

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 484 993 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **91202539.2**

(51) Int. Cl.⁵: **C10J 3/54**

(22) Anmeldetag: **01.10.91**

(30) Priorität: **07.11.90 DE 4035293**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.05.92 Patentblatt 92/20

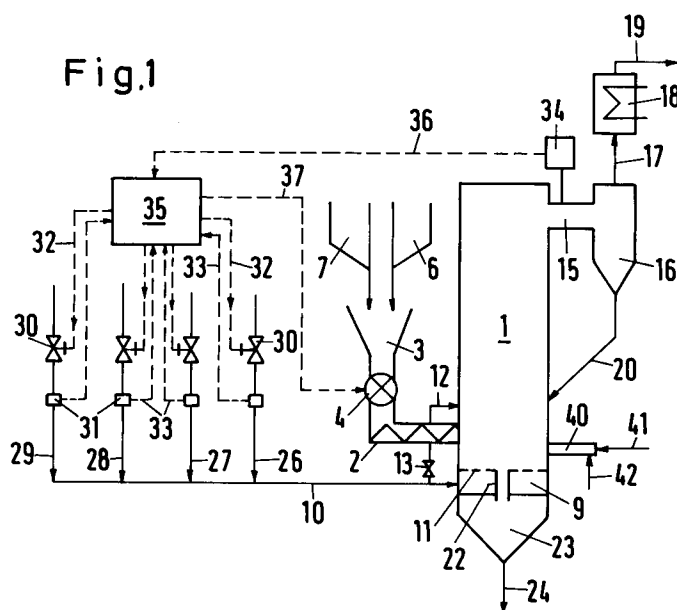
(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE

(71) Anmelder: **METALLGESELLSCHAFT
Aktiengesellschaft
Reuterweg 14
W-6000 Frankfurt am Main(DE)**

(72) Erfinder: **Schmitt, Gerhard
Weihergrundstrasse 20
W-6384 Schmitten 6(DE)
Erfinder: Mielke, Horst
Bansastrasse 5a
W-6078 Neu-Isenburg(DE)
Erfinder: Herbert, Peter, Dr.
Im Uhiring 34
W-6000 Frankfurt am Main 50(DE)**

(54) **Verfahren zum Regeln des Anfahrens einer Vergasung fester Brennstoffe im Wirbelzustand.**

(57) Die Brennstoffe werden mit sauerstoffhaltigem Gas und Wasserdampf im Wirbelzustand in einem Vergasungsreaktor vergast. In der Aufheizphase vor der Vergasung wird ein Asche und feinkörnige Brennstoffe enthaltendes Feststoffgemisch verbrannt und dabei die Temperatur im Reaktor bis etwa auf die Solltemperatur der Vergasung erhöht. In einer anschließenden Inertisierungsphase verringert man die Zufuhr von sauerstoffhaltigem Gas und leitet ein Inertgas in den Reaktor, bis der Gehalt an freiem Sauerstoff im Produktgas verschwindet. Dabei wird die Temperatur praktisch konstant gehalten. In der anschließenden Vergasung erhöht man die Brennstoffzufuhr und hält die Solltemperatur der Vergasung, 600 bis 1500 °C, nach einer Einstellzeit praktisch konstant. Durch Verändern der Brennstoffzufuhr regelt man die Temperatur der Vergasung.



EP 0 484 993 A1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Regeln des Anfahrens einer Vergasung fester, feinkörniger Brennstoffe mit sauerstoffhaltigem Gas und Wasserdampf im Wirbelzustand in einem Vergasungsreaktor, der am oberen Ende einen Abzugskanal für Produktgas und im unteren Bereich einen Ascheabzug aufweist. Die Vergasung arbeitet bei einem Druck von 1 bis 100 bar.

