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 :		(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 92/04426
C10J 3/12, 3/50, C01B 3/44 C01B 3/30, B01J 8/18	A1	(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 19. März 1992 (19.03.92)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP91/01719

(22) Internationales Anmeldedatum: 10. September 1991 (10.09.91)

(30) Prioritätsdaten:
P 40 28 853.6 11. September 1990 (11.09.90) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten ausser US):* KORTEC AG [CH/CH]; Baarerstraße 21, CH-6300 Zug (CH).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US) :* MANOLESCU, Mircea, Tudor [BR/BR]; Rua Antonio Gontijo de Carvalho no. 89, 04640-São Paulo (BR). VANDENHOECK, Jean-Paul [US/US]; 3 Shell Beach Road, Guilford, CT 06437 (US).

(74) Anwalt: BLUMBACH WESER BERGEN KRAMER ZWIRNER HOFFMANN; Radeckestraße 43, D-8000 München 60 (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), AU, BE (europäisches Patent), BR, CA, CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), DK (europäisches Patent), ES (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), GR (europäisches Patent), HU, IT (europäisches Patent), JP, KR, LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), SU+,US.

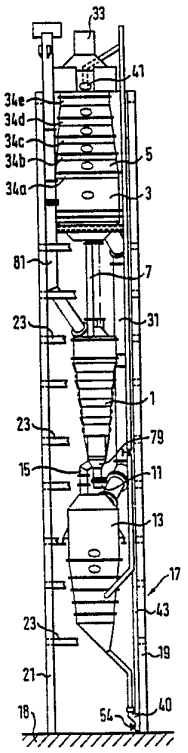
Veröffentlicht
Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) Title: PROCESS AND DEVICE FOR THE GASIFICATION OF MATERIALS AND/OR FOR REFORMING A GAS, PLUS A HIGH-TEMPERATURE HEAT-EXCHANGER FOR CARRYING OUT THE PROCESS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM VERGASEN VON VERGASUNGSSTOFFEN UND/ODER ZUM REFORMIEREN EINES GASES SOWIE HOCHTEMPERATURWÄRMETAUSCHER FÜR DIE DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS

(57) Abstract

The invention concerns a process and device for gasifying liquid and/or fine-particulate solid materials and/or for reforming a gas, with the addition of a gasification agent, in a reactor (1). In this process, the heat is supplied by heat-carrier particles which are heated in a heater (5) by combustion gases produced in a combustion chamber (3), then passed, flowing in the opposite direction to the material being gasified/gas being reformed plus gasification agent, through the reactor (1), and subsequently fed back in an essentially closed circuit to the heater (5) for reheating. The invention calls for the particles and the combustion gas to form a fluidized bed above at least one grid (34, 34a, 34b, 34c, 34d, 34e) fitted in the heater (5). The particles flow out of the heater (5) into the combustion chamber (3) next to it where they form, together with the combustion gas, a fluidized bed, subsequently passing out of the combustion chamber (3) through an overflow pipe (7, 7') which carries them into the upper zone of the reactor (1). The passage of the particles through the overflow pipe (7, 7') compresses the particles, which prevents the gaseous products produced in the reactor (1) from escaping through the pipe. In the reactor (1), the particles form one or more fluidized beds together with the material being gasified and/or gas being reformed.



+ Siehe Rückseite

(57) Zusammenfassung Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Vergasen flüssiger und/oder feinkörniger fester Vergasungsstoffe und/oder zum Reformieren eines Gases unter Zusatz eines Vergasungsmittels in einem Reaktor (1). Bei dem Verfahren wird die Prozeßwärme durch Wärmeträger-Partikel zugeführt, die innerhalb eines im wesentlichen geschlossenen Kreislaufs in einem Erhitzer (5) durch in einer Brennkammer (3) entstehende Verbrennungsgase erwärmt und im Gegenstrom zu dem Vergasungsstoff bzw. dem zu reformierenden Gas und dem Vergasungsmittel durch den Reaktor (1) geführt werden, und die anschließend für eine erneute Erwärmung in den Erhitzer (5) zurückgeführt werden. Erfindungsgemäß bilden die Partikel und das Verbrennungsgas oberhalb mindestens eines in dem Erhitzer (5) angeordneten Rostes (34, 34a, 34b, 34c, 34d, 34e) eine Wirbelschicht. Die Partikel strömen aus dem Erhitzer (5) in die sich daran anschließende Brennkammer (3), in der sie mit dem Verbrennungsgas eine Wirbelschicht bilden und gelangen über ein Überlaufrohr (7, 7′) aus der Brennkammer (3) in einen oberen Bereich des Reaktors (1). Durch den Durchsatz durch das Überlaufrohr (7, 7′) wird eine Dichtung gebildet, die einen Durchtritt von in dem Reaktor (1) entstehendem Produktgas verhindert. Die Partikel bilden in dem Reaktor (1) mit dem Vergasungsstoff und/oder dem zu reformierenden Gas eine oder mehrere Wirbelschichten.

+ BESTIMMUNGEN DER "SU"

Die Bestimmung der "SU" hat Wirkung in der Russischen Föderation. Es ist noch nicht bekannt, ob solche Bestimmungen in anderen Staaten der ehemaligen Sowjetunion Wirkung haben.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

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

AT	Österreich	ES	Spanien	ML	Mali
AU	Australien	FI	Finnland	MN	Mongolei
BB	Barbados	FR	Frankreich	MR	Mauritanien
BE	Belgien	GA	Gabon	MW	Malawi
BF	Burkina Faso	GB	Vereinigtes Königreich	NL	Niederlande
BG	Bulgarien	GN	Guinea	NO	Norwegen
BJ	Benin	GR	Griechenland	PL	Polen
BR	Brasilien	HU	Ungarn	RO	Rumänien
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		

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM VERGASEN VON VERGASUNGSSTOFFEN UND/ODER ZUM REFORMIEREN EINES GASES SOWIE HOCHTEMPERATURWÄRMETAUSCHER FÜR DIE DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Vergasen flüssiger und/oder feinkörniger fester Vergasungsstoffe und/oder zum Reformieren eines Gases unter Zusatz eines Vergasungsmittels nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Die Erfindung bezieht sich weiter auf eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach dem Oberbegriff des Anspruchs 18 und einen Hochtemperaturwärmeaustauscher, insbesondere für diese Vorrichtung, nach dem Oberbegriff des Anspruches 28 bzw. 36.

Bei einem bekannten Verfahren (GB-PS 744 742) zum Vergasen eines feinkörnigen Vergasungsmittels und/oder zum reformieren eines kohlendioxidhaltigen Gases in ein kohlenmonoxidhaltiges Gas wird dem Reaktor die für den Ablauf der chemischen Reaktion erforderliche Wärme über in einem geschlossenen Kreislauf geführte, und außerhalb des Reaktors erwärmte, feinkörnige Wärmeträger-Partikel zugeführt. Eine gute Verteilung der Partikel in dem Reaktor und damit eine gute Wärmeübertragung zwischen den Partikeln und dem Vergasungsstoff wird bei im Gegenstrom geförderten Partikeln dadurch angestrebt, daß der Reaktor horizontal angeordnet ist und um seine Längsachse gedreht wird. Zum Boden des Reaktors gelangende Partikel werden durch die Drehung angehoben um anschließend aufgrund ihres Gewichts zum Reaktorbo-

den zurückzufallen; damit soll eine einem Berieseln ähnliche Beaufschlagung des Reaktorinneren mit den Partikeln und damit ein guter Wärmeaustausch erreicht werden. Für im Gleichstrom geführte Partikel wird vorgeschlagen, daß diese von einem oberen Bereich eines vertikal angeordneten Reaktors durch eine Schicht feinkörniger fester Vergasungsstoffe zum Boden des Reaktors gefördert werden, von wo aus sie zusammen mit anfallender Asche ausgetragen werden.

Die Partikel bestehen aus Metallen oder Metalloxiden und haben eine Korngröße von etwa 1 bis 5 mm. Über die Partikel ausgetragene Asche wird vor einer Rückführung der Partikel in den Erhitzer, beispielsweise durch Sieben oder eine magnetische Trennung von Aschebestandteilen, ausgeschieden. Der für das Erwärmen der Partikel vorgesehene Erhitzer weist gleichfalls einen um seine Längsachse drehenden Erhitzerzylinder auf; auf die Wärmezufuhr zu dem Erhitzer ist nicht eingegangen. Die in dem Erhitzer erwärmten Partikel werden innerhalb des geschlossenen Kreislaufs nach ihrem Austritt aus dem Reaktor über eine Verkokungseinrichtung oder einen Luftvorwärmer dem Erhitzer wieder zugeführt. Bei der Vergasung staubförmiger Vergasungsstoffe können diese, in nicht weiter beschriebener Weise, innerhalb des Reaktors einen Schwebezustand einnehmen.

Der Einsatz eines rotierenden Reaktors sowie eines rotierenden Erhitzers führt zu einem relativ hohen Aufwand bei der Durchführung des Verfahrens. Ein entsprechender Aufwand ist zum Aufbau und für die Wartung einer zur Durchführung des Verfahrens erforderlichen Vorrichtung notwendig. Ferner ist weder beim Berieseln des Vergasungsstoffes durch Partikel bei einem drehenden Reaktor, noch bei einem Beaufschlagen einer Schicht des Vergasungsstoffes innerhalb eines ruhenden Reaktors durch herabfallende Partikel, ein inniges

Vermischen mit dem Vergasungsstoff sichergestellt, so daß der Wirkungsgrad des Wärmeaustausches relativ gering ist.

Bei einem bekannten Verfahren zum Reformieren von CO_2 und H_2O enthaltenden Gasen, sowie von kohlenwasserstoffhaltigen Gasen zu Reduktionsgas mit hohem H_2- und CO-Anteil (DE-PS 29 47 128), werden als Wärmeübertragungsmedium fluidisierbare wärmebeständige Partikel, beispielsweise aus Aluminiumoxid mit einer Partikelgröße im Bereich von 50 bis 500 µm eingesetzt. Eine Vergasung flüssiger oder fester Vergasungsstoffe ist dabei nicht vorgesehen. Zur Reformation von Gasen nehmen die in einem geschlossenen Kreislauf umlaufenden Partikel zunächst im Erhitzer und in der Brennkammer Wärme von in der Brennkammer erzeugtem Verbrennungsgas auf. Dazu sind die Partikel, sowohl in dem Erhitzer als auch in der Brennkammer, jeweils oberhalb eines Rostes in einer mit dem Verbrennungsgas gebildeten Wirbelschicht gehalten. Sie gelangen dabei über ein Fallrohr von dem Erhitzer in die Brennkammer, von wo aus sie über ein weiteres Fallrohr in eine unterhalb der Brennkammer liegende Bodenkammer gelangen. Diese ist über ein Förderrohr mit dem oberen Bereich des Reaktors verbunden, in dem die Partikel oberhalb von Rosten in mit dem zu reformierenden Gas gebildeten Wirbelschichten aufgenommen werden. Die in dem Reaktor ausgebildeten Wirbelschichten sind gleichfalls über ein Fallrohr verbunden. Um einen Übertritt von in dem Reaktor erzeugten Reduktionsgas in die Bodenkammer bzw. die Brennkammer zu verhindern, ist in dem Förderrohr ein im Wechsel zu öffnendes bzw. zu schließendes Doppelventil angeordnet. Das Doppelventil führt zum einem dazu, daß dem Reaktor Partikel diskontinuierlich zugeführt werden und zum anderen, daß der Aufbau und der Betrieb der Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens relativ aufwendig ist und einen erhöhten Verschleiß und dadurch auch eine erhöhte Störanfälligkeit aufweist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde ein gattungsgemäßes Verfahren so weiterzubilden, das in wirksamer, einfacher und betriebsicherer Weise eine Wärmeaufnahme durch die Partikel sowie eine Wärmeabgabe an Vergasungsstoffe und/oder zu reformierende Gase und Vergasungsmittel in dem Reaktor ermöglicht ist. Der Erfindung liegt weiter die Aufgabe zugrunde, eine gattungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens verfügbar zu machen mit einem Hochtemperaturwärmetauscher, der einen relativ einfachen, verschleißfesten und betriebssicheren Aufbau aufweist, und einen Wärmeaustausch mit hohem Wirkungsgrad ermöglicht.

Die Aufgabe wird durch das Verfahren nach Anspruch 1, durch die Vorrichtung nach Anspruch 18 und durch den Wärmetauscher nach Anspruch 28 gelöst.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens enthalten die Verfahrensansprüche 2 bis 17, vorteilhafte Ausgestaltungen der Vorrichtung die Vorrichtungsansprüche 18 bis 27 und vorteilhafte Ausgestaltungen des Wärmetauschers die Ansprüche 29 bis 37.

Dadurch, daß die Partikel und das Verbrennungsgas oberhalb mindestens eines in dem Erhitzer angeordneten Rostes eine Wirbelschicht bilden, ergibt sich innerhalb des Erhitzers eine zu einem guten Wärmeaustausch führende, innige Vermischung zwischen den Partikeln und dem Verbrennungsgas. Der Wärmeaustausch bzw. die Erwärmung der Partikel auf die notwendige Temperatur von 1250°C erfolgt in einer Wirbelschicht des Erhitzers, dessen Unterteil als Brennkammer ausgebildet ist, in der die Verbrennungsgase eine Temperatur von 1350°C bis 1500°C aufweisen. Erfindungsgemäß gelangen die in dem Erhitzer und in der Brennkammer erwärmten Partikel über ein Überlaufrohr aus der Brennkammer in einen

oberen Bereich des Reaktors. Der Durchsatz durch das Überlaufrohr bildet eine Dichtung, die einen Durchtritt von in dem Reaktor entstehendem Produktgas verhindert. Mit geringem Aufwand bei der Durchführung des Verfahrens und in verschleißarmer und somit betriebssicherer Weise ist somit erfindungsgemäß ein Durchtritt von Produktgas verhindert, ohne daß es beispielsweise erforderlich ist, als Abdichtorgan ein im Wechsel zu öffnendes bzw. zu schließendes Doppelventil anzuordnen und während des Verfahrensablaufs zu betätigen.

Die in den Reaktor gelangenden Partikel bilden dort mit dem Vergasungsstoff und/oder dem zu reformierenden Gas eine der Anzahl der Roste entsprechende Anzahl von Wirbelschichten; damit ist in dem Reaktor ein die Wirksamkeit des Verfahrens erhöhender guter Wärmeaustausch sichergestellt.

In vorteilhafter Weise ist der Durchsatz der Partikel durch das Überlaufrohr einstellbar, so daß der Verfahrensablauf durch Verändern der dem Reaktor zugeführten Partikel und damit auch der Wärmemenge auf einfache Weise beeinflußbar ist.

Es hat sich weiter als vorteilhaft herausgestellt, daß feste Vergasungsstoffe in eine Eintragskammer gefördert werden, in der sie von einem Fördergas aufgenommen und zusammen mit diesem über mindestens ein Eintragsrohr dem Reaktor zugeführt werden. Es ist damit in einfacher und wirksamer Weise sichergestellt, daß die Vergasungsstoffe in einer in dem Reaktor aufgebauten und zu einem guten Wärmeaustausch führenden Wirbelschicht im wesentlichen gleichmäßig verteilt werden.

