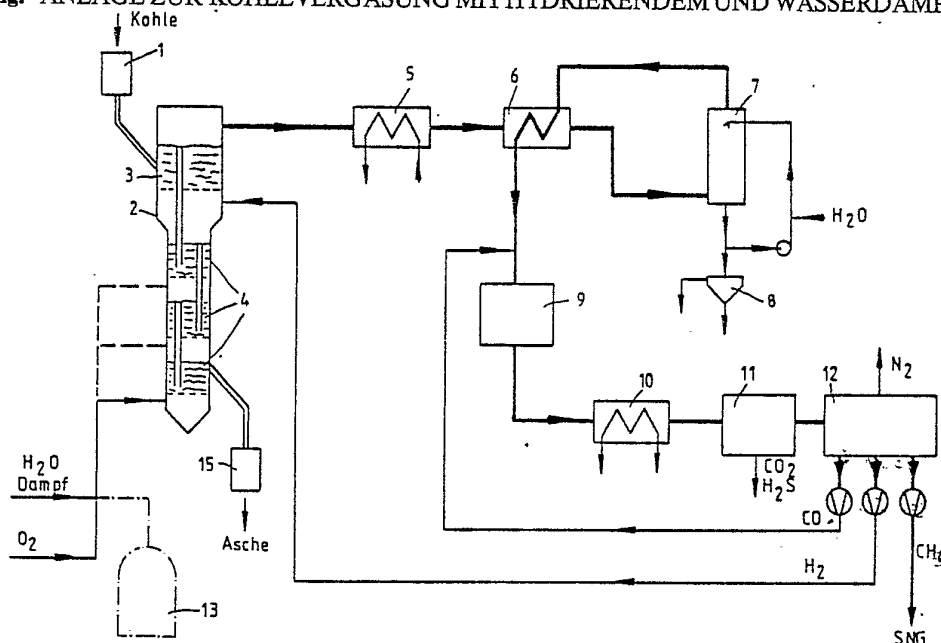


(51) Internationale Patentklassifikation 2 : C07C 9/04, 1/00; C10J 3/20, 3/56	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 80/00443 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 20. März 1980 (20.03.80)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE79/00091 (22) Internationales Anmeldedatum: 21 August 1979 (21.08.79) (31) Prioritätsaktenzeichen: P 28 37 906.8 (32) Prioritätsdatum: 31 August 1978 (31.08.78) (33) Prioritätsland: DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): GHT, GESELLSCHAFT FÜR HOCHTEMPERATUR-REAKTOR-TECHNIK MBH [DE/DE]; Friedrich-Ebert Strasse, D-5060 Bergisch Gladbach 1 (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FISCHER, Reimer [DE/DE]; Lückrather Weg 71, D-5060 Bergisch Gladbach 2 (DE). JÄGER, Walter [DE/DE]; Schulweg 33, D-5250 Engelskirchen (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), JP, LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US. Veröffentlicht Mit dem internationalen Recherchenbericht

(54) Title: COAL GASIFICATION PLANT COMPRISING A HYDROGENATION AND VAPOUR GASIFIER

(54) Bezeichnung: ANLAGE ZUR KOHLEVERGASUNG MIT HYDRIERENDEM UND WASSERDAMPFVERGASER



(57) Abstract

The gasification plant of coal into methane comprises a hydrogenation gasifier (3), a vapour gasifier (4) of a conversion (9) and fractionation (12) device. The coal is first introduced into the hydrogenation gasifier and then into the vapour gasifier in which the complete gasification takes place. The gas produced is then supplied continuously to the hydrogenation gasifier; to obtain a better gasification, the high partial pressure in the gas current will be adjusted so that the hydrogen provided from the operation may be returned to the hydrogenation gasifier. A number of different possibilities are proposed for a combination of such a plant with a nuclear reactor (13) which, with a view to saving coal, will provide the heat necessary for carrying out the process for example by supplying the vapour necessary for the gasification of the vapour.