Ein Verfahren dieser Art ist im US-Patent 4 594 967 beschrieben. Hierbei wirken mehrere Abschnitte des Wirbelbettes in steuerbarer Weise zusammen. Das Anfahren erfolgt zunächst mit Hilfe eines Aufheizbrenners, danach gibt man dem Brennstoff Sauerstoff in unterstöchiometrischer Menge zu, bis man den stationären Vergasungszustand erreicht hat.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den Vergasungsreaktor leicht regelbar anzufahren, wobei der Reaktor baulich einfach ausgestaltet sein kann. Erfindungsgemäß gelingt dies beim eingangs genannten Verfahren dadurch, daß man im Reaktor in der Aufheizphase vor der Vergasung ein Asche und feinkörnige Brennstoffe enthaltendes Feststoffgemisch unter Zufuhr von sauerstoffhaltigem Gas bei überstöchiometrischem Sauerstoffangebot im Wirbelzustand verbrennt und dabei die Temperatur im Reaktor bis etwa auf die Solltemperatur der Vergasung erhöht, daß man am Ende der Aufheizphase in einer anschließenden Inertisierungsphase die Zufuhr von sauerstoffhaltigem Gas verringert, ein Inertgas in den Reaktor leitet, den Gehalt an freiem Sauerstoff im Produktgas praktisch auf Null reduziert und dabei die Temperatur praktisch konstant hält, und daß man nach der Inertisierungsphase in die Vergasung übergeht, wobei man Sauerstoff oder sauerstoffhaltiges Gas und ggf. Wasserdampf in den Reaktor leitet, die Brennstoffzufuhr erhöht und die im Bereich von 600 bis 1500 °C liegende, im oberen Bereich des Reaktors oder im Abzugskanal gemessene Solltemperatur der Vergasung nach einer Einstellzeit praktisch konstant hält und bei zu niedriger Temperatur die Zufuhr an festem Brennstoff verringert und bei zu hoher Temperatur die Zufuhr an Brennstoff steigert. Im stationären Vergasungsbetrieb vermeidet man das Absinken der Temperatur, da sonst das Produktgas unerwünschte Schwelprodukte enthalten würde.

In der Aufheizphase steigert man die Temperatur allmählich. Bei einem Reaktor mit Ausmauerung empfehlen sich Temperatursteigerungen pro Stunde von etwa 40 bis 120 °C. Bei zu hoher Temperatur wird die Zufuhr von festem Brennstoff verringert und bei zu niedriger Temperatur die Zufuhr von festem Brennstoff gesteigert, weil ein überstöchiometrisches Sauerstoffangebot im Vergasungsreaktor vorhanden ist. Vor allem aus ökonomischen Gründen ist es vorteilhaft, in der Aufheizphase Luft als sauerstoffhaltiges Gas in den Reaktor zu leiten. Etwa dann, wenn die Aufheizphase beendet und die Solltemperatur der Vergasung erreicht ist, verringert man die Zufuhr an sauerstoffhaltigem Gas und leitet in einer Inertisierungsphase in zunehmender Menge Inertgas in den Reaktor. Die dabei insgesamt zugeführte Gasmenge bleibt zumeist ungefähr konstant. Bei diesem Inertgas handelt es sich üblicherweise um zurückgeführtes Produktgas, Stickstoff oder Kohlendioxid.

Wenn während der Inertisierungsphase im Reaktor genügend mit Inertgas gespült worden ist, damit der Sauerstoffgehalt im Produktgas verschwindet, kann die Vergasung beginnen. Hierbei leitet man ein Vergasungsmittelgemisch in den Reaktor, das hauptsächlich aus Sauerstoff (z.B. auch Luft) und mehr oder weniger Wasserdampf besteht. Zu Beginn der Vergasung, in der Einstellzeit, wird man dem Reaktor abnehmende Mengen an Inertgas (z.B. N₂ oder CO₂) zuführen. Gleichzeitig gibt man dem Reaktor mehr Brennstoff auf und verringert den Anteil der zugeführten Asche bis auf Null. Falls der Brennstoff, z.B. Braunkohle, selbst viel Wasser enthält, kann man den Anteil des Wasserdampfs im Vergasungsmittelgemisch verringern und eventuell ganz weglassen. Wenn die Vergasung den stationären Zustand erreicht hat, wird die Temperatur mit einem Schwankungsbereich von ± 40 °C konstant gehalten, was durch Regeln der Brennstoffzufuhr geschieht.

Als zusätzliche Maßnahme zum Regeln der Temperatur im Reaktor kann man die Zufuhr von Wasserdampf variieren, was sowohl in der Aufheizphase als auch beim Inertisieren und beim Vergasen möglich ist.