Es ist dabei von Vorteil, daß in dem Reaktor oberhalb von dem der Eintragskammer benachbarten Reaktorboden und eines

oder mehrerer Roste hintereinander liegende Wirbelschichten gebildet werden. Damit sind gute Voraussetzungen für einen schnellen und vollständigen Ablauf der zu einer Vergasung bzw. Reformierung führenden chemischen Reaktionen und eine hierfür vorteilhafte gleichmäßige Erwärmung durch die Partikel gegeben. Damit kann die für eine Vergasung bzw. Reformierung erforderliche Vermischung der Partikel mit dem Vergasungsmittel und -stoff und/oder Reformierungsgas zum Wärme- und Stoffstransport schneller bzw. vollkommener ablaufen.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform können agglomerierte und/oder mit Asche behaftete Partikel über ein verschließbares Ablaufrohr aus der Brennkammer abgeführt werden. Auf einfache Weise wird damit ermöglicht, daß für eine Wirbelschichtbildung nicht mehr funktionsfähige Partikel bedarfsweise aus dem Partikelkreislauf entfernt werden. Damit kann in einfacher Weise die Wirksamkeit des Verfahrens, wie auch dessen Betriebssicherheit weiter verbessert werden.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform kann einem einer Auslaßöffnung des Überlaufrohres benachbarten Abschnitt über Steuerdüsen ein beispielsweise inertes Steuergas zugeführt werden, um über eine Injektionswirkung die Durchsatzgeschwindigkeit durch das Überlaufrohr zu erhöhen. In einfacher Weise kann damit, über eine Veränderung der Durchsatzgeschwindigkeit durch das Überlaufrohr, die Wärmezufuhr zu dem Reaktor und damit der Verfahrensablauf beeinflußt werden.

Als feste Vergasungsstoffe sind feinkörnige Steinkohle, Braunkohle, Torf, Holzkohle oder Biomasse und/oder als flüssige Vergasungsstoffe sind leichte oder schwere Kohlenwasserstoffe sowie Alkohole einsetzbar. Als Vergasungsmittel können H_2O- und CO_2-haltigen Stoffe, wie beispielsweise

wasserdampfhaltige Gase, CO_2-haltige Abgase, wie Hochofengas oder dergleichen, eingesetzt werden.

Als zu reformierendes Gas sind gasförmige Kohlenwasserstoffe, wie beispielsweise Erdgas, einsetzbar.

Für einen wirksamen Vefahrensablauf hat es sich als vorteilhaft herausgestellt, daß die Verbrennungsgase in der Brennkammer eine Temperatur etwa 1350°C bis 1500°C erreichen.

Es hat sich weiterhin als vorteilhaft erwiesen, daß Wasserdampf als Vergasungsmittel dem Reaktor unmittelbar zugeführt wird. Innerhalb des Reaktors ergibt sich damit, als Voraussetzung für eine wirksame Vergasung, eine gute Verteilung des Vergasungsmittels.

Es ist von Vorteil, daß in dem Reaktor ein Überdruck gegenüber dem Erhitzer oder dem Luftvorwärmer gebildet wird. Durch den Überdruck ist in einfacher Weise sichergestellt, daß aus der Brennkammer keine sauerstoffhaltigen heißen Verbrennungsgase in den Reaktor gelangen können, die dort zu einer die Betriebssicherheit gefährdenden Verbrennung führen könnten. In entsprechender Weise ist verhindert, daß vorgewärmte Verbrennungsluft in den Reaktor strömen kann.

Für die Durchführung des Verfahrens hat es sich als vorteilhaft erwiesen, daß Partikel mit einer im wesentlichen sphärischen Form mit einem Durchmesser in einem Bereich von etwa 0,5 mm bis 3 mm eingesetzt werden. Die Partikel bestehen dabei vorzugsweise aus einem Oxid, beispielsweise Aluminiumoxid.

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens sind Erhitzer, Brennkammer und Reaktor im we-

sentlichen jeweils in vertikaler Richtung angeordnet. Damit ist in einfacher Weise sichergestellt, daß Partikel unterstützt durch ihre Schwerkraft innerhalb der einzelner Behälter gefördert werden können; es ist somit nicht erforderlich, daß beispielsweise ein Erhitzer bzw. Reaktor zum Fördern der Partikeln in Drehung versetzt wird. Durch entsprechende Anordnung der einzelnen Behälter kann weiterhin eine Schwerkraftförderung der Partikel zwischen einzelnen Behälter ermöglicht werden.

Dadurch, daß der Erhitzer erfindungsgemäß oberhalb der Brennkammer sich unmittelbar an diese anschließend angeordnet ist und mindestens einen Rost, sowie in seinem oberen Bereich einen Verteiler für die Partikel aufweist, ist in einfacher Weise sichergestellt, daß in dem Erhitzer gleichmäßig verteilte Partikel aufgrund ihrer Schwerkraft in die Brennkammer gelangen. Die Roste können dabei in einem der Brennkammer weiter entfernt gelegenen Bereich aus Edelstahl gebildet sein; der Brennkammer benachbart angeordnete Roste sind, um den hohen Temperaturen der Verbrennungsgase standhalten zu können, aus Keramikelementen aufgebaut. Für eine vorteilhafte Ausbildung dünnschichtiger Fließbetten mit einer Höhe von etwa 100 mm oberhalb eines Rostes ist es vorteilhaft, daß die Roste eine im wesentlichen ebene Oberfläche aufweisen, die auch nach dem Auftreten einer Wärmeausdehnung im wesentlichen beibehalten wird. Dazu können die Keramikelemente ineinandergreifend ausgebildet und gegeneinander und/oder gegenüber einer Außenwandung des Erhitzers über Federn abgestützt sein. Die Ausbildung der Roste aus Keramikelementen bzw. Edelstahl führt ferner dazu, daß trotz der Ausbildung von Wirbelschichten innerhalb der die Partikel mit hoher Geschwindigkeit bewegt werden, der Verschleiß der Roste gering ist.

Dadurch, daß in einem unteren Bereich der Brennkammer über den Umfang verteilt Brennstoffdüsen und darunterliegend über den Umfang verteilt Verbrennungsluftdüsen angeordnet sind, ist eine Verteilung und Strömung der entstehenden Verbrennungsgases derart sichergestellt, daß die Partikel in der Brennkammer mit dem Verbrennungsgas eine Wirbelschicht bilden.

Erfindungsgemäß ist die Einlaßöffnung des Überlaufrohres im Bereich der Brennstoffdüsen angeordnet. Durch diese Anordnung ist sichergestellt, daß genügend Partikel kontinuierlich aus der in der Brennkammer gebildeten Wirbelschicht in das Überlaufrohr eintreten, dort eine Dichtung gegenüber dem in dem Reaktor erzeugten Produktgas bilden und in ausreichendem Maße Wärme zu dem Reaktor führen. Um den Eintritt der Partikel in das Überlaufrohr weiter zu fördern, kann die Einlaßöffnung zumindest bereichsweise trichterförmig erweitert sein.

Erfindungsgemäß ist der in den oberen Bereich des Reaktors ragenden Auslaßöffnung des Überlaufrohres im Abstand benachbart eine Verteileinrichtung zum Verteilen der Partikel zugeordnet. Die beispielsweise aus einer Prallplatte gebildete Verteileinrichtung führt zu einer gleichmäßigen Verteilung der in den Reaktor gelangenden heißen Partikel.

Dem Reaktor ist erfindungsgemäß eine, mit diesem über mindestens eine Eintragsleitung verbundene, Eintragskammer zugeordnet, die eine untere Kammer mit einer Anschlußleitung für ein Fördergas und eine oberhalb der unteren Kammer angeordnete, von dieser durch eine poröse Zwischenwand getrennte obere Kammer mit einer Anschlußleitung für Vergasungsstoff aufweist. Damit ist in einfacher Weise die Voraussetzung dafür geschaffen, daß die in den Reaktor eingetragenen festen Vergasungsstoffe nach ihrem Eintritt in

den Reaktor in der dort ausgebildeten und die Partikel enthaltenden Wirbelschicht schnell und im wesentlichen gleichmäßig verteilt aufgenommen werden.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist als Verteileinrichtung dem Überlaufrohr eine Blende zugeordnet und/oder eine über die Auslaßöffnung bzw. die Blende beaufschlagbare Verteilerplatte. Durch die Anordnung der Blende wird erreicht, daß die aus der Auslaßöffnung strömenden Partikel in einen durch die Blende tretenden Hauptanteil und einen ausgelenkten kleineren Anteil verzweigt werden. Damit ergibt sich eine gute Verteilung der Partikel im oberen Bereich des Reaktors. Die Verteilung kann weiterhin dadurch verbessert werden, daß eine Verteilerplatte so angeordnet wird, daß sie von dem durch die Blende strömenden Hauptanteil der Partikel beaufschlagt wird.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist in einem der Auslaßöffnung benachbarten Bereich des Überlaufrohres mindestens eine an eine Steuergasleitung angeschlossene Steuerdüse zugeordnet. Durch entsprechende Zufuhr eines beispielsweise inerten Gases als Steuergas, kann, über die dadurch in dem Überlaufrohr hervorgerufene Injektionswirkung, der Durchsatz der Partikel durch das Überlaufrohr in einfacher Weise zum Beeinflussen des Verfahrensablaufes verändert werden.

Sowohl im Erhitzer als auch im Reaktor findet ein Wärmeaustausch zwischen den Feststoffpartikeln und einem Gas in einer Wirbelschicht (Fließbett) bei hohen Temperaturen statt. Erhitzer und Reaktor sind somit Hochtemperaturwärmetauscher, die durch die Ausbildung ihrer Roste bei einfachem, verschleißfestem und betriebssicherem Aufbau einen Wärmeaustausch mit hohem Wirkungsgrad ermöglichen. Dieser Hoch-

temperaturwärmeaustauscher ist nicht nur als Teil der erfindungsgemäßen Vorrichtung, sondern univeral einsetzbar.

Ein Ausführungsbeispiel für die erfindungsgemäße Vorrichtung ist mit einem Beispiel für den erfindungsgemäßen Verfahrensablauf anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen jeweils in vereinfachter schematischer Darstellung

Fig. 1 eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens,

Fig. 2 einen Längsschnitt durch einen Rost,

Fig. 3 eine Draufsicht auf einen Bereich des Rostes nach Fig. 2,

Fig. 4 ein Tragelement für einen Rost nach den Fig. 2 und 3,

Fig. 5 einen Längsschnitt einer Anordnung von Deckelementen für einen Rost nach der Linie V-V gemäß Fig. 3,

Fig. 6 eine Draufsicht auf ein Deckelement,

Fig. 7 einen Längsschnitt eines Deckelementes nach der Linie VII-VII gemäß Fig. 6,

Fig. 8 ein Diagramm für einen Partikeldurchfluß durch einen Rost abhängig von einer Gasgeschwindigkeit,

Fig. 9 einen Schnitt durch den unteren Bereich einer Brennkammer und den oberen Bereich eines Reaktors einer Vorrichtung nach Fig. 1, und

Fig. 10 einen Schnitt durch den unteren Bereich des Reaktors und eine zugehörige Eintragskammer für die in den Fig. 1 und 2 dargestellte Vorrichtung.

Die in Fig. 1 dargestellte Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Vergasen flüssiger und/oder feinkörniger fester Vergasungsstoffe und/oder zum Reformieren eines Gases unter Zusatz eines Vergasungsmittels weist einen im wesentlichen in der Mitte der Vorrichtung vertikal angeordneten Reaktor 1 auf. Oberhalb des Reaktors 1 ist ein behälterförmig ausgebildeter Erhitzer 5 angeordnet, dessen unterer Bereich als Brennkammer 3 ausgebildet ist. Damit, in der nachfolgend beschriebenen Weise, in dem Erhitzer 5 und der Brennkammer 3 erwärmte Wärmeträger-Partikel in den Reaktor 1 gelangen können, verläuft von dem unteren Bereich der Brennkammer 3 ein Überlaufrohr 7 in den oberen Bereich des Reaktors 1 (Fig. 9).

Zur Bevorratung und zur Beschickung von Vergasungsstoffen ist ein nicht dargestellter Speicherbehälter vorgesehen, aus dem beispielsweise feste, feinkörnige Vergasungsstoffe dosiert einer unterhalb des Reaktors angeordneten Eintragskammer 11 zugeführt werden, die mit dem unteren Bereich des Reaktors 1 über eine Vielzahl von Eintragsrohren 9 verbunden ist. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel sind sieben Eintragsrohre 9 vorgesehen, von denen in Fig. 10 eine Reihe mit drei Eintragsrohren 9 erkennbar ist.

Unterhalb des Reaktors 1 ist ein Luftvorwärmer 13 angeordnet, der mit dem Reaktor 1 über eine Rücklaufleitung 15 verbunden ist. In entsprechender Weise wie die Brennkammer 3 und der Erhitzer 5 sind jeweils auch der Reaktor 1 und der Luftvorwärmer 13 als Behälter ausgebildet und an einem insgesamt mit 17 bezeichneten Tragrahmen befestigt.

Dieser ist als Stahlbaukonstruktion ausgebildet und weist beispielsweise vier Längssäulen auf, von denen in Fig. 1 die beiden vorderen 19, 21 sichtbar sind. In verschiedenen Höhenlagen sind die Längssäulen 19, 21 über Querstreben 23 miteinander verbunden. Der Tragrahmen 17 ist in nicht weiter dargestellter Weise über ein Fundament an einem Bodenbereich 18 fest verankert.

Wie aus Fig. 9 ersichtlich, sind in dem unteren Bereich der Brennkammer 3 in zwei benachbarten, horizontalen Ebenen über den Umfang der Brennkammer 3 verteilt Brennstoffdüsen 25 für die Zufuhr von Brennstoff angeordnet. In einer Ebene angeordnete Brennstoffdüsen 25 sind dabei gegenüber den in der benachbarten Ebene angeordneten Brennstoffdüsen 25 in Umfangsrichtung versetzt angeordnet. Unterhalb der Brennstoffdüsen 25 und diesen benachbart sind gleichfalls in einer Ebene über den Umfang verteilt Verbrennungsluftdüsen 26 angeordnet. Die Verteilung der Brennstoffdüsen 25 und der Verbrennungsluftdüsen 26 am Umfang ist so, daß vorliegend jeder Brennstoffdüse 25 eine Verbrennungsluftdüse 26 zugeordnet ist. Die Brennstoffdüsen 25 und die Verbrennungsluftdüsen 26 sind in gleicher Weise jeweils in radialer Richtung verlaufend angeordnet und ragen über die Wandung der Brennkammer 3 hinaus in deren Innenraum. Die Düsen 25, 26 weisen dabei jeweils eine schräg nach unten, radial einwärts verlaufende Stirnseite 25' bzw. 26' auf.