(57) Zusammenfassung

Eine Anlage zur Vergasung von Kohle zu Methan mit einem hydrierenden Vergaser (3), einem Wasserdampfvergaser (4), einer Konvertierung (9) und einer Gaszerlegung (12). Die zu vergasende Kohle fließt zunächst in den hydrierenden Vergaser und danach in den Wasserdampfvergaser, wo eine vollständige Vergasung stattfindet. Das Produktgas des letzteren wird in bekannter Weise in den hydrierenden Vergaser geleitet, doch wird der zur Erzielung eines besseren Vergasungsgrades erforderliche höhere Wasserstoffpartialdruck im Anströmgas dadurch hergestellt, daß der in der Gaszerlegung abgeschiedene Wasserstoff in den hydrierenden Vergaser zurückgeleitet wird. Es werden verschiedene Möglichkeiten zur Kombination einer solchen Anlage mit einem Kernreaktor (13) vorgeschlagen, der zum Zweck der Kohleersparnis die zur Aufrechterhaltung des Prozesses erforderliche Wärme zuführt, z.B. indem er den für die Wasserdampfvergasung erforderlichen Dampf liefert.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

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

AT	Österreich	LU	Luxemburg
BR	Brasilien	MC	Monaco
CF	Zentrale Afrikanische Republik	MG	Madagaskar
CG	Kongo	MW	Malaŵi
CH	Schweiz	NL	Niederlande
CM	Kamerun	RO	Rumania
DE	Deutschland, Bundesrepublik	SE	Schweden
DK	Dänemark	SN	Senegal
FR	Frankreich	SU	Soviet Union
GA	Gabun	TD	Tschad
GB	Vereinigtes Königreich	TG	Togo
JP	Japan	US	Vereinigte Staaten von Amerika

- | -

5

Anlage zur Kohlevergasung mit hydrierendem und
Wasserdampfvergaser

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Anlage zur
10 Erzeugung von Methan mit den im Oberbegriff des
1. Anspruchs genannten Merkmalen.

Mehrstufige Kohlevergasungsverfahren sind bekannt, z. B.
aus L. J. Anastasia, W. G. Blair: "Clean Fuels from
15 Coal", Symposium II Paper, IGT Chicago 1975,
S. 171 - 193 (sog. Hygas-Verfahren) und aus
R. F. Detman: "Stand des OCR/AGA Kohlevergasungs-
programmes" in Gas Wärme International 23 (1974)
S. 301 - 303 (sog. Bigas-Verfahren). Die Kohle wird
20 in einer ersten Stufe hydrierend vergast, wobei die
durch den exothermen Prozeß der Methanisierung frei-
gesetzte Wärme genutzt wird und der dazu erforderliche
Wasserstoff in einer zweiten Stufe durch Wasserdampf-
vergasung erzeugt wird; ein endothermer Vorgang, der
25 durch Verbrennung eines Teils des eingebrachten Kohlen-
stoffs in Gang gehalten wird.

28.08.1978 We/Fe



- 2 -

Wird der hydrierende Vergaser nur mit dem Produktgas des Wasserdampfvergaser beschickt, ist der Vergasungsgrad in ersterem wegen des verhältnismäßig geringen Wasserstoffpartialdruckes in diesem Gas nur gering.

- 5 Der kohlenstoffreiche Restkoks kann auch in einem nachgeschalteten Wasserdampfvergaser nicht restlos genutzt werden, erst recht nicht wenn, wie bisher vorgeschlagen, die Wasserdampfvergasung nur in einer Stufe erfolgt. Eine Vergasung in einem Festbett macht
10 darüber hinaus auch ein Abkühlen und Brikettieren des Restkokes notwendig, was zu unerwünschten Wärmeverlusten führt.

- Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist eine verbesserte
15 Anlage zur Kohlevergasung, in der der in der Rohkohle enthaltene Kohlenstoff möglichst vollständig genutzt wird. Ferner solche Ausgestaltungen der Erfindung, die die zur Aufrechterhaltung des Prozesses erforderliche Wärme möglichst unter Verzicht auf Verbrennung der
20 Kohle erzeugen.

- Zur Lösung dieser Aufgabe wird eine Anlage mit dem im kennzeichnenden Teil des 1. Anspruchs genannten Merkmal vorgeschlagen. Dadurch, daß dem Produktgas
25 des Wasserdampfvergaser der Wasserstoff aus der Gaszerlegung beigemischt wird, steigt der Wasserstoffpartialdruck im hydrierenden Vergaser so weit an, daß bereits hier ein guter Vergasungsgrad erreicht wird. Die direkte Weiterleitung des heißen Restkokes in den
30 Wasserdampfvergaser erspart Wärmeverluste. Das Problem einer nutzbringenden Verwertung des Restkokes aus dem Wasserdampfvergaser entfällt, da die eingebrachte Kohle bis auf einen mehr oder weniger geringen Aschenrückstand vollständig vergast ist.