Ausgestaltungsmöglichkeiten des Verfahrens werden mit Hilfe der Zeichnung erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 die Vergasungsanlage in schematischer Darstellung,

Fig. 2a den Temperaturverlauf beim Anfahren und

Fig. 2b eine Möglichkeit der Einstellung der Brennstoff- und Betriebsmittelzufuhr beim Anfahren.

Im Reaktor (1) der Fig. 1 werden feste Brennstoffe im Wirbelzustand vergast, die durch eine Fördereinrichtung (2) eingespeist werden. Als feste Brennstoffe können z.B. Kohle, Braunkohle oder Torf verwendet werden. Aus einem Vorratsbunker (3) werden die Brennstoffe oder auch Inertmaterial über eine Dosiereinrichtung (4), z.B. eine Zellenradschleuse, herangeführt. Über dem Vorratsbunker (3) befindet sich ein Behälter (6) für die zu vergasenden Brennstoffe sowie ein Behälter (7) für Inertmaterial, insbesondere Asche oder Sand. Zur Vereinfachung wird in den nachfolgenden Erläuterungen davon gesprochen, daß es sich beim zu vergasenden Brennstoff um Kohle und beim Inertmaterial um Asche handelt.

Im unteren Bereich weist der Reaktor (1) eine Verteilkammer (9) für Gase und/oder Wasserdampf auf, die durch die Leitung (10) einströmen. Durch einen Rost (11) treten diese Fluide in den Reaktor (1) ein. Eine Abzweigleitung (12) mit einem Ventil (13) ermöglicht die dosierte Zufuhr dieser Fluide gleichzeitig auch in einen Bereich oberhalb des Rostes (11).

Im stationären Vergasungszustand bildet sich im Reaktor (1) eine zirkulierende Wirbelschicht aus, wobei ein Gemisch aus Produktgas und Feststoffen durch den Abzugskanal (15) in einen Zyklon (16) gelangt und dort getrennt wird. Das Produktgas strömt durch die Leitung (17) zu einem Abhitzekeessel (18) und steht in der Leitung (19) zur weiteren Verwendung zur Verfügung. Da das Produktgas reich an den Komponenten H_2 und CO ist, kann es z.B. zu Synthesegas aufgearbeitet werden.

Im Zyklon (16) abgeschiedene Feststoffe fließen in der Leitung (20) zurück zum Reaktor (1). Asche mit geringem Restgehalt an Kohlenstoff gelangt durch ein Rohr (22), das zentral durch die Verteilkammer (9) geführt ist, in die Aschekammer (23) und wird periodisch durch die Leitung (24) abgezogen.

Mit der Sammelleitung (10) sind eine Wasserdampfleitung (26), eine Sauerstoffleitung (27), eine Luftleitung (28) und eine Inertgasleitung (29) verbunden. Jede dieser Leitungen (26) bis (29) weist ein Regelventil (30) und eine Meßeinrichtung (31) zum Bestimmen der durchfließenden Menge auf. Von einem Steuergerät (35) aus werden die Regelventile (30) über Signalleitungen (32) betätigt, die durch die jeweilige Leitung fließende Menge wird vom Meßgerät (31) aus durch eine Signalleitung (33) dem Steuergerät (35) mitgeteilt. Eine Temperaturmeßeinrichtung (34) stellt die Temperatur im Abzugskanal (15) fest und diese Information gelangt durch die Signalleitung (36) in das Steuergerät (35). Von hier aus erfolgt durch halbautomatische oder vollautomatische Steuerung in noch zu beschreibender Weise die Regelung der Temperatur. Hierbei wird die Zufuhr von Kohle zum Reaktor (1) über die Steuerleitung (37) geregelt. Einzelheiten der Möglichkeiten, wie diese Regelung erfolgt, werden mit Hilfe der Fig. 2a und 2b erläutert.

In Fig. 2a gibt die vertikale Achse (T) die Temperatur (z.B. in $^{\circ}C$) an, die horizontale Achse (t) ist übereinstimmend für Fig. 2a und 2b die Zeitachse (Werte z.B. in Stunden). Die vertikale Achse (M) der Fig. 2b betrifft Mengen (z.B. in kg/h) von Stoffen, die dem Reaktor (1) zeitabhängig zugeführt werden. Die durchgezogene Linie (a) gibt den Verlauf der Luftzufuhr durch die Leitung (28) wieder, Linie (b) gehört zu dem durch die Leitung (29) herangeführten Inertgas, die strichpunktierte Linie (c) gehört zur Kohleeinspeisung und die punktierte Linie (d) gehört zum Wasserdampf, der durch die Leitung (26) strömt.