Über die Brennstoffdüsen 25 kann der Brennkammer 3 kontinuierlich Brennstoff verschiedenster Art zugeführt werden. Beim Einsatz der Vorrichtung in einer Hochofen oder Direktreduktionsanlage kann beispielsweise anfallendes Gichtgas verbrannt werden. Es können aber auch flüssige Brennstoffe, feinkörnige Kohle, Holzkohle oder Biomasse verbrannt werden. Die Verbrennungsluft wird in dem Luftvorwärmer 13 vorgewärmt und von dort der Brennkammer 3 über eine Verbren-

nungsluftleitung 31 zugeführt. Diese mündet in eine Ringkammer 31', die zwischen einer Außenwand 3'der Brennkammer 3 und einer dieser mit Abstand gegenüberliegenden Innenwand 32 gebildet ist. Beide Wände 3', 32 sind zum Boden der Brennkammer 3 hin sich trichterförmig verjüngend ausgebildet. Für eine gleichmäßige Beaufschlagung der Verbrennungsluftdüsen 26 sind diese jeweils gegenüber der Ringkammer 31'geöffnet. Durch die Zufuhr bereits vorgewärmter Verbrennungsluft können in der Brennkammer 3 heiße Verbrennungsgase mit einer Temperatur von etwa 1350°C bis 1500°C erzeugt werden. Diese Verbrennungsgase strömen mit einer in geeigneter Weise vorgebbaren Geschwindigkeit aus der Brennkammer 3 in den Erhitzer 5, den sie als Abgas über einen Gasauslaß 33 an seinem oberen Ende mit einer Temperatur von im vorliegenden Ausführungsbeispiel etwa 350°C verlassen. Diese Abgase können gegebenenfalls in einem nicht dargestellten weiteren Vorwärmer, beispielsweise zum Erzeugen von Dampf als Vergasungsmittel oder zum Trocknen von festen Brennstoffen, und im Anschluß daran einer gleichfalls nicht dargestellten Abgasreinigungsanlage zugeführt werden.

Der Erhitzer 5 ist im vorliegenden Fall durch fünf im wesentlichen horizontal und eben verlaufende Roste 34a bis 34e unterteilt; der Abstand zwischen benachbarten Rosten ist dabei im wesentlichen gleich. Der Erhitzer 5 und die Brennkammer 3 sind in nicht näher dargestellter Weise mit feuerfestem Material ausgekleidet; es können auch wassergekühlte Wandelemente eingesetzt werden.

Im Gegenstrom zu den aus der Brennkammer 3 in den Erhitzer 5 aufsteigenden Verbrennungsgasen werden über einen Verteiler 41, der unterhalb des Gasauslasses 33 und oberhalb des Rostes 34e angeordnet ist, Wärmeträgerpartikel zugeführt. Die aus einem harten, im wesentlichen abriebfesten Material, beispielsweise Aluminiumoxid, bestehenden Partikel wer-

den dem Verteiler 41 über eine sich von dem Bodenbereich des Tragrahmens 17 im wesentlichen in vertikaler Richtung erstreckende Förderleitung 43 zugeführt. Die Partikel werden der Förderleitung 43 durch eine pneumatische Fördereinrichtung 40 zugeführt; dieser ist dabei über einen Druckluftanschluß 54 durch ein nicht dargestelltes Gebläse Druckluft zuführbar. Es ist auch möglich, die Partikel beispielsweise über mit Förderschaufeln versehene Tragbänder oder über einen Schneckenförderer zu dem Verteiler zu fördern.

Über den Verteiler 41 mit einer Vielzahl von sich sternförmig erstreckenden Verteilerplatten oder -rohren wird der Erhitzer 5 im wesentlichen gleichmäßig mit Partikeln beaufschlagt. Diese haben einen Durchmesser im Bereich von etwa 0,5 mm bis 3 mm und eine im wesentlichen sphärische Form, wobei gegebenenfalls durch eine geeignete Klassierung sichergestellt werden kann, daß der Anteil nicht sphärisch geformter, flacher Partikel gering ist. Um einen hohen Wirkungsgrad für die Wärmezufuhr von dem Verbrennungsgas zu den Partikeln zu erreichen, werden diese durch das Verbrennungsgas oberhalb eines oder mehrerer der Roste 34a bis 34e so fluidisiert, daß sich dünne Wirbelschichten mit einer Höhe von etwa 100 mm oberhalb der Roste ausbilden. Für die Ausbildung derartiger dünner Wirbelschichten sind kugelförmige Partikel besonders gut geeignet. Die in den dünnen Wirbelschichten oberhalb der Roste 34a bis 34e erfolgende innige Vermischung zwischen den Partikeln und dem Verbrennungsgas ermöglicht eine gute Wärmeaufnahme durch die Partikel, so daß diese bei einer geringen Verweilzeit von etwa 1 bis 2 Minuten pro Wirbelschicht und bei einer kurzen Durchlaufzeit durch den Erhitzer 5 ausgehend von einer Temperatur von ca. 200°C, mit der die Partikel über den Verteiler 41 zugeführt werden, auf eine Temperatur von etwa 1250°C erwärmt werden.

Die Partikel können dabei von einem der Roste 34e, 34d, 34c, 34b zu jeweils einem benachbarten, durch einen darunterliegenden Rost begrenzten Bereich des Erhitzers 5 bzw. von dem Rost 34a zu der Brennkammer 3 über eine Vielzahl von jeweils einem Rost 34a bis 34e zugeordneten Überströmrohren 37 (Fig. 5) gelangen. Dies wird im folgenden in Verbindung mit dem Aufbau der Roste beschrieben.

Eine weitere Erwärmung der Partikel kann unmittelbar in der Brennkammer 3 durch das dort erzeugte Verbrennungsgas, das eine Temperatur von etwa 1350°C bis 1500°C aufweist, erfolgen. Durch die beschriebene Anordnung der Brennstoffdüsen 25 und der Verbrennungsluft 26 ergibt sich eine Strömung des entstehenden Verbrennungsgases derart, daß innerhalb der Brennkammer 3 eine Wirbelschicht gebildet wird, in der die in der Brennkammer 3 befindlichen Partikel im wesentlichen vollständig aufgenommen werden. Die in der Brennkammer 3 gebildete Wirbelschicht entspricht einer kochenden bzw. brodelnden Wirbelschicht, in der die Dichte der Wirbelschicht verhältnismäßig gering ist und in der die Partikel in schnelle Bewegung versetzt werden. Neben einer guten Wärmeübertragung zwischen den Verbrennungsgasen und den Partikeln führt die in der Brennkammer 3 ausgebildete Wirbelschicht auch dazu, daß die Partikel durch Kontakt mit den Brennstoffdüsen 25, den Verbrennungsluftdüsen 26 und der Wand 3' der Brennkammer 3 ein andernfalls mögliches Absetzen bzw. Anhaften von Asche verhindern.

Für die Ausbildung der dünnen Wirbelschichten oberhalb der Roste 34a bis 34e in dem Erhitzer 5 ist es erforderlich, daß diese eine im wesentlichen ebene Oberfläche aufweisen. In dem oberen und damit kälteren Bereich des Erhitzers 5 kann ein Rost 34e aus Edelstahl eingesetzt werden, der eine ausreichend hohe Wärmebeständigkeit und Verschleißfestig-

keit hat. Im unteren Bereich des Erhitzers 5 mit Temperaturen bis zu etwa 1250°C ist es vorteilhaft, beispielsweise die Roste 34a, 34b aus einem hitzebeständigen keramischen Material zu bilden. Als vorteilhaft hat sich dabei der Einsatz hexagonaler keramischer Elemente erwiesen, die sich gegeneinander abstützen und die gegeneinander und insgesamt gegenüber der Außenwand des Erhitzers 5 über Federn vorgespannt sind, so daß Wärmeausdehnungen ausgeglichen werden können. Damit kann sichergestellt werden, daß die Roste auch im erwärmten Zustand ihre ebene Form bzw. ihre horizontale Lageanordnung beibehalten. Jedes der Elemente weist mindestens eine Durchgangsöffnung auf, durch die das Verbrennungsgas strömen kann.

Erfindungsgemäß ist jedes der keramischen Elemente zweiteilig ausgebildet, mit jeweils einem aus einem keramischen Material hergestellten Tragelement 35, 35', 35''und 35''' (Fig. 2 und Fig. 4) und einem jeweils einem Tragelement zugeordnetem Deckelelement 36', 36'' (Fig. 3 und Fig. 5)

Die Tragelemente 35 bis 35''' haben, wie aus Fig. 4 ersichtlich, eine prismenförmige Gestalt mit einer hexagonalen Grundfläche und einer zentralen Durchgangsöffnung 351. Zum Verbinden benachbarter Tragelemente 35 bis 35''' weisen jeweils im Wechsel einander benachbarte Seitenwände jeweils mit gleichem Abstand von einander, im wesentlichen horizontal verlaufenden Halteansätze 352 und Halteaufnahmen 353 auf. An den Halteansätzen 352 und den Halteaufnahmen 353 sind jeweils in entsprechender Weise geeignet verlaufende Seitenflächen ausgebildet, so daß für ein gegenseitiges Abstützen in Halteaufnahmen 353 eines Tragelements 35' bis 35''' Haltenansätze 352 benachbarter Tragelemente in einfacher Weise eingeführt werden können, während die Halteansätze 352 dieses Tragelements wiederum in Halteaufnahmen 353 benachbarter Tragelemente eingreifen. Auf diese Weise

ergibt sich durch Anordnen einer Vielzahl von Tragelemente 35' bis 35''' der in Fig. 2 dargestellte tragende Teil eines der Roste 34a bis 34d. Sofern der Rost 34e nicht aus Edelstahl gebildet wird kann er, wie im übrigen ggf. auch Roste in übrigen Teilen der Vorrichtung wie bspw. dem Reaktor 1, entsprechend den hier beschriebenen Rosten 34a bis 34d ausgebildet sein.

Tragelemente unterschiedlicher Höhe sind dabei, wie aus Fig. 2 ersichtlich, so angeordnet, daß in einem mittigen Bereich Tragelemente 35 der geringsten Höhe angeordnet sind. Daran schließen sich in radial auswärtiger Richtung im wesentlichen konzentrischer Bereiche mit Tragelementen 35', 35'' und 35''' mit jeweils stufenförmig vergrößerten Höhen an, wobei alle Tragelemente 35 bis 35''' so angeordnet sind, daß ihre oberen Stirnflächen in einer gemeinsamen Ebene liegen. Aufgrund dieser Anordnung von Tragelementen 35 bis 35''' unterschiedlicher Höhe ergibt sich ein gewölbeartiger Aufbau des tragenden Teils der Roste, der zu einem guten Tragverhalten und einer Gewichtsreduktion führt. Für eine Auflage des tragenden Teils der Roste an einer Wandung 354 eines Behälters, wie vorliegend beispielsweise des Erhitzers 5, ragen, wie aus Fig. 2 ersichtlich, die radial auswärts gelegenen Tragelemente 35''' in eine durch feuerfestes Material 355 ausgekleidete Aufnahme in der Wand 354. An die radial auswärtigen Tragelemente 35''' schließen sich, mit diesem zusammenwirkende Zwischenelemente 356 an, die in ihrer Gesamtheit eine im wesentlichen zylindrische Außenmantelfläche ergeben. An diese schließen sich entsprechend schalenförmig ausgebildete Stahlplatten 357 an, die über in vorgebbarem Abstand über den Umfang verteilte Federn 358 in radial einwärtiger Richtung vorgespannt sind. Die Federn 358 können jeweils durch eine Vielzahl einander zugeordneter Tellerfedern oder durch entsprechend ausgeführte Schraubenfedern gebildet sein. Durch die Federn 358

werden die Tragelemente 35, 35', 35'' und 35''' im wesentlichen gleichmäßig mit radial einwärts gerichteten Radialkräften beaufschlagt. Damit werden, für ein gutes Ineinandergreifen von Halteansätzen 352 und Halteaufnahmen 353, einander benachbarte Halteelemente 35, 35', 35'' und 35''' gegeneinander gedrückt. Dadurch, daß die einzelnen Tragelemente 35, 35', 35'' und 35''' gegeneinander im wesentlichen gleichmäßig über die Vorspannkräfte der Federn 358 gedrückt werden, können durch Temperaturunterschiede bedingte Dimensionsänderungen der Behälterwandung 354, wie auch der einzelnen Tragelemente 35, 35', 35'' und 35''' in einfacher und sicherer Weise ausgeglichen werden. Es wird somit vermieden, daß aufgrund von Temperaturschwankungen Rißbildungen auftreten, die anderenfalls aufgrund örtlicher Spannungskonzentrationen auftreten könnten, und es wird gleichzeitig vermieden, daß beispielsweise bei einem Abkühlen jeweils eines Rostes der Zusammenhalt einander benachbarter Tragelemente 35, 35', 35'' und 35''' verringert wird. Damit ist auch eine ausreichende Formbeständigkeit der Roste gewährleistet.

Dadurch, daß sich die einzelnen Tragelemente 35 bis 35''' nur hinsichtlich ihrer Höhe unterscheiden, ist es in einfacher Weise unter Verwendung von in ihrem grundsätzlichen Aufbau gleichen Formen möglich, Tragelemente aus einem keramischen Material herzustellen. Die hexagonförmige Ausbildung der Tragelemente 35 bis 35''' ermöglicht es ferner, daß Durchgangsöffnungen 351 relativ großen Durchmessers ausgebildet werden, was zu einer relativ geringen Wanddicke der Tragelemente und damit einer Herabsetzung des Gewichtes führt. Damit ist es möglich, daß von der Gesamtfläche eines derart aufgebauten Rostes ein Anteil von über 50% als Öffnungsbereich, bestehend aus der Gesamtheit der Durchgangsöffnungen 351 ausgebildet ist. Gegenüber einer starren An-

ordnung von Rosten kann demzufolge eine Gewichtsersparnis im Bereich von 70% bis 90% erzielt werden.

Für einen erfindungsgemäß aus Tragelementen 35 bis 35''' ausgebildeten Rost, der Tragelemente 35 geringster Höhe von etwa 15 cm und Tragelemente 35''' größter Höhe von etwa 40 cm aufweist, hat es sich als ausreichend für eine den Anforderungen genügende Starrheit erwiesen, daß über die Federn 358 eine Vorspannkraft von etwa 2 kP/cm^2 am Außenumfang aufgebracht wird. Für die Durchführung des Verfahrens mit dabei auftretenden Temperaturerhöhungen und daraus resultierenden Wärmeausdehnungen betreffend die Tragelemente 35 bis 35''' hat sich eine gleichmäßig verteilte Erhöhung der Vorspannkraft auf etwa 5 kP/cm^2 als besonders vorteilhaft erwiesen. Diese Vorspannkraft liegt in sicherer Weise unterhalb der für das feuerfeste Material gegebenen Druckgrenze. Da das feuerfeste Material ständig unter einem im wesentlichen gleichmäßigen Druck gehalten wird, wird eine Rißbildung während eines Abkühlens weitestgehend vermieden.