- 3 -

Die einzelnen chemischen Reaktionen, die im Wasserdampfvergaser vor sich gehen, werden zweckmäßigerweise auf getrennte Wirbelstufen verlegt, wie im 2. Anspruch vorgeschlagen. Die Anzahl der Stufen richtet sich dabei
5 nach der Reaktionsfähigkeit der eingebrachten Rohkohle (für Braunkohle weniger, für Steinkohle dagegen mehr).

Die erforderliche Wärmezufuhr an den Wasserdampfvergaser kann auf die im 3. Anspruch vorgeschlagene kon-
10 ventionelle Art erfolgen.

Es ist aber auch die im 4. Anspruch vorgeschlagene Alternativlösung möglich; im Wasserdampfvergaser sind beispielsweise Heizschlangen angebracht, in denen ein
15 Heizfluid zirkuliert.

Wenn, wie z. B. in Deutschland, die Rohkohle verhältnismäßig kostspielig ist, kann die im 5. Anspruch genannte Lösung vorteilhaft sein, in der die nötige
20 Wärme beispielsweise durch einen Hochtemperaturreaktor bereitgestellt wird, dessen Kühlgas den Wasserdampfvergaser aufheizt; der eingebrachte Kohlenstoff fällt dann zu einem höheren Anteil in Form des gewünschten Methans an.

25 Wenn das aus dem hydrierenden Vergaser austretende Gasgemisch ohnehin, z. B. zum Zwecke der Reinigung, abgekühlt werden soll, kann es auch entsprechend der im 6. Anspruch vorgeschlagenen Lösung zur Beheizung
30 des Wasserdampfvergasers herangezogen werden. Die im 7. und 8. Anspruch vorgeschlagenen Lösungen sind Alternativen zur Lösung der dann auftretenden Ungleichgewichte in der Material- und/oder Wärmebilanz der Anlage.

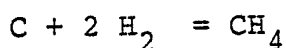


- 4 -

Der größte Teil des Wärmeinhalts des dem Wasserdampf-
vergaser zuzuführenden Dampfes wird von der Verdamp-
fungswärme des Wassers gebildet. Bei Berücksichtigung
der oben zum 5. Anspruch gemachten Annahmen ist es
5 dann vorteilhaft, die Dampferzeugung ebenfalls nuklear
zu betreiben, wozu sich z. B. auch ein Leichtwasser-
reaktor eignet.

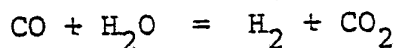
10 Zwei beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung sind
in der Zeichnung dargestellt, wobei beide Figuren in
großen Teilen miteinander identische Schaltbilder der
Anlage zeigen, die daher auch zusammen beschrieben
werden.

15 Die Rohkohle wird zunächst in einer vorbereitenden Stufe 1
behandelt, z. B. getrocknet, und dann einem hydrierenden
Vergaser 3 zugeleitet, der mit einem Wasserdampfvergaser
4 eine bauliche Einheit 2 bildet. Das durch die Reaktion
eines Teils des in der Kohle enthaltenen Kohlenstoffs
20 mit dem (wie weiter unten näher beschrieben) zugeführten
Wasserstoff



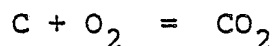
25 gebildete Methan wird zusammen mit anderen Gasen in einem
ersten Wärmetauscher 5 abgekühlt und dann auf der
Primärseite eines Regenerativwärmetauschers 6 in eine
Waschvorrichtung 7 geleitet, in der das Gas von Fest-
stoffpartikeln, Teer usw. befreit wird, die schließlich
30 über einen Abscheider 8 entfernt werden. Das Gas fließt
dann über die Sekundärseite des Regenerativwärmetau-
schers 6 und unter Zusatz des anderweitig in der Anlage
abgeschiedenen Kohlenmonoxyds in einen Konverter 9,
in dem dieses größtenteils entsprechend der Reaktion