Für die erste Erwärmung gibt man Asche in den Reaktor (1), verwirbelt diese mit Heißluft und setzt später einen Anfahrbrönnner (40) in Betrieb. Diesem Brönnner (40) führt man gasförmigen oder flüssigen Brönnnstoff, z.B. Erdgas oder Heizöl, durch die Leitung (41) zu und speist Luft durch die Leitung (42) ein. Die in der Meßeinrichtung (34) gemessene Temperatur steigt dadurch allmählich an, bis man dann beim Zeitpunkt (A) Kohle aus dem Bunker (3) in dosierter Menge über die Zellenradschleuse (4) dem Reaktor (1) zuführt. In der nun beginnenden Aufheizphase mit Kohlezufuhr verbrennt die durch Luftzufuhr verwirbelte Kohle bei Sauerstoffüberschuß im Reaktor, wodurch die Temperatur weiter gesteigert wird. Der Anfahrbrönnner (40) kann abgeschaltet werden und der Anteil an zugeführter Asche geht gegen Null. Bei zu steilem Temperaturanstieg verringert man die Zufuhr an Kohle zum Reaktor und erhöht sie dann, wenn der Temperaturanstieg unter dem gewünschten Verlauf zurückbleibt. Zur Korrektur einer zu hohen Temperatur kann auch Wasserdampf in den Reaktor geleitet werden. Der Sollwert der Temperatur kann im Steuergerät (35) durch manuelle Regelung oder aber durch automatische Berechnung vorgegeben sein.

Der Temperaturanstieg in der Aufheizphase erfolgt so lange, bis der Sollwert der Vergasungstemperatur erreicht oder leicht überschritten ist. In Fig. 2a ist dies der Zeitpunkt (B). Nunmehr setzt die Inertisierungsphase ein, um den Sauerstoffgehalt im Produktgas verschwinden zu lassen. Bei konstanter Temperatur wird hierfür die Zufuhr von Luft durch die Leitung (28) zum Reaktor (1) verringert und gleichzeitig die Menge an Inertgas erhöht. Dabei sorgt man dafür, daß die Gesamtmenge an Luft und Inertgas etwa konstant bleibt. In Fig. 2a bezeichnet der Zeitpunkt (C) die Stelle, bei welcher der Sauerstoffgehalt im Produktgas bis auf 0 abgenommen hat und die Inertisierungsphase zu Ende ist. Ein nicht dargestelltes Analysengerät stellt den Sauerstoffgehalt im Produktgas des Kanals (15) fest.

Nun kann der Vergasungsbetrieb begonnen werden, dafür ist zunächst eine als Einstellzeit bezeichnete Startphase nötig, die zwischen den Punkten (C) und (D) liegt. Hierbei wird die Zufuhr von Kohle und von sauerstoffhaltigem Gas gesteigert, während man die Inertgaszufuhr allmählich abschaltet. Schließlich können wachsende Mengen an Wasserdampf in die Vergasung geleitet werden, vgl. die punktierte Linie (d) in Fig. 2b. Diese Regelungen können automatisch oder von Hand vorgenommen werden. Gleichzeitig wird dafür gesorgt, daß die Temperatur entweder praktisch konstant bleibt oder in der Einstellzeit nur wenig absinkt und dann konstant bleibt, vgl. die Linien (m) und (n) in Fig. 2a.

Im stationären Vergasungsbetrieb, der zum Zeitpunkt (D) beginnt, werden dem Reaktor (1) im Idealfall gleichbleibende Mengen an Kohle, Wasserdampf und Sauerstoff (z.B. in Form von Luft) zugeführt, wobei man beispielsweise pro Nm³ Sauerstoff 1 kg Wasserdampf einsetzt. Wenn Braunkohle oder Torf vergast werden, die sehr wasserhaltig sind, kann die Zufuhr von Wasserdampf verringert werden oder eventuell ganz entfallen.