Zum Aufbau der für die Ausbildung einer Wirbelschicht jeweils erforderlichen ebenen Oberfläche eines Rostes werden auf der Oberseite des durch die beschriebene Anordnung von Tragelementen 35 bis 35''' gebildeten tragenden Teils Deckelemente 36', 36'' angeordnet. Es ist dabei jedem der Tragelemente 35 bis 35''' jeweils ein Deckelement 36' bzw. 36'' gleicher hexagonaler Grundform und Größe zugeordnet, wobei jedes der im wesentlichen plattenförmig eben ausgebildeten Deckelemente 36', 36'' auf in Eckbereichen der Tragelemente 35 bis 35''' ausgebildeten Auflagevorsprüngen 359 aufliegt. Wie aus den Fig. 5, 6 und 7 ersichtlich, weisen die Deckelemente 36', 36'' im Wechsel mit unterschiedlichem Neigungswinkel schräg verlaufende Seitenkanten 361 und 362 auf. Die Seitenkanten 361 bilden dabei eine von oben zugängliche Schräge während Seitenkanten 362 eine von oben

nicht zugängliche, eine Hinterschneidung bildende Schräge ergeben. Durch Ineinandergreifen von Seitenkanten 361 und Seitenkanten 362 einander benachbarter Deckelemente 36', 36'' ergibt sich eine gegenseitige Abstützung und eine Verbindung zwischen den auf die Tragelemente 35 bis 35''' derart aufgelegten Deckelementen 36' und 36''. Die dabei durch die Deckelemente 36', 36'' gebildete Oberfläche ist in dem für eine Wirbelschichtbildung erforderlichem Maße eben. Dadurch, daß die Deckelemente 36', 36'' in bezug auf eine Übertragung von Tragkräften bzw. Wärmedehnungen oder Wärmespannungen von den Tragelementen 35 bis 35'' entkoppelt sind, bleibt die Oberfläche eines derart aufgebauten Rostes auch dann eben, wenn derartige Belastungen auftreten.

Die Deckelemente 36', die ebenso wie Deckelemente 36'' und die Tragelemente 35 bis 35''' aus einem keramischen Material hergestellt sind, weisen vorliegend eine zentrale Durchgangsöffnung 363 und im radialen Abstand davon, sechs weitere Durchgangsöffnungen 364 mit im wesentlichen gleichem Durchmesser auf.

Wie in Fig. 5 dargestellt, sind Deckelemente 36'' jeweils mit einem durch eine zentrale Durchgangsöffnung 363 geführten Überströmrohr 37 fest verbunden. Derartige Deckelemente 36'', die im übrigen wie die Deckelemente 36' Durchgangsöffnungen 364 aufweisen können, werden im Wechsel mit Deckelementen 36' so angeordnet, daß beispielsweise jedes fünfte bis zehnte Deckelement ein mit einem Überströmrohr 37 verbundenes Deckelement 36'' ist. Durch das Gewicht der Überströmrohre 37 ergibt sich eine ausreichende Verankerung der Deckelemente 36'' und über die sich gegenseitig überlappenden Seitenkanten 361, 362 ergibt insgesamt eine ausreichende Verankerung der angeordneten Deckelemente 36', 36''. Eine Anpassung von Überströmrohren 37 an einen gewünschten Partikeldurchsatz ist in einfacher Weise dadurch

möglich, daß Deckelemente 36', 36" durch solche ersetzt werden, deren Überlaufrohre 37 jeweils den erforderlichen Durchmesser und die erforderliche Höhe aufweisen.

Durch die Durchgangsöffnung 351 der Tragelemente 35 bis 35''' und die diesen Durchgangsöffnungen zugeordneten Öffnungen 363 und 364 der Deckelemente 36' sowie die Öffnungen 364 der Deckelemente 36'' gelangt, zum Aufbau einer Wirbelschicht mit Partikeln, erforderliches Gas in den, oberhalb eines derart ausgebildeten Rostes gelegenen Bereich. Im Fall der Roste 34a bis 34d des Erhitzers 5 strömt Verbrennungsgas aus der Brennkammer 3 somit über die Durchgangsöffnungen 351 und 363 sowie 364 in den jeweils oberhalb des Rostes gelegenen Bereich. Die Geschwindigkeit der Verbrennungsgase V_f hat dabei einen Wert der ausreicht, um die über den Verteiler 41 zugeführten Partikel in einer Wirbelschicht hoher Turbulenz zu halten; dabei wird durch eine derartige Bewegung dieser Partikel oberhalb der Roste 34a bis 34d jeweils eine Wirbelschicht ausgebildet. Ein Partikeltransport von einem oberhalb eines Rostes in einen unterhalb des Rostes gelegenen Bereich erfolgt über die, den Deckelementen 36'' zugeordneten, Überströmrohre 37. Jedes Überströmrohr 37 hat, wie aus Fig. 5 ersichtlich, einen oberhalb des Deckelementes 36'' und damit des Rostes gelegenen Eintrittsbereich 371 größeren Durchmessers. Das dem Eintrittsbereich 371 gegenüberliegende Ende des Überströmrohres 37 weist eine Endwand 372 mit einer zentralen Austrittsöffnung 373 auf. Die Austrittsöffnung 373 weist somit einen gegenüber dem Eintrittsbereich 371 wie auch dem Durchmesser $d_{ü}$ des Überströmrohres 37 verkleinerten Durchmesser d_A auf.

Durch die Überstromrohre 37 bzw. die Austrittsöffnungen 373 können, wie im folgenden für einen Rost beschriebenen, Partikel durch den Rost bzw. aus einem oberhalb in einen un-

terhalb des Rostes gelegenen Bereich gelangen. Dies gilt entsprechend für sämtliche in entsprechender Weise aus Tragelementen 35 bis 35''' und Deckelementen 36', 36'' aufgebauten Roste.

Die Partikel weisen innerhalb eines Wirbelbettes eine Dichte auf, die im allgemeinen diejenige des durch den Rost im Gegenstrom zu den Partikeln strömenden Gases um das 1000-fache überschreitet. Bei dem vorliegenden Verfahren bewegen sich Partikel durch die Öffnungen 363 und 364 der Deckelemente 36' sowie die Öffnungen 364 und das jeweils angeordnete Überströmrohr 37 der Deckelemente 36'' mit einer Strömungsrate im Bereich von etwa 200 bis 600 $kg/cm^2/h$, wobei der Durchmesser der Öffnungen 263, 264 im Bereich von etwa 20 mm bis 80 mm liegt. Die Strömungsrate des Fluidisierungsgases ist wesentlich geringer und liegt im Bereich von 3 bis 50 $kg/m^2/h$ und hängt ab vom Druck, der Temperatur und der jeweils durchgeführten Art der Vergasung. Die durch die Öffnungen 363, 364 der Roste tretende Gasströmung kann dazu führen, daß im wesentlichen keine Partikel im Gegenstrom zu dem Gas durch den Rost gelangen können.

Dem in Fig. 8 dargestellten Diagramm ist der Zusammenhang zwischen der Gasgeschwindigkeit und der Partikelströmung für Durchmesser der Öffnungen 363, 364 von etwa 60 mm, einem Gesamtdurchlaßbereich des Rostes von etwa 25% für Partikel mit einem Durchmesser von etwa 1mm zu entnehmen. Bei einer hohen Geschwindigkeit V_h des Gases von mehr als 5 m/s, die der Strömungsgeschwindigkeit der Partikel V_f entspricht, ergibt sich nur eine geringe Partikelströmung durch den Rost. Wenn somit die Gasgeschwindigkeit die Strömungsgeschwindigkeit der Partikel überschreitet, gelangt nur ein geringer Partikelanteil durch den Rost, was auf durch die Partikelströmung verursachte Turbulenzen der Gasströmung zurückzuführen ist. Für eine Selbstreinigung der

Öffnungen 363, 364 des Rostes von anfallender Asche und dergleichen, ist es erstrebenswert, daß die Gasgeschwindigkeit V_h innerhalb dieser Öffnungen 363, 364 wesentlich oberhalb der Strömungsgeschwindigkeit V_f der Partikel liegt. Für einen wirksamen Wärmeaustausch zu den Partikeln und die Ausbildung eines Wirbelbettes ist es ferner erstrebenswert, daß die Gasgeschwindigkeit V_t oberhalb eines Rostes einen Wert nahe der Partikelgeschwindigkeit V_f hat. Bei hohen Geschwindigkeiten V_h des Gases in den Öffnungen 363, 364 ergibt sich, wie erwähnt, nur eine geringe Partikelströmung durch diese Öffnungen. Abschnitte eines Rostes die Eintrittsbereiche 371 von Überströmrohren 37 umgeben bilden Bereiche mit verhältnismäßig ruhiger Strömung innerhalb des Wirbelbettes, in denen die Gasgeschwindigkeit geringer ist als die Gasgeschwindigkeit V_t außerhalb dieser Bereiche. Dies führt dazu, daß in diesen Bereichen die Partikeldichte ansteigen kann. Das Verhältnis der Querschnittsfläche der Austrittsöffnung 373 zu derjenigen des Überströmrohres 37 entspricht im wesentlichen dem Verhältnis zwischen der gesamten Öffnungsfläche des Rostes zu dessen Gesamtfläche. Daraus ergibt sich, daß die Gasgeschwindigkeit innerhalb eines Überströmrohres 37 im wesentlichen der Gasgeschwindigkeit V_t in einem oberhalb des Rostes gelegenen Bereich entspricht.

Da die Partikeldichte, wie ausgeführt, im Eintrittsbereich 371 geringfügig größer ist als in den übrigen Bereichen des Wirbelbettes, gelangt eine größere Partikelmenge in die Eintrittsbereiche 371 und damit die Überströmrohre 37, als dies für die übrigen Öffnungen 363, 364 des Rostes der Fall ist. Obwohl die Gasströmung durch die Austrittsöffnung 373 jeweils ausreicht, um Partikel aus einem Überströmrohr 37 zu verdrängen, wird die hierfür benötigte, als Druckdifferenz erfaßbare Energie, vergrößert. Dies führt dazu, daß ein Teil des Gases nach Art eines Bypasses von der Ein-

trittsöffnung 373 zu benachbarten Öffnungen 363, 364 eines Rostes umgelenkt wird. Dieser Vorgang ist irreversibel und hält solange an, bis die Gasströmung innerhalb eines Überströmrohres 37 unterhalb eines Wertes abfällt, der notwendig ist um die Partikel zu fluidisieren. In diesem Fall fällt das innerhalb eines Überströmrohres 37 ausgebildete Wirbelbett zusammen, was zu einer Unterbrechung der Gasströmung in das Überströmrohr 37 führt. Die Partikel gelangen dann durch die Austrittsöffnung 373 mit einer Förderrate, die der Öffnungsfläche der Austrittsöffnung 373 proportional ist. Da über die Austrittsöffnung 373 Partikel schneller aus dem Überströmrohr 37 gelangen können, als andererseits Partikel über die Eintrittsöffnung 371 in das Überströmrohr 37 gelangen können, gelangen die Partikel, die sich innerhalb des Überströmrohres 37 angesammelt haben, nach Außen. Es kann dann wiederum Gas in das Überströmrohr 37 strömen, was zu einem Fluidisieren der dort verbliebenen und der neu in das Überströmrohr 37 gelangenden Partikel führt, und zwar so lange, bis dieser Vorgang erneut reversiert wird. Für einen effizienten Betrieb ist es vorteilhaft, daß in Millimetern die Länge h des Überströmrohres 37, um die das Überströmungsrohr 37 aus dem Rost nach unten ragt, gleich oder größer ist als der Quotient zwischen dem maximalen Druckabfall des Gases in Millimetern Wassersäule, der für den Rost zulässig ist, und der Flächendichte der Partikel in g/cm^2. Der Durchmesser der Austrittsöffnung 373 ist in vorteilhafter Weise größer als der 60-fache Durchmesser der Partikel. Damit wird verhindert, daß sich eine mechanische Brücke bilden kann. Um auch bei der Verwendung von Rosten großen Durchmessers die Ausbildung eines gleichförmigen Wirbelbettes und eine gleichmäßige Beaufschlagung der Überströmrohre 37 zu erreichen, ist es vorteilhaft, eine Vielzahl von Überströmrohren 37 mit im wesentlichen gleichen Abstand anzuordnen. Die Gesamtquerschnittsfläche aller Austrittsöffnungen 373 sollte

für eine vorteilhafte Ausbildung von Wirbelschichten das 4-fache der Fläche überschreiten, die allein aufgrund der Partikelströmung erforderlich wäre.

Aus der in der Brennkammer 3 gebildeten Wirbelschicht können sich Partikel durch das Überlaufrohr 7 in den oberen Bereich des Reaktors 1 bewegen. Die vertikale Anordnung des Überlaufrohres 7 und der Brennkammer 3 oberhalb des Reaktors 1 führt dabei dazu, daß die Bewegung der Partikel durch das Überlaufrohr 7 durch deren Gewicht unterstützt wird. Entsprechend gilt dies für den Durchlauf der Partikel durch den Erhitzer 5 und den Vorwärmer 13. Das Überlaufrohr 7 wird, wie in Fig. 2 dargestellt, vorzugsweise in einem mittleren Bereich der Brennkammer 3 angeordnet. Anstelle dieser Anordnung oder bedarfsweise zusätzlich dazu kann aber auch, wie gleichfalls in Fig. 2 mit strichlierten Linien dargestellt, ein Überlaufrohr 7' in einem Randbereich der Brennkammer 3 angeordnet werden. Der Aufbau und die Wirkungsweise des Überlaufrohres 7' stimmen im wesentlichen mit derjenigen des Überlaufrohres 7 überein, die Beschreibung für das Überlaufrohr 7 gilt somit entsprechend für das Überlaufrohr 7'. Das mittig angeordnete Überlaufrohr 7 hat eine trichterförmig ausgebildete Einlaßöffnung 42, die im Bereich der Brennstoffdüsen 25 und zwar mit geringem Abstand oberhalb dieser, angeordnet ist. Bei einem seitlich angeordneten Überlaufrohr 7'ist ein Bereich 42'der Einlaßöffnung trichterförmig erweitert.

In dem Brennkammerboden sind sich teilweise nach oben trichterförmig erweiternde vertiefte Bereiche 44, 44' ausgebildet, in denen sich neben in der Brennkammer anfallender Asche agglomerierte Partikel ansammeln können, die beispielsweise durch Sintern aneinander haften bzw. solche, die mit Asche behaftet sind. An die vertieften Bereiche 44, 44' schließen sich Ablaufrohre 45, 45' an, die nur unvoll-

ständig dargestellt sind, und die in nicht dargestellter Weise verschließbar sind. Über die Ablaufrohre 45, 45' können in den vertieften Bereichen 44, 44' angesammelte Partikel aus dem Partikelkreislauf entfernt werden. Damit ist sichergestellt, daß der Kreislauf der Partikel und die Ausbildung von Wirbelschichten innerhalb dieses Kreislaufs nicht durch agglomerierte bzw. mit Asche behaftete Partikel beeinträchtigt wird. Anderenfalls könnten derartige Partikel beispielsweise zu einem zumindest teilweisen Verstopfen der Roste oder des Überlaufrohres 7 führen.

Das Überlaufrohr 7 verläuft im wesentlichen in vertikaler Richtung und ragt mit seinem eine Auslaßöffnung 46 aufweisenden Ende in den oberen Bereich des Reaktors 1. Der Auslaßöffnung 46 ist als Verteilereinrichtung für die Partikel im Abstand benachbart eine Blende 47 mit einer Blendenöffnung 47' zugeordnet, deren Durchmesser geringer ist als derjenige der Auslaßöffnung 46. Der der Auslaßöffnung 46 abgewandten Seite der Blende 47 ist weiter eine als Prallplatte wirkende Verteilerplatte 48 zugeordnet.