35

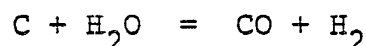


- 5 -

umgewandelt wird. Nach erneuter Abkühlung in einem weiteren Wärmetauscher 10 und Entfernung von Kohlendioxyd und Schwefelwasserstoff in einer Reinigungsstufe 11 wird das Gas schließlich in einer weiteren Stufe, z. B. einer Tieftemperaturzerlegung 12 in seine Bestandteile Methan (das die Anlage als sog. SNG verläßt, um einem Verbraucher zugeführt zu werden), Stickstoff (der in die Atmosphäre entweicht), Kohlenmonoxyd (das zum Konverter 9 zurückgeführt wird) und schließlich Wasserstoff zerlegt, der wiederum in den hydrierenden Vergaser 3 zurückgeleitet wird und dort den Wasserstoffpartialdruck im Anströmgas soweit erhöht, daß bereits eine weitgehende Vergasung der Kohle (ca. 50 - 60 %) eintritt. Das restliche Anströmgas stammt aus dem Wasserdampfvergaser 4, in den der Restkoks aus dem hydrierenden Vergaser unmittelbar und ohne abzukühlen geleitet wird. Der Wasserdampf kann konventionell erzeugt sein oder aber auch (in Fig. 1 nur strichpunktiert angedeutet) aus einem Kernreaktor 13 stammen. In den verschiedenen (hier drei) hintereinandergeschalteten Stufen des Wasserdampfvergasers läuft zunächst (in Strömungsrichtung des Dampfes und des zugefügten Sauerstoffs gesehen) die stark exotherme Reaktion



ab, bei der ein Teil des Kohlenstoffs verbrannt wird und die die nötige Wärme für die endotherme Reaktion



liefert, in der der restliche Kohlenstoff umgesetzt wird, so daß über einen Austrag 15 nur noch Asche zu entfernen ist.



- 6 -

In der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform liefert der Kernreaktor 13 nicht nur den Dampf für die Wasserdampfvergasung, sondern auch ein heißes Fluid (z. B. das als Kühlmittel verwendete Helium), das in Rohrschlangen 16 zirkuliert und so die einzelnen Wirbelschichtbetten des Wasserdampfvergasers 4 beheizt. Auf eine Zufuhr von Sauerstoff kann dann verzichtet werden. Die Rohrschlangen 16 können alternativ hierzu (strichpunktisiert dargestellt) auch mit heißem Produktgas aus dem hydrierenden Vergaser 3 beheizt werden. Allerdings muß dann entweder erneut, wenn auch in geringerem Ausmaß Sauerstoff zugeführt werden, um wie oben durch Verbrennung eines Teils des Kohlenstoffs die erforderliche Wärme zu erzeugen, oder die Vergasung läuft bei niedrigeren Temperaturen ab und erzeugt weniger Wasserstoff. Ein Teil des erzeugten Methans muß dann in einem Spaltofen 17 unter Wärme- und Dampfzufuhr entsprechend der Reaktion

20



gespalten werden und das so erzeugte Gasgemisch dem hydrierenden Vergaser zugeführt werden.

- 7 -

Patentansprüche

10

1. Anlage zur Vergasung von Kohle zu Methan mit einem hydrierenden Vergaser; einem Wasserdampfvergaser, in dem der Restkoks aus dem hydrierenden Vergaser vergast wird; einer Konvertierung zur Umwandlung des im Wasserdampfvergaser erzeugten Kohlenmonoxyds unter Zusatz von Wasserdampf und Kohlendioxyd; und einer Gaszerlegung zum Abscheiden von Methan, Wasserstoff und Kohlenmonoxyd, mit folgendem M e r k m a l ;

15

- 20 a) dem hydrierenden Vergaser (3) wird Wasserstoff sowohl aus dem Wasserdampfvergaser (4) als auch der Gaszerlegung (12) zugeführt.



2. Anlage nach Anspruch 1, mit folgenden

M e r k m a l e n :

- 5 a) Hydrierender Vergaser (3) und Wasserdampfvergaser (4) sind übereinander angeordnet; der Restkoks aus ersterem fließt unmittelbar in letzteren.
- b) Der Wasserdampfvergaser (4) weist mehrere hintereinander geschaltete Wirbelbettstufen auf.

10

3. Anlage nach Anspruch 1 oder 2 , mit folgendem

M e r k m a l :

- 15 a) Der Wasserdampfvergaser (4) wird in an sich bekannter Weise durch Verbrennung eines Teils des Restkoks mit gesondert zugeführtem Sauerstoff beheizt.

4. Anlage nach Anspruch 1 oder 2, mit folgendem

20 M e r k m a l :

- a) Der Wasserdampfvergaser (4) wird indirekt mittels eines heißen Fluids beheizt.