Im Vergasungsbetrieb erfolgt die Temperaturregelung durch Regeln der Kohlezufuhr über die Zellenrad-schleuse (4), wobei man dem Reaktor (1) bei zu hoher Temperatur mehr Kohle und bei zu niedriger Temperatur weniger Kohle aufgibt. Es empfiehlt sich, die Temperatur während der Vergasung mit einem Schwankungsbereich von $\pm 40^\circ\text{C}$ und vorzugsweise $\pm 30^\circ\text{C}$ konstant zu halten.

Beispiel

In einer der Zeichnung entsprechenden Anlage werden pro Stunde 21318 kg Kohle vergast. Der Reaktor (1) hat einen Durchmesser von 2,5 m und eine Höhe über dem Rost (11) von 15 m. Bei der zu vergasenden Kohle handelt es sich um ein Kohlegemisch mit einem unteren Heizwert von 5579 kcal/kg, einem Wassergehalt von 24 Gew.-% und einem Aschegehalt von 8,3 Gew.-%. Die Kohle weist folgende Elementaranalyse auf (wasser- und aschefrei):

C	79	Gew.-%
H	5,4	Gew.-%
O	12,1	Gew.-%
N	3,5	Gew.-%
	100,0	Gew.-%

Die Verbrennung und Vergasung erfolgt ohne technisch reinem Sauerstoff nur mit Luft, Stickstoff und Wasserdampf. Auf die Zufuhr von Sekundärluft durch die Leitung (12) wird verzichtet. Zum ersten Anwärmen bis etwa 350°C wird Heißluft von 420°C in den Reaktor geleitet, der in steigender Menge bis zu 1000 kg Asche enthält. Danach tritt zusätzlich der Brenner (40) in Tätigkeit, dem man in steigender Menge bis zu 361 kg/h Heizöl zuführt. Nach 8 Stunden des Anwärmens wird im Kanal (15) die Temperatur von 600°C erreicht, bei welcher die Zufuhr von Kohle in den Reaktor beginnt; dies entspricht dem Punkt (A) der Fig. 2a und 2b. In der nachfolgenden Tabelle werden die dem Reaktor zu verschiedenen Zeiten zugeführten Kohle- und Betriebsmittelmengen (in kg/h) angegeben, zusammen mit den Temperaturen im Kanal (15). Die Punkte (A) bis (D) beziehen sich auf Fig. 2a und 2b, auch ist der zeitliche Verlauf der Stoffmengen, die dem Reaktor zugeführt werden, Fig. 2b zu entnehmen.

Zeit (h)	8	13	13,5	14	15	16
Zeitpunkt	A	B		C		D
Kohle	0	1764	1764	1764	21318	21318
Luft	38767	38767	14853	14853	38767	38767
Stickstoff	0	0	23914	23914	0	0
Wasserdampf	0	0	0	0	0	2000
Heizöl	361	0	0	0	0	0
Temperatur ($^\circ\text{C}$)	600	950	950	950	950	920

Im Kanal (15) beträgt die Gaszusammensetzung zu verschiedenen Zeiten:

Zeitpunkt	A	B	C
CO ₂ (Vol.-%)	1,9	6,69	6,69
H ₂ O (Vol.-%)	1,9	2,74	2,74
O ₂ (Vol.-%)	17,9	13,13	0
N ₂ (Vol.-%)	78,3	77,44	90,57

Zum Zeitpunkt (D), d.h. bei Beginn des stationären Vergasungsbetriebs, wird ein Produktgas mit folgender Zusammensetzung erzeugt:

CH ₄	2,5 Vol.-%
H ₂	14,7 Vol.-%
CO	20,8 Vol.-%
CO ₂	7,0 Vol.-%
N ₂	48,8 Vol.-%
H ₂ O	6,2 Vol.-%

Zum Regeln der Temperatur im Bereich zwischen den Zeitpunkten (A) und (B), während 38767 Nm³/h Verbrennungsluft aufgewendet werden, ist zu berücksichtigen, daß bei einer Erhöhung bzw. Erniedrigung der Temperatur um 10 °C gegenüber dem Sollwert die Kohlezufuhr um 20 kg/h verringert bzw. erhöht werden muß, um wieder auf den Sollwert zu kommen. Während der stationären Vergasung bei einer Solltemperatur von 920 °C, einer Kohlemenge von 21318 kg/h und einer Luftmenge von 38767 kg/h ist bei einer Änderung der Temperatur um 10 °C die Kohlezufuhr um 150 kg/h zu verändern, um wieder die Solltemperatur zu erreichen.