Einem der Auslaßöffnung 46 benachbarten Bereich des Überlaufrohres 7 ist eine Steuerdüse 49 zugeordnet, die durch über den Umfang des Überlaufrohres verteilte Öffnungen gebildet ist. Die Öffnungen stehen über einen Ringkanal 50 mit einer Steuergasleitung 51 in Verbindung.

In entsprechender Weise können dem Überlaufrohr 7' eine Blende 47", eine Verteilerplatte 48', eine Steuerdüse 49' und ein Ringkanal 50' zugeordnet werden.

Über die Steuergasleitung 51 bedarfsweise zugeführtes Steuergas strömt über die Steuerdüse 49 in den der Einlaßöffnung 46 benachbarten Endbereich des Überlaufrohres 7 und führt dort zu einer Injektorwirkung, aufgrund der die

Durchsatzgeschwindigkeit von Partikeln in dem Überlaufrohr 7 erhöht wird. Durch ein Verändern der Durchsatzgeschwindigkeit der durch das Überlaufrohr 7 in den Reaktor 1 gelangenden Partikel kann in einfacher Weise die Wärmezufuhr zu dem Reaktor 1 und damit der Verfahrensablauf beeinflußt werden. Als Steuergas kann ein Inertgas, wie beispielsweise Stickstoff eingesetzt werden.

Durch das Überlaufrohr 7 aus der Brennkammer 3 in den Reaktor 1 gelangende Partikel werden nach dem Austritt über die Auslaßöffnung 46 zunächst durch die Blende 47 teilweise umgelenkt. Ein Hauptanteil gelangt durch die Blendenöffnung 47'zu der Verteilerplatte 48. Der verbleibende Anteil wird bereits im Bereich zwischen der Auslaßöffnung 46 und der Blende 47 umgelenkt. Durch diese Umlenkung eines kleinen Anteils der zugeführten Partikel und das Auftreffen des Hauptanteils auf der Verteilerplatte 48 werden die Partikel im oberen Bereich des Reaktors 1 im wesentlichen gleichmäßig verteilt. Damit ist eine Voraussetzung für einen wirksamen Wärmeaustausch innerhalb des Reaktors 1 geschaffen.

Der Durchsatz von Partikeln durch das Überlaufrohr 7 erfolgt ferner so, daß die jeweils in dem Überlaufrohr 7 vorhandenen Partikel eine wirksame Dichtung gegenüber dem im Reaktor 1 erzeugten Produktgas bilden. Damit ist ein Durchtritt von Produktgas in die Brennkammer 3 wirksam verhindert, ohne daß es der Anordnung und der Steuerung von Absperrorganen, beispielsweise eines Doppelventiles bedarf. Die durch den Durchsatz von Partikeln durch das Überlaufrohr 7 bedingte Dichtwirkung ist auch dann vorhanden, wenn in dem Reaktor 1 gegenüber der Brennkammer 3 ein Überdruck herrscht. Ein derartiger Überdruck ist aus Sicherheitsgründen vorteilhaft, denn damit kann sichergestellt werden, daß weder aus dem Luftvorwärmer 13, der mit dem Reaktor 1 über eine Rückführleitung 15 für Partikel verbunden ist, noch

aus der Brennkammer 3 Luft- bzw. Verbrennungsgas in den Reaktor 1 gelangen kann.

Die unterhalb der, dem Überlaufrohr 7 abgewandten Seite des Reaktors 1 angeordnete Eintragskammer 11 ist, wie aus Fig. 3 ersichtlich, durch eine poröse Zwischenwand 52 in eine untere Kammer 53 und eine obere Kammer 55 unterteilt. Die poröse Zwischenwand 52 kann durch eine mit einer Vielzahl von Durchgangsöffnungen versehene Stahlplatte 57 und eine auf dieser aufliegenden Drahtgewebeschicht 59 gebildet sein. Die untere Kammer 53 weist einen Anschluß 61 zur Zufuhr eines Gases als Förder- bzw. Fluidisierungsgas auf. Dieses Gas kann beispielsweise ein Inertgas sein; es kann aber auch in vorteilhafter Weise als Fördergas, mit Ausnahme von Gichtgas, ein für die Vergasung eingesetztes Vergasungsmittel der unteren Kammer 53 zugeführt werden. Der oberen Kammer 55 wird über einen Anschluß 63, in nicht näher dargestellten Weise, Vergasungsstoff, gegebenenfalls zusammen mit einem Fördergas zugeführt. Der Vergasungsstoff wird in der oberen Kammer 55 durch das aus der unteren Kammer 53 über die poröse Zwischenplatte 51 strömende Gas nach Art einer Wirbelschicht aufgenommen. In vergleichbarer Weise können über eine geeignete Vorrichtung flüssige Vergasungsstoffe und/oder zu reformierende Gase unmittelbar dem Reaktor 1 zugeführt werden.

Nach Art einer Wirbelschicht in der oberen Kammer 55 aufgenommene Vergasungsstoffe werden über eine Vielzahl von Eintragsrohren 9 dem unteren Bereich des Reaktors 1 zugeführt. Damit dem Reaktor 1 über die Eintragsrohre 9 im wesentlichen in dem Fördergas gleichmäßig verteilte Vergasungsstoffe zugeführt werden, sind die in die obere Kammer 55 ragenden Enden der Eintragsrohre 9 jeweils durch einen stirnseitigen Verschluß 65 verschlossen, während jeweils eine seitliche Einlaßöffnung 67 an einem quer zur Längsrichtung des

Eintragsrohres 9 verlaufenden Rohrstutzen ausgebildet ist. Den reaktorseitigen Auslaßöffnungen 69 der Eintragsrohre 9 sind im Abstand davon angeordnete Abdeckungen 71 zugeordnet, die verhindern, daß Partikel über die Auslaßöffnung 69 in die Eintragsrohre 9 und damit in die Eintragskammer 11 gelangen können.

Ausgehend von einem außerhalb der Eintragskammer 11 gelegenen bis zu einem den Auslaßöffnungen 69 benachbarten Bereich sind einem oder mehreren der Eintragsrohre 9 diese umhüllende äußere Rohre 73 zugeordnet, die unten stirnseitig jeweils gegenüber dem zugeordneten Eintragsrohr 9 abgeschlossen sind, und die jeweils einen quer zur Längsrichtung des äußeren Rohres 73 wie auch des Eintragsrohres 9 verlaufenden Einlaßstutzen 75 aufweisen. Über diese Einlaßstutzen 75 sind Vergasungsmittel, wie beispielsweise Wasser, Wasserdampf oder CO_2-haltige Gase oder zu reformierende Gase, über den zwischen dem Eintragsrohr 9 und dem zugeordneten äußeren Rohr 73 gebildeten Zwischenraum dem Reaktor 1 zuführbar.

Dem unteren Bereich des Reaktors 1 derart zugeführte Vergasungsmittel sowie Vergasungsstoffe bzw. zu reformierende Gase strömen innerhalb des Reaktors 1 in Richtung zu dessen oberen Bereich. Dort werden, wie beschrieben, über das Überlaufrohr 7 in dem Erhitzer 5 und der Brennkammer 3 erwärmte Partikel zugeführt. Diese Partikel, die durch die Blende 47 und die Verteilerplatte 48 im oberen Bereich des Reaktors 1 verteilt werden, gelangen im Gegenstrom zu den dem Reaktor 1 zugeführten Gasen in den, eine schräge Wand 77 aufweisenden, unteren Bereich des Reaktors 1. Dessen tiefste Stelle bildet einen Sammelbereich 79 für die Partikel. Die sich am Boden des Reaktors 1 ansammelnden, abgekühlten Partikel gelangen, gegebenenfalls nach einem Abrutschen entlang der schrägen Wand 77 in den Sammelbereich 79,

an den sich die Rückführleitung 15 anschließt, über die die Partikel dem Luftvorwärmer 13 zugeführt werden.

Die im Gegenstrom zu dem dem Reaktor 1 zugeführten Gas, wie auch dem innerhalb des Reaktors 1 erzeugten Produktgas, geführten Partikel, werden in dem Gas nach Art einer Wirbelschicht aufgenommen. Die sich daraus ergebende innige Vermischung der Partikel mit dem Gas führt dazu, daß der Wärmeaustausch zwischen den Partikeln und dem Gas mit hohem Wirkungsgrad erfolgt. Das Produktgas, das wie beschrieben, durch die in dem Überlaufrohr 7 befindlichen Partikel an einem Durchtritt in die Brennkammer 3 gehindert wird, verläßt den oberen Bereich des Reaktors durch eine Produktgasleitung 81, die aus dem oberen Bereich des Reaktors 1 austritt.

Durch den guten Wärmeaustausch innerhalb des Reaktors 1 ist sichergestellt, daß die zugeführten feinkörnigen festen oder flüssigen Vergasungsstoffe und/oder das zu reformierende Gas zusammen mit dem Vergasungsmittel reagieren können um nach einer der folgenden Reaktionen Produktgas zu erzeugen:

$$C + CO_2 = 2\ CO$$
$$C + H_2O = CO + H_2$$
$$CH_4 + H_2O = CO + 3H_2$$
$$CH_4 + CO_2 = 2CO + 2H_2$$
$$CO + H_2O = CO_2 + H_2$$
$$C + 2H_2 = CH_4$$

Dadurch, daß feste Vergasungsstoffe mit einem Fördergas, das gegebenenfalls dem Vergasungsmittel entspricht, bereits in der Eintragskammer 11 gut vermischt werden und derart über die Eintragsrohre 9 in den Reaktor 1 gelangen, ist ein guter Kontakt mit den Partikeln und damit ein wirksamer Wä-

remaustausch ermöglicht. Damit ergeben sich geringe Reaktionszeiten für die innerhalb des Reaktors 1 ablaufenden chemischen Reaktionen. Die Reaktionszeiten sind abhängig von der Korngröße des Vergasungsstoffes und betragen beispielsweise für die Vergasung von Kohle mit einer Korngröße von etwa 200 Mesh (entsprechend 74 µm) etwa 0,1 bis 0,2 Sek. Der Ablauf chemischer Reaktionen hört bei einer unteren Temperatur von etwa 800°C bis 900°C auf; die bei diesen Temperaturen in den sich in dem Sammelbereich 79 ansammelnden Partikeln enthaltene überschüssige Wärme wird über die Rücklaufleitung 15 dem Luftvorwärmer 13 zugeführt. Sie kann aber auch in einem geänderten geschlossenen Kreislauf für die Partikel, beispielsweise zum Erzeugen von Dampf, zum Vorwärmen von Luft für einen Hochofen oder zum Trocknen von beispielsweise in der Brennkammer 3 zu verbrennender Biomasse eingesetzt werden.

Um bei Verwendung eines einem hohen Schwefelgehalt enthaltenden Vergasungsstoffes den Schwefelanteil auszufällen, kann in den Reaktor 1, in nicht dargestellter Weise, zusätzlich feinkörniger Kalk eingebracht werden, der unter Bindung des Schwefelanteils Schlacke bildet. Die Schlacke kann beispielsweise durch und mit den Partikeln aus dem Reaktor 1 ausgetragen werden und vor einer Rückführung der Partikel in die Förderleitung 43 können die Schlackeanteile, wie etwaig ausgetragene Ascheanteile, beispielsweise durch Sieben, ausgeschieden werden.

Erfindungsgemäß ist es auch möglich, daß ein in der Brennkammer anfallender Ascheanteil, gegebenenfalls zusammen mit Asche behafteten Partikeln, über die Ablaufrohre 44, 44' aus der Brennkammer 3 ausgetragen wird. Damit ist auch bei der Verwendung von Brennstoffen mit stärkerem Ascheanteil ein störungsfreier Verfahrensablauf sichergestellt. Innerhalb des Partikelkreislaufs wird dabei der Hauptanteil der

Partikel wie zuvor beschrieben, über das Überlaufrohr 7 in den Reaktor 1 geführt. Zum Austragen der Asche gelangt mit dieser ein kleiner Anteil der Partikel außerhalb des Partikelkreislaufs in die vertieften Bereiche 44, 44'. Dieser Anteil kann über die Ablaufrohre 44, 44' entfernt werden. Nachdem diese Partikel von der Asche getrennt bzw. agglomerierte oder beschädigte Partikel ausgeschieden worden sind können sie, in nicht dargestellter Weise, in den Partikelkreislauf zurückgeführt werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist zur Vergasung feinkörniger fester Vergasungsstoffe mit folgenden Parametern durchgeführt worden. Die Gewichtsangaben und die Volumenangaben sind dabei auf ein Volumen des erzeugten Produktgases von 1 Nm^3 bezogen. Das Gewicht der innerhalb des Kreislaufs geführten Partikel beträgt danach 7,5 kg. Die Partikel werden dem Erhitzer 5 über den Verteiler 41 mit einer Temperatur von etwa 200°C zugeführt. Der Brennkammer 3 wird über die Brennstoffdüsen 25 Brennstoff mit einem Druck von 0,65 mWs, einer Temperatur von 25°; dabei wird eine Wärmemenge einschließlich der Luftvorwärmung von 3,0 Mcal zugeführt. Die über die Verbrennungsluftdüsen 26 zugeführte Luft ist in dem Luftvorwärmer 13 auf eine Temperatur von 700°C vorgewärmt worden und wird mit einem Druck von 0,65 mWs zugeführt. Die in dem Erhitzer 5 und der Brennkammer 3 erwärmten Partikel verlassen die Brennkammer 3 über das Überlaufrohr 7 mit einer Temperatur von etwa 1250°C.

Dem Reaktor 1 wird über die Eintragskammer 11 ein Vergasungsstoff mit bezogenem Gewicht von 0,31 kg, einer Temperatur von 30°C und einem Druck von 8,5 mWs zugeführt. Mit gleichem Druck wird Vergasungsmittel mit einem bezogenen Gewicht von 0,34 kg und einer Temperatur von 140°C zugeführt. Das in dem Reaktor entstehende Produktgas mit dem Bezugsvolumen von 1,0 Nm^3 verläßt den Reaktor 1 mit einer

Temperatur von 1200°C und einem Druck von 7,5 mWs. Die über die Rücklaufleitung 15 aus dem Reaktor 1 in den Luftvorwärmer 13 geförderten Partikel weisen eine Temperatur von etwa 800°C auf. Dem Luftvorwärmer 13 zugeführte Luft hat ein bezogenes Volumen von 6,5 Nm^3, eine Temperatur von etwa 50°C und einen Druck von 0,95 mWs. Die in dem Luftvorwärmer 13 vorgewärmte Luft verläßt diesen mit einer Temperatur von etwa 700°C und einem Druck von 0,75 mWs, um den Verbrennungsluftdüsen 26 über die Verbrennungsluftleitung 31 zugeführt zu werden. Die Partikel werden dabei in dem Luftvorwärmer 13 auf eine Temperatur von etwa 200°C abgekühlt und sie werden von dort aus über die Förderleitung 43 und den Verteiler 41 in den Erhitzer 5 zurückgefördert.