25 5. Anlage nach Anspruch 4, mit folgendem

M e r k m a l :

- a) Das heiße Fluid ist das Kühlfluid eines Kernreaktors (13).

30

6. Anlage nach Anspruch 4, mit folgendem

M e r k m a l :

- 35 a) Das heiße Gas ist das Produktgas des hydrierenden Vergasers (3).

7. Anlage nach Anspruch 6, mit folgendem

M e r k m a l :

- 5 a) Die zum Ausgleich der Wärmebilanz bei ausgeglichener Materialbilanz der Anlage erforderliche Wärme wird durch Verbrennung eines Teils des Restkokes mit gesondert zugeführtem Sauerstoff erzeugt.

10 8. Anlage nach Anspruch 6, mit folgendem

M e r k m a l :

- 15 a) Der zum Ausgleich der Materialbilanz bei ausgeglichener Wärmebilanz der Anlage erforderliche Wasserstoff wird in einem Spaltofen (17) aus einem Teil des Methans erzeugt.

9. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, mit folgendem M e r k m a l :

20

- a) Der dem Wasserdampfvergaser (4) zugeführte Wasserdampf wird mit einem Kernreaktor (13) erzeugt.

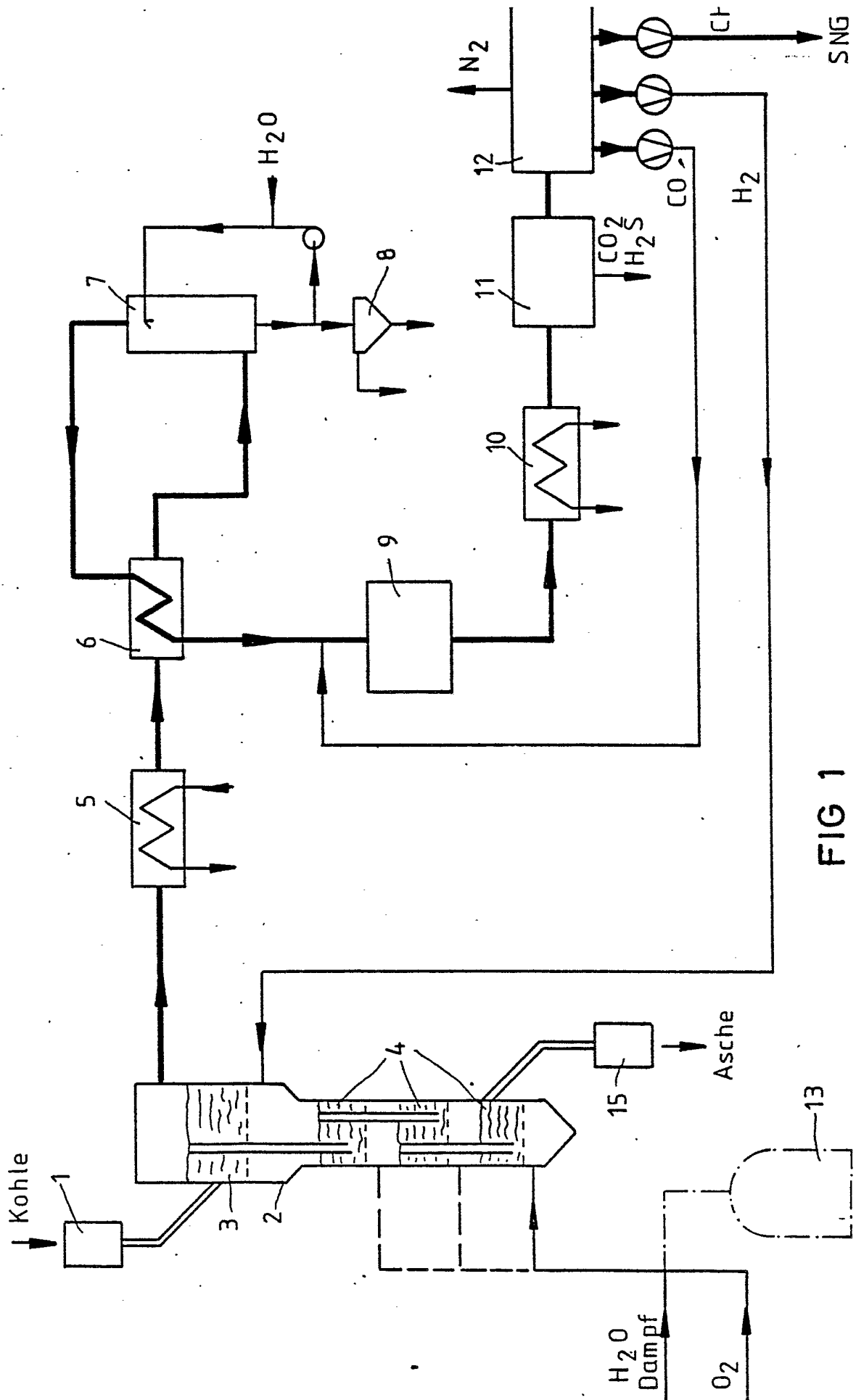


FIG 1

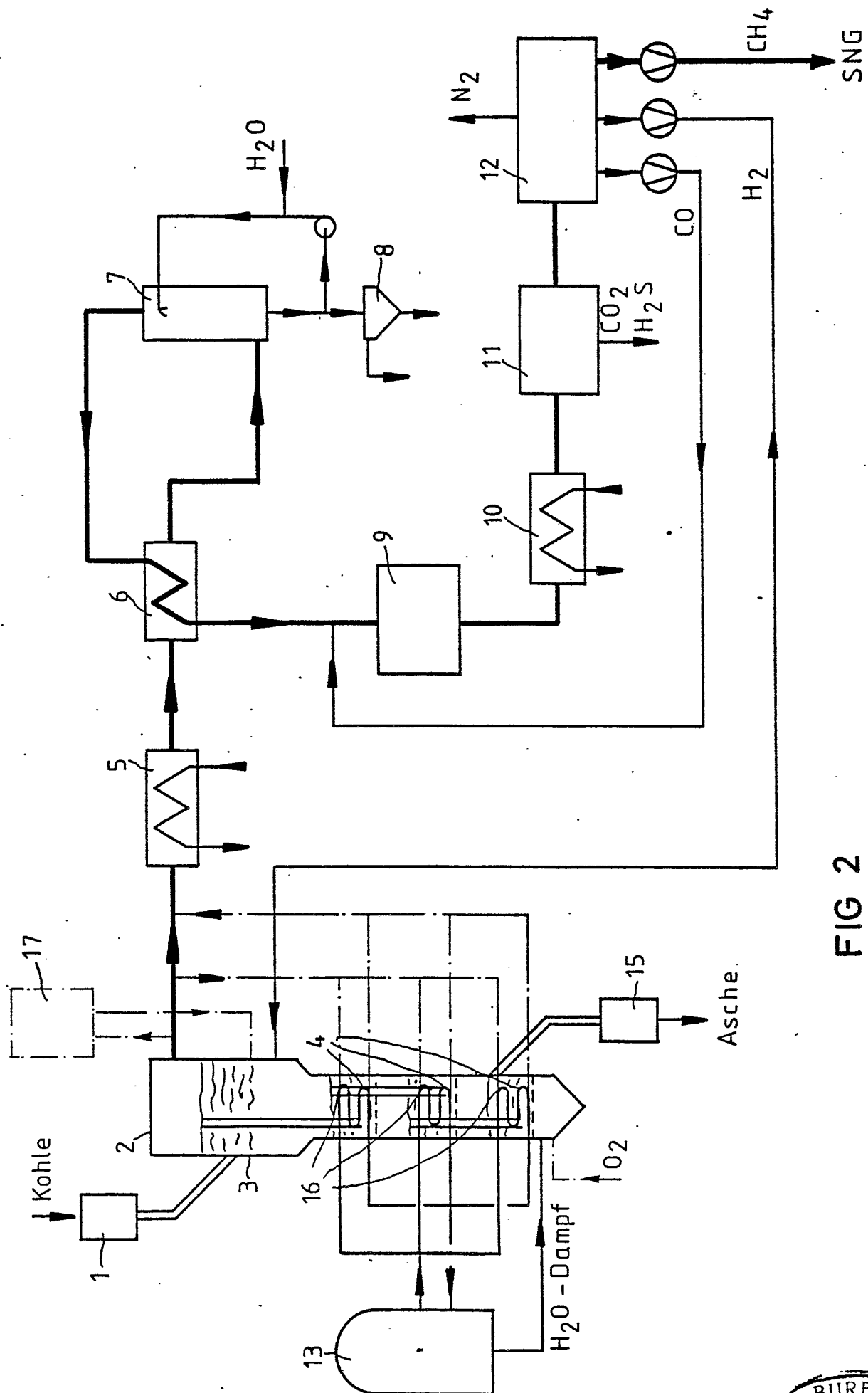


FIG 2

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 79/00091

I. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) ³		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder sowohl nach der nationalen Klassifikation als auch nach der IPC C 07 C 9/04; C 07 C 1/00; C 10 J 3/20; C 10 J 3/56		
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff ⁴		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int.Cl.	C 07 C 9/04; C 07 C 1/00; C 10 J 3/20; C 10 J 3/56; C 10 J 3/54; C 10 J 3/00	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen ⁵		
III. ALS BEDEUTSAM ANZUSEHENDE VERÖFFENTLICHUNGEN ¹⁴		