Patentansprüche

- Verfahren zum Regeln des Anfahrens einer Vergasung fester, feinkörniger Brennstoffe mit sauerstoffhaltigem Gas und Wasserdampf im Wirbelzustand in einem Vergasungsreaktor, der am oberen Ende einen Abzugskanal für Produktgas und im unteren Bereich einen Ascheabzug aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß man im Reaktor in der Aufheizphase vor der Vergasung ein Asche und feinkörnige Brennstoffe enthaltendes Feststoffgemisch unter Zufuhr von sauerstoffhaltigem Gas bei überstöchiometrischem Sauerstoffangebot im Wirbelzustand verbrennt und dabei die Temperatur im Reaktor bis etwa auf die Solltemperatur der Vergasung erhöht, daß man am Ende der Aufheizphase in einer anschließenden Inertisierungsphase die Zufuhr von sauerstoffhaltigem Gas verringert, ein Inertgas in den Reaktor leitet, den Gehalt an freiem Sauerstoff im Produktgas praktisch auf Null reduziert und dabei die Temperatur praktisch konstant hält, und daß man nach der Inertisierungsphase in die Vergasung übergeht, wobei man Sauerstoff oder sauerstoffhaltiges Gas und ggf. Wasserdampf in den Reaktor leitet, die Brennstoffzufuhr erhöht und die im Bereich von 600 bis 1500 °C liegende, im oberen Bereich des Reaktors oder im Abzugskanal gemessene Solltemperatur der Vergasung nach einer Einstellzeit praktisch konstant hält und bei zu niedriger Temperatur die Zufuhr an festem Brennstoff verringert und bei zu hoher Temperatur die Zufuhr an Brennstoff steigert.
- Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man in der Aufheizphase die Temperatur allmählich steigert, bei zu hoher Temperatur die Zufuhr von festem Brennstoff verringert und bei zu niedriger Temperatur die Zufuhr von festem Brennstoff steigert.
- Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man während der Vergasung nach der Einstellzeit die Temperatur mit einem Schwankungsbereich von ± 40 °C konstant hält.
- Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man in der Aufheizphase Luft als sauerstoffhaltiges Gas in den Reaktor leitet.
- Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man während der Inertisierungsphase Stickstoff, Kohlendioxid oder Produktgas als Inertgas verwendet.

6. Verfahren nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß man während der Inertisierungsphase die Gesamtmenge an sauerstoffhaltigem Gas und Inertgas praktisch konstant hält.