Bei dem beschriebenen Verfahrensablauf wird als Vergasungsmittel Sattdampf verwendet. Bezüglich des Brennstoffverbrauches ist lediglich die Wärmemenge angegeben, da wie zuvor beschrieben, verschiedene Brennstoffe eingesetzt werden können. Für das unter diesen Bedingungen erzeugte Produktgas ist ein CO und H_2 Anteil von etwa 95 Volumen-% erreichbar.

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Vergasen flüssiger und/oder feinkörniger fester Vergasungsstoffe und/oder zum Reformieren eines Gases unter Zusatz eines Vergasungsmittels in einem Reaktor (1),

- dem die Prozeßwärme durch Wärmeträger-Partikel zugeführt wird,

- die innerhalb eines im wesentlichen geschlossenen Kreislaufs in einem Erhitzer (5) durch in einer Brennkammer (3) entstehende Verbrennungsgase erwärmt und

- im Gegenstrom zu dem Vergasungsstoff bzw. dem zu reformierenden Gas und dem Vergasungsmittel durch den Reaktor (1) geführt werden, und

- die anschließend für eine erneute Erwärmung in den Erhitzer (5) zurückgeführt werden,

dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß

- die Partikel und das Verbrennungsgas oberhalb mindestens eines in dem Erhitzer (5) angeordneten Rostes (34, 34a, 34b, 34c, 34d, 34e) eine Wirbelschicht bilden,

- die Partikel aus dem Erhitzer (5) in die sich daran anschließende Brennkammer (3) strömen, in der sie mit dem Verbrennungsgas eine Wirbelschicht bilden,

- die Partikel über ein Überlaufrohr (7, 7') aus der Brennkammer (3) in einen oberen Bereich des Reaktors (1) gelangen, wobei der Durchsatz durch das Überlaufrohr (7, 7') eine Dichtung bildet, die einen Durchtritt von in dem Reaktor (1) entstehendem Produktgas verhindert und

- die Partikel in dem Reaktor (1) mit dem Vergasungsstoff und/oder dem zu reformierenden Gas eine oder mehrere Wirbelschichten bilden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß der Durchsatz der Partikel durch eine Einstellung der Fördermenge eines pneumatischen Förderers

(40) geändert werden kann und über das Überlaufrohr (7, 7') im Reaktor (1) und durch das Überlaufrohr (53) im Luftvorwärmer (13) einstellbar ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß feste Vergasungsstoffe in eine Eintragskammer (11) gefördert werden, in der sie von einem Fördergas aufgenommen und zusammen mit diesem über mindestens ein Eintragsrohr (9) dem Reaktor (1) zugeführt werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Reaktor (1) oberhalb von dem der Eintragskammer (11) benachbarten Reaktorboden und/oder eines oder mehrerer Roste hintereinander liegende Wirbelschichten gebildet werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Partikel vor ihrem Rücktransport in den Erhitzer (5) durch einen Luftvorwärmer (13) gefördert werden, um Verbrennungsluft für die Brennkammer (3) vorzuwärmen.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß agglomerierte und/oder mit Asche behaftete Partikel bzw. Asche über ein verschließbares Ablaufrohr (45, 45') aus der Brennkammer (3) abgeführt werden können.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß einem einer Auslaßöffnung (46) des Überlaufrohres (7, 7') benachbarten Abschnitt über Steuerdüsen (49) ein Steuergas zugeführt werden kann, um über eine Injektionswirkung die Durchsatzgeschwindigkeit durch das Überlaufrohr (7, 7') zu erhöhen.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß als fester Vergasungsstoff feinkörnige Steinkohle, Braunkohle, Torf, Holzkohle oder Biomasse und/oder als flüssiger Vergasungsstoff leichte oder schwere Kohlenwasserstoffe sowie Alkohole und als Vergasungsmittel alle H_2O und alle CO_2-haltigen Stoffe, wie beispielsweise Wasserdampf, CO_2-haltige Abgase, wie Hochofengichtgas oder dergleichen einsetzbar sind.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß als zu reformierendes Gas gasförmige Kohlenwasserstoffe, wie beispielsweise Erdgas einsetzbar sind.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß die Verbrennungsgase in der Brennkammer (3) eine Temperatur von etwa 1350°C bis 1500°C erreichen.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß Wasserdampf als Vergasungsmittel dem Reaktor (1) unmittelbar zugeführt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß in dem Reaktor (1) ein Überdruck gegenüber dem Erhitzer (5) oder dem Luftvorwärmer (13) gebildet wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß Partikel mit einer im wesentlichen sphärischen Form mit einem Durchmesser

in einem Bereich von etwa 0,5 mm bis 3 mm eingesetzt werden.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß Partikel aus einem Oxid, beispielsweise Aluminiumoxid eingesetzt werden.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß Wasser als Vergasungsmittel dem Reaktor (1) unmittelbar zuführbar ist.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß durch Einstellung einer geeigneten Fluidisierungsgeschwindigkeit im Reaktor (1) und/oder Erhitzer (5) und/oder Luftvorwärmer (13) eine selbstreinigende Wirkung der sich heftig bewegenden Partikel auf die Partikel selbst, sowie auf Oberfläche von Rosten und Innenflächen der jeweiligen Behälter ausgeübt wird.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Partikeltransport von einem der Roste (34a, 34b, 34c, 34d, 34e) zu einem jeweils benachbarten, tiefer gelegenen Rost über mindestens ein Überströmrohr (37) vorgebbaren Durchmessers und vorgebbarer Höhe erfolgt.

18. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 17 mit einem Erhitzer (5), einer Brennkammer (3), einem Reaktor (1) und einer zu dem Erhitzer führenden Rückförderleitung (43) für die Partikel, dadurch gekennzeichnet, daß

- Erhitzer (5), Brennkammer (3) und Reaktor (1) im wesentlichen jeweils in vertikaler Richtung angeordnet sind,

- der Erhitzer (5) oberhalb der Brennkammer (3) sich unmittelbar an diese anschließend angeordnet ist und mindestens einen Rost (34a, 34b, 34c, 34d, 34e), sowie in seinem oberen Bereich einen Verteiler (41) für die Partikel aufweist,

- in einem unteren Bereich der Brennkammer (3) über den Umfang verteilt Brennstoffdüsen (25) und darunter über den Umfang verteilte Verbrennungsluftdüsen (26) angeordnet sind,

- die Einlaßöffnung (42) des Überlaufrohres im Bereich der Brennstoffdüsen (26) angeordnet ist,

- der im oberen Bereich des Reaktors (1) angeordneten Auslaßöffnung (46) des Überlaufrohres (7, 7') im Abstand benachbart eine Verteilereinrichtung zum Verteilen der Partikel zugeordnet ist.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß die Verteilereinrichtung eine Blende (47) aufweist, die der Auslaßöffnung (46) des Überlaufrohres (7, 7') benachbart angeordnet ist und/oder eine über die Auslaßöffnung (46) bzw. die Blende (47) beaufschlagbare Verteilerplatte (48).

20. Vorrichtung nach Anspruch 18 oder 19, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß einem der Auslaßöffnung (46) benachbarten Bereich des Überlaufrohres (7, 7') mindestens eine an eine Steuergasleitung (51) angeschlossene Steuerdüse (49) zugeordnet ist.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 20, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß dem Reaktor (1) eine mit diesem über mindestens eine Eintragsleitung (9) verbundene Eintragskammer (11) zugeordnet ist, die eine untere Kammer (53) mit einer Anschlußleitung (61) für ein Fördergas und eine oberhalb der unteren Kammer (53) ange-

ordnete, von dieser durch eine poröse Zwischenwand (51) getrennte obere Kammer (55) mit einer Anschlußleitung (63) für Vergasungsstoff aufweist.

22. Vorrichtung nach Anspruch 21, g e k e n n z e i c h n e t durch ein Eintragsrohr (9) mit einem stirnseitigen Verschluß (65) des in die obere Kammer (55) der Eintragskammer (11) reichenden Endes und einer seitlichen Einlaßöffnung (67) und/oder einer im Abstand von der reaktorseitigen Auslaßöffnung (69) angeordneten Abdeckung (71).

23. Vorrichtung nach Anspruch 21 oder 22, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß mindestens eine Zuführleitung für Vergasungsmittel durch ein ein Eintragsrohr (9) umhüllendes äußeres Rohr (73) gebildet wird.

24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 23, g e k e n n z e i c h n e t durch einen, im wesentlichen vertikal angeordneten Luftvorwärmer (13) zum Vorwärmen von Verbrennungsluft für die Brennkammer (3), dessen oberer Bereich über eine Rückförderleitung (15) mit dem unteren Bereich des Reaktors (1) verbunden ist, und dessen unterer Bereich mit der Förderleitung (43) verbunden ist.

25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 24, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß der Brennkammerboden mindestens einen vertieften Bereich (44, 44') aufweist, in den ein verschließbares Ablaufrohr (45, 45') mündet.

26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 25, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß der Reaktor (1) einen oder mehrere Roste aufweist.

27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 26, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß einer oder mehrere Roste (34a, 34b, 34c, 34d) des Erhitzers (5) und/oder des Reaktors (1) aus im wesentlichen hexagonalen Keramikelementen gebildet ist, von denen jedes aus einem Tragelement (35, 35', 35'', 35''') und einem darauf aufliegenden plattenförmigen Deckelement (36', 36'') besteht.

28. Hochtemperaturwärmetauscher für den Wärmeaustausch zwischen Feststoffpartikeln und einem fluidisierenden Gas in einer Wirbelschicht, mit einem Behälter, der einen Rost (34a) oder mehrere mit Abstand übereinander liegende Roste (34a, 34b, 34c, 34d) enthält, die Durchtrittsöffnungen für die Zufuhr des Gases aufweisen, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß der Rost aus im wesentlichen hexagonalen Keramikelementen gebildet ist, von denen jedes aus einem Tragelement (35, 35', 35'', 35''') und einem darauf aufliegenden plattenförmigen Deckelement (36', 36'') besteht.

29. Wärmetauscher nach Anspruch 28, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß die Tragelemente (35 bis 35''') abwechselnd an benachbarten Seiten im wesentlichen horizontal verlaufende Halteansätze (352) und Halteaufnahmen (353) für ein Zusammenwirken mit Halteaufnahmen (353) bzw. Halteansätzen (352) benachbarter Tragelemente (35 bis 35''') aufweisen.

30. Wärmetauscher nach Anspruch 28 oder 29, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß zum Aufbau eines an seiner Unterseite gewölbeartig geformten Rostes (34a bis 34d) ausgehend von mittig angeordneten Tragelementen (35) geringer Höhe in radial auswärtiger Richtung Tragelemente (35', 35'', 35''') mit stufenweise vergrößerter Höhe angeordnet sind.

31. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 28 bis 30, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß die Tragelemente (35, 35', 35'', 35''') über behälterseitig festgelegte Federn (358) vorgespannt sind.

32. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 28 bis 31, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß die Tragelemente (35, 35', 35'', 35''') eine Durchgangsbohrung (351) aufweisen.

33. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 28 bis 32, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß die Deckelemente (36', 36'') für eine gegenseitige Abstützung im Wechsel mit unterschiedlichen Neigungswinkel schräg verlaufende Seitenkanten (361, 362) aufweisen.

34. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 28 bis 33, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß die Deckelemente (36') eine Anzahl gleichmäßig verteilter Durchgangsöffnungen (361, 364) aufweisen.

35. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 28 bis 34, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß Deckelemente (36'') ein durch eine zentrale Durchgangsöffnung (361') geführtes Überströmrohr (37) mit vorgebbarem Durchmesser und vorgebbarer Höhe für den Partikeltransport aufweisen.

36. Hochtemperaturwärmetauscher für den Wärmeaustausch zwischen Feststoffpartikeln und einem fluidisierenden Gas in einer Wirbelschicht, mit einem Behälter, der einen Rost (34a) oder mehrere mit Abstand übereinander liegende Roste (34a, 34b, 34c, 34d) enthält, die Durchtrittsöffnungen für die Zufuhr des Gases aufweisen, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß der Rost wenigstens ein durch

eine zentrale Durchgangsöffnung (363) geführtes Überströmrohr (37) mit vorgebbarem Durchmesser und vorgebbarer Höhe für den Partikeltransport enthält.

37. Vorrichtung nach Anspruch 35 oder 36, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß das Überströmrohr (37) einen oberhalb eines Deckelementes (36'') des Rostes gelegenen Eintrittsbereich (371) größeren Durchmessers aufweist und/oder, daß das dem Eintrittsbereich (371) gegenüberliegende Ende des Überströmrohres (37) eine Endwand (372) mit einer zentralen Austrittsöffnung (373) aufweist.

Fig. 1

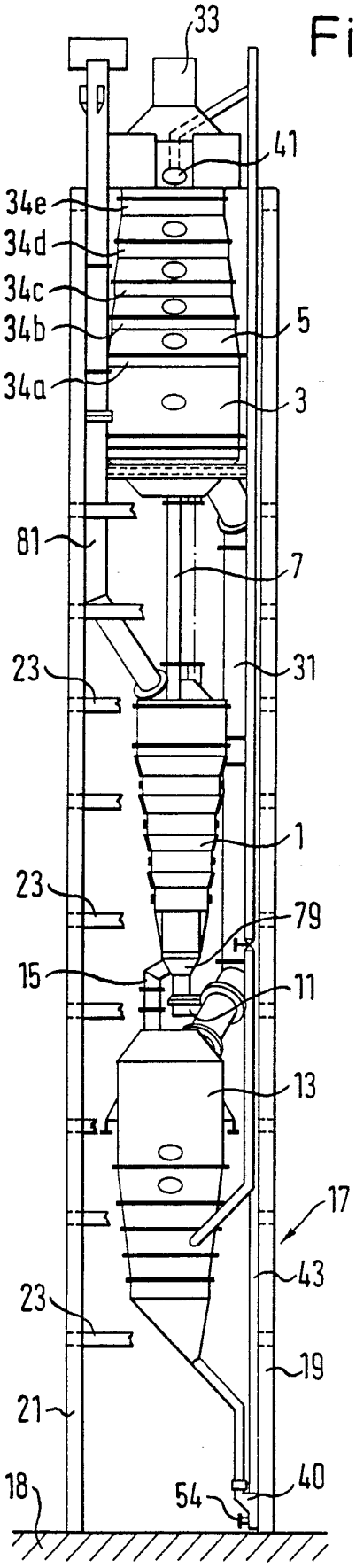

33
41
34e
34d
34c
34b
34a
5
3
81
7
23
31
1
23
79
15
11
13
17
43
23
19
21
18
54
40