Art +	Kennzeichnung der Veröffentlichung, ¹⁶ mit Angabe, soweit erforderlich, der in Betracht kommenden Teile ¹⁷	Betr. Anspruch Nr. 18
	DE, A, 2553506, veröffentlicht am 2. Juni 1977, siehe Patentansprüche, Seiten 6 bis 8, GHT Gesellschaft für Hochtemperaturreaktor-Technik	1,4,5,9
A	DE, A, 2403933, veröffentlicht am 8. August 1974, siehe Patentansprüche, Gilbert Associates	1
A	DE, A, 2704465, veröffentlicht am 10. August 1978, siehe Patentansprüche, GHT Gesellschaft für Hochtemperaturreaktor-Technik	1,7
A	DE, A, 2609320, veröffentlicht am 8. September 1977, siehe Patentansprüche, Kraftwerk Union	

+ Besondere Arten von angegebenen Veröffentlichungen: ¹⁵		
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert "E" frühere Veröffentlichung, die erst am oder nach dem Anmeldedatum erschienen ist "L" Veröffentlichung, die aus anderen als den bei den übrigen Arten genannten Gründen angegeben ist "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem Anmeldedatum, aber am oder nach dem beanspruchten Prioritätsdatum erschienen ist "T" Spätere Veröffentlichung die am oder nach dem Anmeldedatum erschienen ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben wurde "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung		
IV. BESCHEINIGUNG		
Datum des tatsächlichen Abschlusses der Internationalen Recherche ² 29. November 1979		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts ² 7. Dezember 1979
Internationale Recherchenbehörde ¹ EUROPÄISCHES PATENTAMT		Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten ²⁰ G.L.M. Kruidenberg

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No **PCT/DE79/00091**

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (If several classification symbols apply, indicate all) ³

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