5

10

15

20

25

30

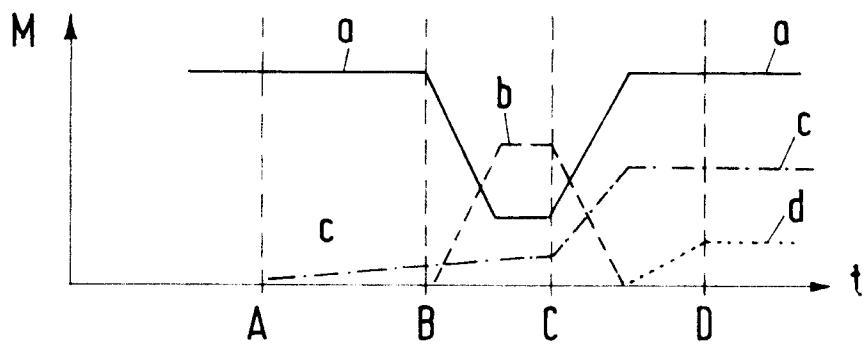
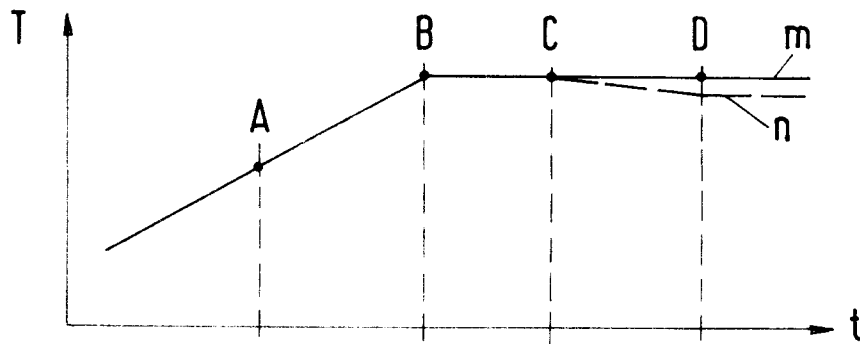
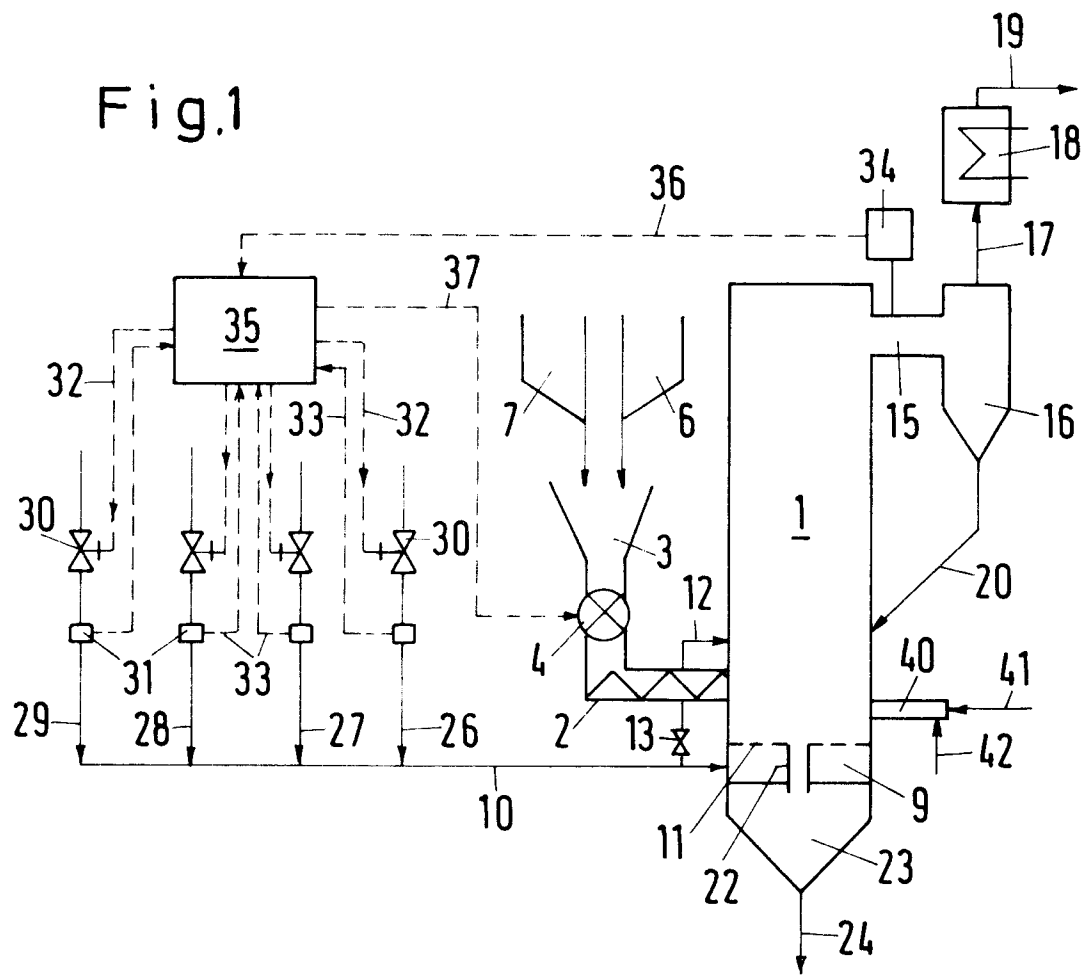
35

40

45

50

55





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 91 20 2539

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A	DD-A-257 280 (VEB BEZIRKSDIRECTION FÜR STRASSENWESEN) ---	1-6	C10J3/54
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 6, no. 63 (C-99)(941) 22. April 1982 & JP-A-57 003 890 (BABCOCK HITACHI) 9. Januar 1982 * Zusammenfassung *	1-6	
A	EP-A-0 303 851 (RHEINISCHE BRAUNKOHLEWERKE) -----	1-6	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			C10J
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Rechenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 13 FEBRUAR 1992	Prüfer MEERTENS J.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			