Fig. 2

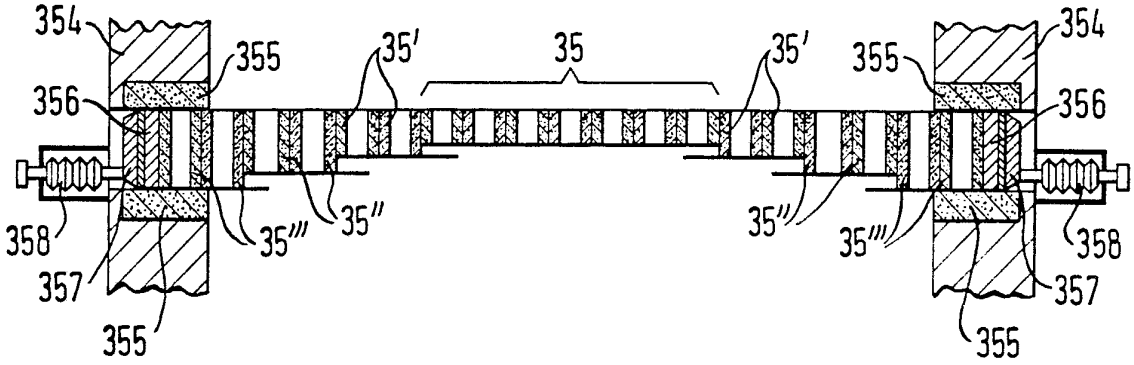
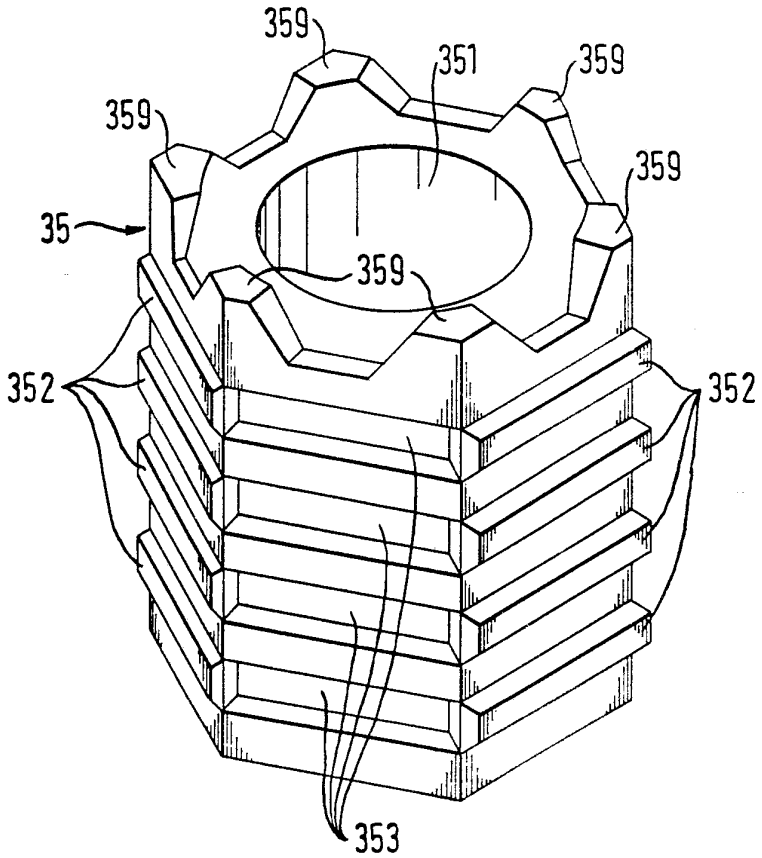

354
355
35'
35
35'
355
354
356
356
358
357
355
35'''
35''
35''
35'''
358
357
355

Fig. 4


359
351
359
359
359
35
359
352
352
353

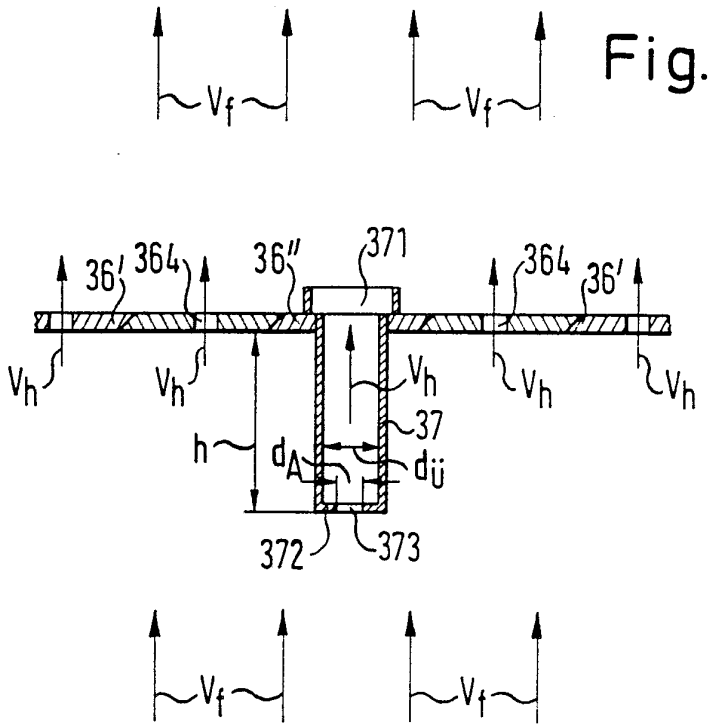

Vf
Vf
36'
364
36''
371
364
36'
Vh
Vh
Vh
Vh
Vh
h
dA
37
dü
372
373
Vf
Vf

Fig. 5

Fig. 3

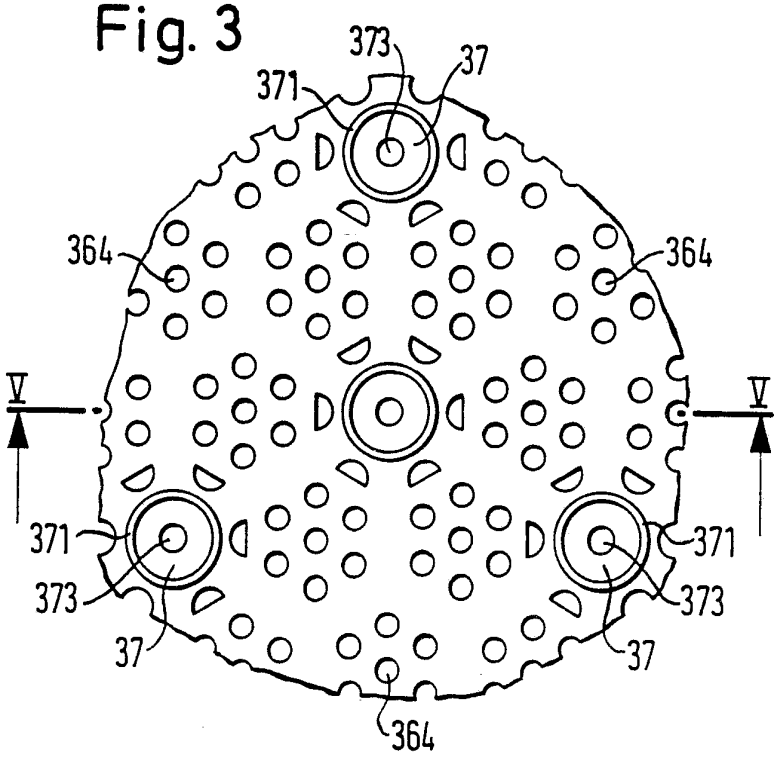

373
37
371
364
364
V
V
371
371
373
373
37
37
364

Fig. 7

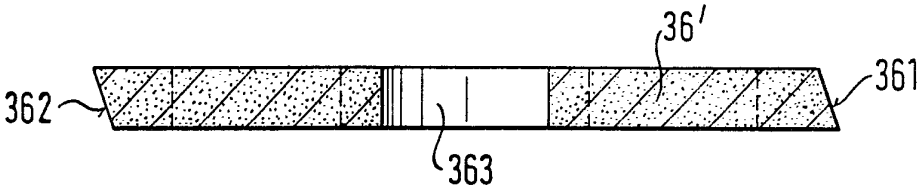
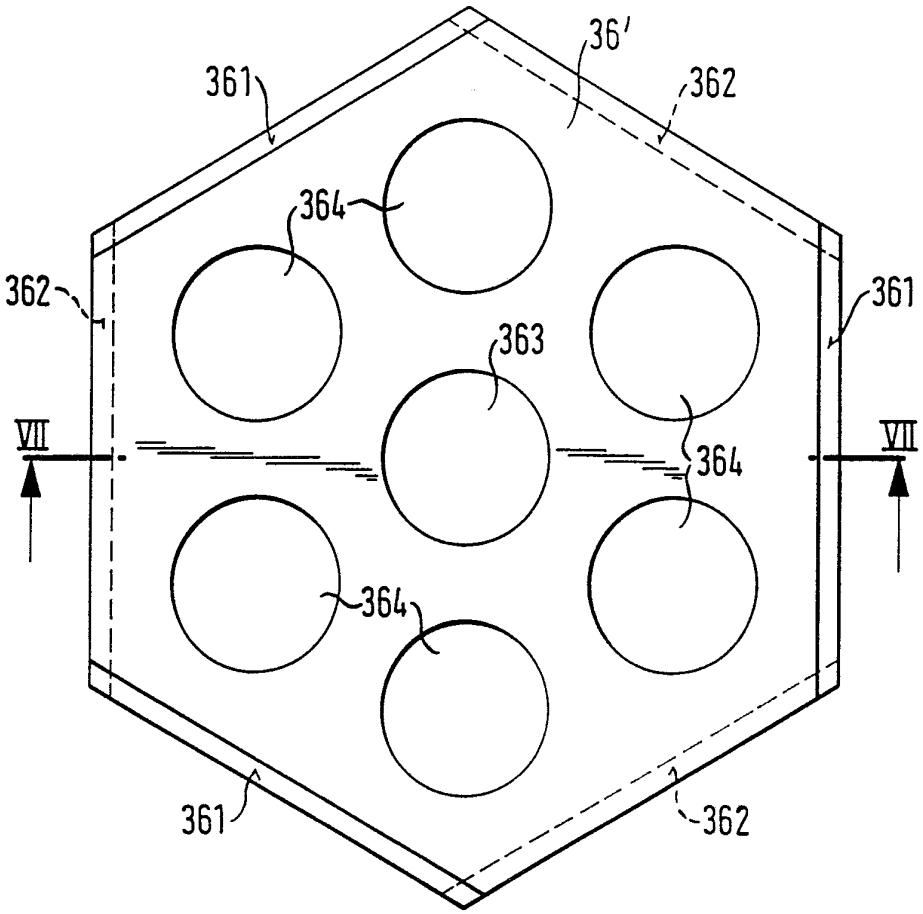


Fig. 6



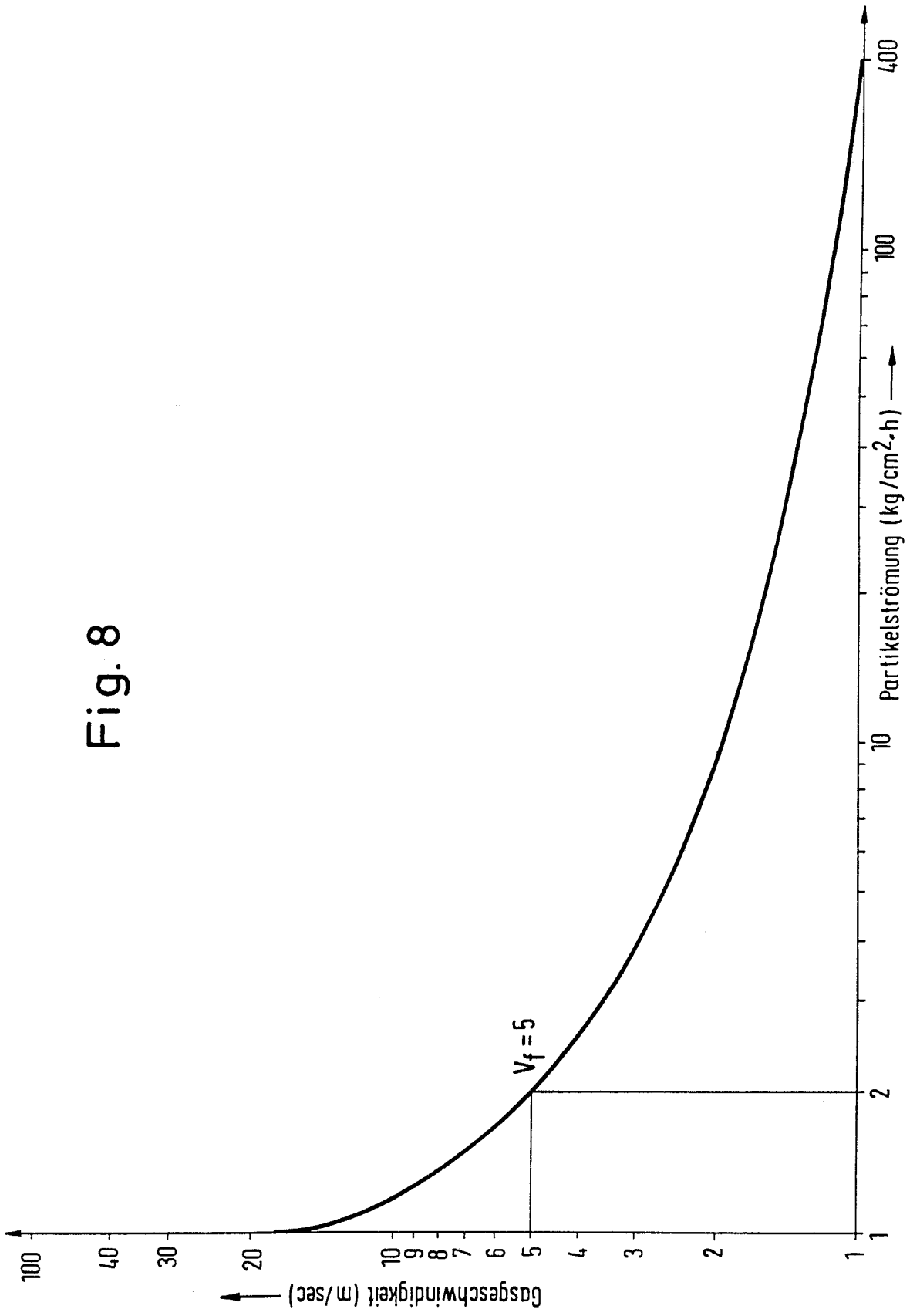

Gasgeschwindigkeit (m/sec)
100
40
30
20
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
$V_f=5$
1
2
10
100
400
Partikelströmung (kg/cm^2.h)