C 07 C 9/04; C 07 C 1/00; C 10 J 3/20; C 10 J 3/56

II. FIELDS SEARCHED

Minimum Documentation Searched ⁴

Classification System	Classification Symbols
Int.Cl.	C 07 C 9/04; C 07 C 1/00; C 10 J 3/20; C 10 J 3/56; C 10 J 3/54; C 10 J 3/00;

Documentation Searched other than Minimum Documentation
to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁵

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ¹⁴

Category [*]	Citation of Document, ¹⁶ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹⁷	Relevant to Claim No. ¹⁸
	DE, A,2553506, published on 2 June 1977, see Claims, pages 6 to 8, GHT Gesellschaft für Hochtemperaturreaktor-Technik -----	1,4,5,9
A	DE, A,2403933, published on 8 August 1974, see Claims, Gilbert Associates -----	1
A	DE, A,2704465, published on 10 August 1978, see Claims, GHT Gesellschaft für Hoch- temperaturreaktor-Technik -----	1,7
A	DE, A,2609320, published on 8 September 1977 see Claims, Kraftwerk Union -----	

^{*} Special categories of cited documents: ¹⁵

"A" document defining the general state of the art

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

"L" document cited for special reason other than those referred
to in the other categories

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

"P" document published prior to the international filing date but
on or after the priority date claimed

"T" later document published on or 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

IV. CERTIFICATION

Date of the Actual Completion of the International Search ³
29 November 1979 (29.11.79)

Date of Mailing of this International Search Report ³
7 December 1979 (07.12.79)

International Searching Authority ¹
EUROPEAN PATENT OFFICE

Signature of Authorized Officer ²⁰