kommunaler Klärschlamm (Dünnschlamm) in Schlammteichen auf 20 - 35 % TS eingedickt werden, 1,2 - 1,8 kg des eingedickten Klärschlammes, 1,0 kg Braunkohlenstaub mit 10 - 20 % Wassergehalt und 0,05 kg Branntkalk im Granuliermischer zu rundlichen rieselfähigen feuchten Brennstoffgranulaten geformt und diese gegebenenfalls anschließend zu trockenen Brennstoffgranulaten luftgetrocknet werden.
10. Verfahren zur Herstellung von Brennstoffgranulaten nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß anstelle von Braunkohlenstaub als Trockenmasse Steinkohlenstaub, Holzmehl oder andere feinteilige kohlenstoffhaltige Trockenmassen verwendet werden.

Fig. 1

2 / 2

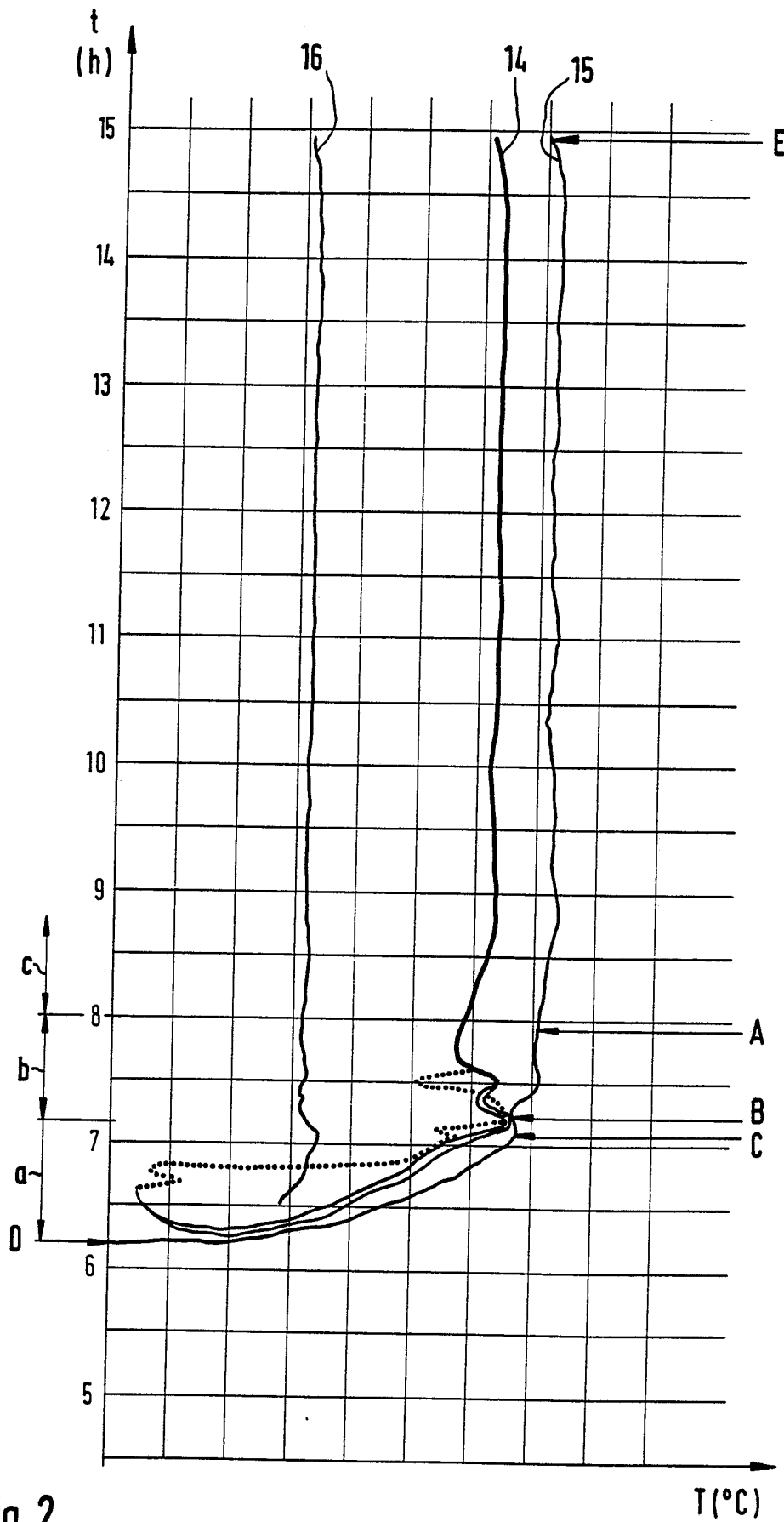


Fig. 2

ERSATZBLATT

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP 92/00784

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁵ C10L5/46; C10L5/40

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁵ C10L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE,A,3619725 (VOEST-ALPINE) 18 December 1986 see claims 1,3,4,6	1-10
A	GB,A,176053 (SINNATT) 28 February 1922, see page 3, line 76 - page 3, line 92; claims 1,2	1-10
A	ENTSORGA-MAGAZIN-ENTSORGUNGSWIRTSCHAFT, September 1990, pages 60-62; "Granulat für die Verbrennung" cited in the application	
A	ULRICH LOLL "Recycling von Klärschlamm", 1989, EF-VERLAG, BERLIN cited in the application see page 32 - page 33	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 July 1992 (15.07.92)

Date of mailing of the international search report

30 July 1992 (30.07.92)

Name and mailing address of the ISA/

EUROPEAN PATENT OFFICE

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

**ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO. EP 9200784
SA 58136**

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report.
The members are as contained in the European Patent Office EDP file on
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information. 15/07/92

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE-A-3619725	18-12-86	AT-B- 388724 EP-A- 0271628	25-08-89 22-06-88

GB-A-176053		None	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 92/00784

I. KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben)⁶

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

Int.Kl. 5 C10L5/46; C10L5/40

II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff⁷

Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole
Int.Kl. 5	C10L

Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen⁸

III. EINSCHLAGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN⁹

Art. ^o	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³
A	DE,A,3 619 725 (VOEST-ALPINE) 18. Dezember 1986 siehe Ansprüche 1,3,4,6 ---	1-10
A	GB,A,176 053 (SINNATT) 28. Februar 1922 siehe Seite 3, Zeile 76 - Seite 3, Zeile 92; Ansprüche 1,2 ---	1-10
A	ENTSORGA-MAGAZIN-ENTSORGUNGSWIRTSCHAFT September 1990, Seiten 60 - 62; 'Granulat für die Verbrennung' in der Anmeldung erwähnt ---	
A	ULRICH LOLL 'Recycling von Klärschlamm' 1989, EF-VERLAG, BERLIN in der Anmeldung erwähnt siehe Seite 32 - Seite 33 ---	1-10

^o Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen¹⁰:

- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

IV. BESCHEINIGUNG

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. JULI 1992

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

3 0. 07. 92

Internationale Recherchenbehörde

EUROPAISCHES PATENTAMT

Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten

MEERTENS J.

**ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 9200784
SA 58136

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

15/07/92

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE-A-3619725	18-12-86	AT-B- 388724 EP-A- 0271628	25-08-89 22-06-88
GB-A-176053		Keine	

EPO FORM P0473

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82