Fig. 8

Fig. 9

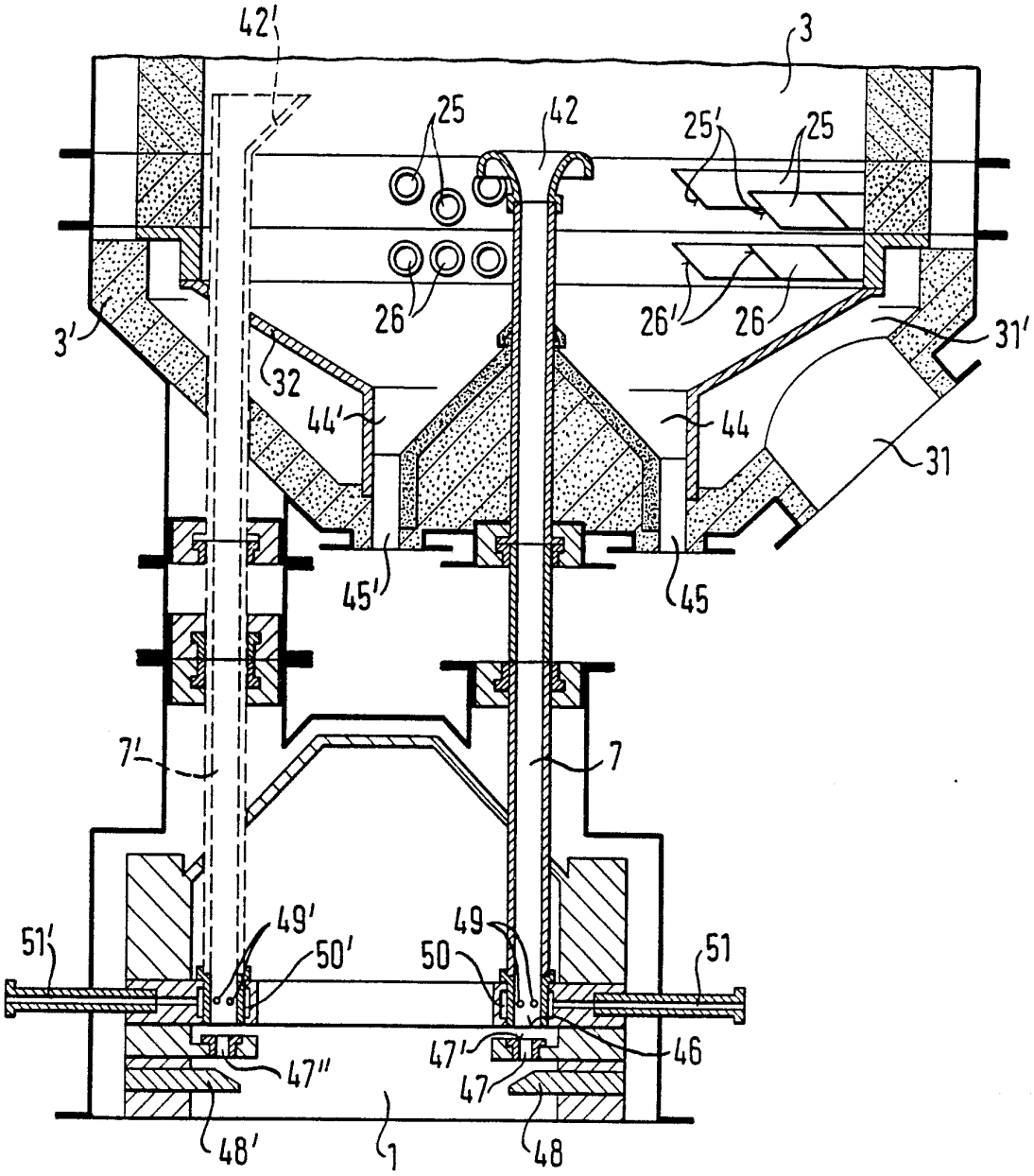
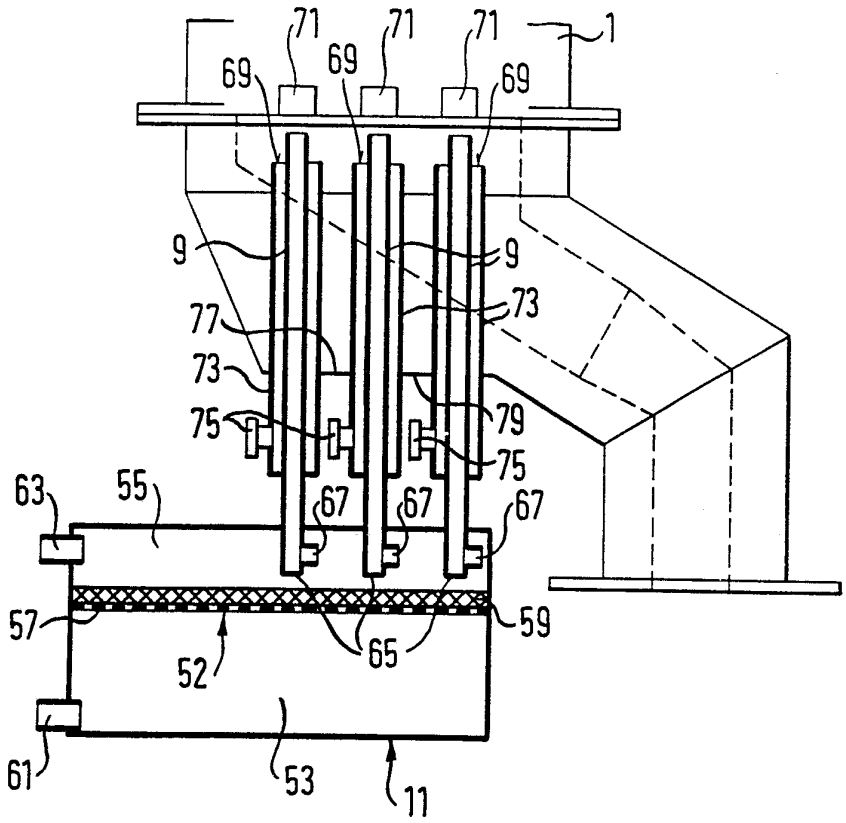

42'
3
25
42
25'
25
26
26'
26
3'
31'
32
44'
44
31
45'
45
7'
7
49'
49
51'
50'
50
51
47''
47'
46
47
48'
1
48

Fig. 10


71
71
71
1
69
69
69
9
9
73
77
73
75
79
75
63
55
67
67
67
57
59
52
65
61
53
11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/EP 91/01719

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) [6]

According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC

Int.Cl.[5] C 10 J 3/12; C 10 J 3/50; C 01 B 3/44; C 01 B 3/30; B 01 J 8/18

II. FIELDS SEARCHED

Minimum Documentation Searched [7]

Classification System	Classification Symbols
Int.Cl.[5]	C 10 J C 01 B B 01 J

Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched [8]

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT [9]

Category *	Citation of Document, [11] with indication, where appropriate, of the relevant passages [12]	Relevant to Claim No. [13]
Y A	DE, A, 2 947 128 (NIPPON KOKAN) 4 June 1980, (cited in the application) see page 16 - page 24	1,4,8-10,14, 17 12,13,18
Y A	DE, A, 1 808 911 (CHEMICAL CONSTRUCTION CORP.) 17 July 1969 see page 5, paragraph 3 - page 9, paragraph 2	1,4,8-10,14, 17 11,18
A	US, A, 4 451 184 (MITCHELL) 29 May 1984, see column 7 - column 8; claims 1-5	1,3,18
A	DE, C, 2 759 823 (CHEVRON RESEARCH CO.) 23 February 1984, see column 1 - column 2; claims 1-7 see column 3, line 64 - column 8, line 15 see column 9, line 22 - column 12; table 1	1,4,8,11,13, 14,18,26
A	US, A, 4 444 569 (HAAS) 24 April 1984, see column 6 - column 8; claims 1-7 ./...	1

* Special categories of cited documents: [10]

"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

"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

IV. CERTIFICATION

Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report
15 November 1991 (15.11.91)	4 December 1991 (04.12.91)
International Searching Authority	**Signature of Authorized Officer**
European Patent Office	

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT (CONTINUED FROM THE SECOND SHEET)

Category *	Citation of Document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No
A	EP, A, 0 191 522 (SHELL INTERN. RESEARCH MAATSCHAPPIJ) 20 August 1986 see column 1, line 50 - line 63	1,8
A	DE, A, 1 542 055 (CHEVRON) 12 March 1970, see page 14 - page 19; claims 1-12; figures 1-9	18,26,27
A	DE, A, 2 945 064 (RUHRKOHLE) 14 May 1981, see page 4 - page 5	2,21
A	FR, A, 2 333 852 (SHELL) 1 July 1977, see page 6, line 26 - page 7, line 36	3,21-23
A	EP, A, 0 009 456 (SAINT-GOBAIN) 2 April 1980	

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO. EP 9101719 SA 50814

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. 15/11/91

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE-A-2947128	04-06-80	JP-A- 55075901	07-06-80
		AU-B- 522846	01-07-82
		AU-A- 5251479	05-06-80
		BE-A- 880307	17-03-80
		CA-A- 1112452	17-11-81
		GB-A,B 2041400	10-09-80
		US-A- 4268412	19-05-81
DE-A-1808911	17-07-69	FR-A- 1593164	25-05-70
		GB-A- 1191358	13-05-70
		US-A- 3573224	30-03-71
US-A-4451184	29-05-84	None	
DE-C-2759823	23-02-84	AU-B- 509858	29-05-80
		AU-A- 2362077	28-09-78
		CA-A- 1081466	15-07-80
		DE-A- 2704032	29-09-77
		GB-A- 1524345	13-09-78
		JP-C- 1263554	16-05-85
		JP-A- 52117302	01-10-77
		JP-B- 59040500	01-10-84
		US-A- 4157245	05-06-79
US-A-4444569	24-04-84	None	
EP-A-0191522	20-08-86	AU-B- 576284	18-08-88
		AU-A- 5342186	21-08-86
		JP-A- 61186202	19-08-86
DE-A-1542055	12-03-70	None	
DE-A-2945064	14-05-81	None	
FR-A-2333852	01-07-77	NL-A- 7514128	07-06-77
		AU-B- 507174	07-02-80
		AU-A- 2013776	08-06-78
		BE-A- 848995	02-06-77
		CA-A- 1053981	08-05-79
		DE-A,B,C 2654662	08-06-77

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO. EP 9101719 SA 50814

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. 15/11/91

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR-A-2333852		GB-A- 1562628	12-03-80
		JP-C- 1378196	08-05-87
		JP-A- 52069405	09-06-77
		JP-B- 61041954	18-09-86
		US-A- 4146370	27-03-79
EP-A-0009456	02-04-80	FR-A- 2436953	18-04-80
		AT-T- 4470	15-09-83
		AU-B- 525480	11-11-82
		AU-A- 5108679	27-03-80
		CA-A- 1155640	25-10-83
		JP-C- 1414916	10-12-87
		JP-A- 55049690	10-04-80
		JP-B- 62018833	24-04-87
		OA-A- 6345	30-06-81
		US-A- 4423558	03-01-84

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

PCT/EP 91/01719

Internationales Aktenzeichen

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 C10J3/12; C10J3/50; C01B3/4; C01B3/30
B01J8/18

II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff [7]

Klassifikationssytem	Klassifikationssymbole
Int.Kl. 5	C10J ; C01B ; B01J

Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen [8]

III. EINSCHLAGIGE VEROFFENTLICHUNGEN [9]

Art.°	Kennzeichnung der Veröffentlichung[11], soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile[12]	Betr. Anspruch Nr.[13]
Y	DE,A,2 947 128 (NIPPON KOKAN) 4. Juni 1980 in der Anmeldung erwähnt	1,4, 8-10,14, 17
A	siehe Seite 16 - Seite 24	12,13,18
Y	DE,A 1 808 911 (CHEMICAL CONSTRUCTION CORP.) 17. Juli 1969	1,4, 8-10,14, 17
A	siehe Seite 5, Absatz 3 - Seite 9, Absatz 2	11,18
A	US,A,4 451 184 (MITCHELL) 29. Mai 1984 siehe Spalte 7 - Spalte 8; Ansprüche 1-5	1,3,18
A	DE,C,2 759 823 (CHEVRON RESEARCH CO.) 23. Februar 1984 siehe Spalte 1 - Spalte 2; Ansprüche 1-7 siehe Spalte 3, Zeile 64 - Spalte 8, Zeile 15 siehe Spalte 9, Zeile 22 - Spalte 12; Tabelle 1	1,4,8, 11,13, 14,18,26

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen [10]:

"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 menreren 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
15. NOVEMBER 1991	04 DEC 1991
Internationale Recherchenbehörde	**Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten**
EUROPAISCHES PATENTAMT	WENDLING J.P.

III. EINSCHLAGIGE VEROFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)

Art °	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US,A,4 444 569 (HAAS) 24. April 1984 siehe Spalte 6 - Spalte 8; Ansprüche 1-7	1
A	EP,A,0 191 522 (SHELL INTERN. RESEARCH MAATSCHAPPIJ) 20. August 1986 siehe Spalte 1, Zeile 50 - Zeile 63	1,8
A	DE,A,1 542 055 (CHEVRON) 12. März 1970 siehe Seite 14 - Seite 19; Ansprüche 1-12; Abbildungen 1-9	18,26,27
A	DE,A,2 945 064 (RUHRKOHLE) 14. Mai 1981 siehe Seite 4 - Seite 5	2,21
A	FR,A,2 333 852 (SHELL) 1. Juli 1977 siehe Seite 6, Zeile 26 - Seite 7, Zeile 36	3,21-23
A	EP,A,0 009 456 (SAINT-GOBAIN) 2. April 1980	

ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.

EP 9101719
SA 50814

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 15/11/91
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE-A-2947128	04-06-80	JP-A- 55075901	07-06-80
		AU-B- 522846	01-07-82
		AU-A- 5251479	05-06-80
		BE-A- 880307	17-03-80
		CA-A- 1112452	17-11-81
		GB-A,B 2041400	10-09-80
		US-A- 4268412	19-05-81
DE-A-1808911	17-07-69	FR-A- 1593164	25-05-70
		GB-A- 1191358	13-05-70
		US-A- 3573224	30-03-71
US-A-4451184	29-05-84	Keine	
DE-C-2759823	23-02-84	AU-B- 509858	29-05-80
		AU-A- 2362077	28-09-78
		CA-A- 1081466	15-07-80
		DE-A- 2704032	29-09-77
		GB-A- 1524345	13-09-78
		JP-C- 1263554	16-05-85
		JP-A- 52117302	01-10-77
		JP-B- 59040500	01-10-84
		US-A- 4157245	05-06-79
US-A-4444569	24-04-84	Keine	
EP-A-0191522	20-08-86	AU-B- 576284	18-08-88
		AU-A- 5342186	21-08-86
		JP-A- 61186202	19-08-86
DE-A-1542055	12-03-70	Keine	
DE-A-2945064	14-05-81	Keine	
FR-A-2333852	01-07-77	NL-A- 7514128	07-06-77
		AU-B- 507174	07-02-80
		AU-A- 2013776	08-06-78
		BE-A- 848995	02-06-77
		CA-A- 1053981	08-05-79
		DE-A,B,C 2654662	08-06-77

EPO FORM P0473

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

ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.

EP 9101719
SA 50814

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 15/11/91
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
FR-A-2333852		GB-A-	1562628	12-03-80
		JP-C-	1378196	08-05-87
		JP-A-	52069405	09-06-77
		JP-B-	61041954	18-09-86
		US-A-	4146370	27-03-79
EP-A-0009456	02-04-80	FR-A-	2436953	18-04-80
		AT-T-	4470	15-09-83
		AU-B-	525480	11-11-82
		AU-A-	5108679	27-03-80
		CA-A-	1155640	25-10-83
		JP-C-	1414916	10-12-87
		JP-A-	55049690	10-04-80
		JP-B-	62018833	24-04-87
		OA-A-	6345	30-06-81
		US-A-	4423558	03-01-84

EPO FORM P0473