



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(19)

(11) Veröffentlichungsnummer:

0 066 258
A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 82104628.1

(51) Int. Cl.³: **C 07 C 9/04**
C 07 C 1/02, F 22 G 1/00

(22) Anmeldetag: 27.05.82

(30) Priorität: 03.06.81 DE 3121991

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.12.82 Patentblatt 82/49

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

(71) Anmelder: Kernforschungsanlage Jülich Gesellschaft
mit beschränkter Haftung
Postfach 1913
D-5170 Jülich(DE)

(71) Anmelder: Rheinische Braunkohlenwerke AG.
Stüttgenweg 2
D-5000 Köln 41(DE)

(72) Erfinder: Höhle, Bernd, Dr.
Am Vogeldriesch 1b
D-5172 Linnich-Tetz(DE)

(72) Erfinder: Vorwerk, Manfred
Aachener Strasse 112
D-4150 Erkelenz(DE)

(72) Erfinder: Boltendahl, Udo, Dr.
Klappholz-Westscheide
D-2381 Havetoft(DE)

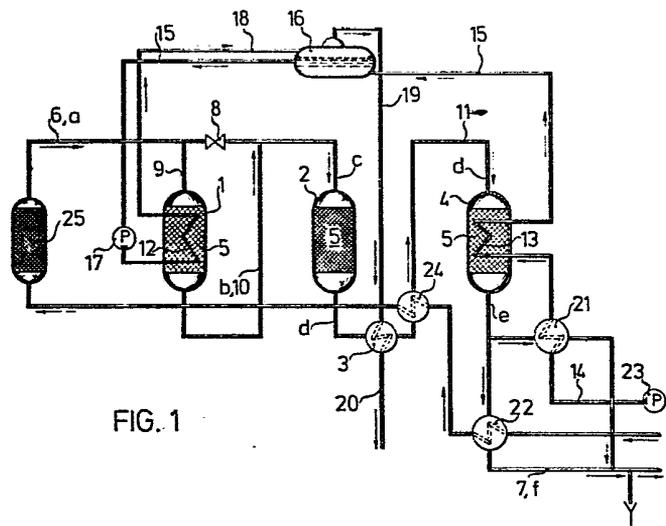
(54) Verfahren zur Erzeugung von überhitztem Dampf im Wärmeaustausch mit einem katalytisch zu methanisierenden, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid und Wasserstoff enthaltenden Synthesegas sowie Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

(57) Bei einem Verfahren zur Erzeugung von überhitztem Dampf im Wärmeaustausch mit einem katalytisch zu methanisierenden Kohlenmonoxid, Kohlendioxid und Wasserstoff enthaltenden Synthesegas, strömt ein Teilstrom des Synthesegases zunächst zumindest einem ersten innengekühlten Reaktor zu, in dem Sattdampf gebildet wird. Anschließend wird dieser Teilstrom vereint mit dem übrigen Synthesegas, zumindest einem adiabaten Reaktor mit nachgeschaltetem Wärmetauscher, in dem der Sattdampf überhitzt wird, und einem zweiten innengekühlten Reaktor zugeführt, dem als Kühlmittel Frischwasser zuströmt. Um die Methanisierung des Synthesegases wirtschaftlicher zu gestalten, wird das Frischwasser im zweiten innengekühlten Reaktor vorgewärmt und im ersten innengekühlten Reaktor in Sattdampf überführt.

Eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist in Figur 1 dargestellt.

EP 0 066 258 A1

./...



Kernforschungsanlage Jülich
Gesellschaft mit beschränkter Haftung

Verfahren zur Erzeugung von überhitztem Dampf im Wärmeaustausch mit einem katalytisch zu methanisierenden, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid und Wasserstoff enthaltenden Synthesegas sowie Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Erzeugung von überhitztem Dampf im Wärmeaustausch mit einem katalytisch zu methanisierenden, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid und Wasserstoff enthaltenden Synthesegas, von dem ein Teilstrom zunächst zumindest einen ersten innengekühlten Reaktor durchströmt, in dem Sattedampf gebildet wird, und anschließend vereint mit dem übrigen Synthesegas hintereinander zumindest einem adiabaten Reaktor mit nachgeschaltetem Wärmetauscher, in dem der Sattedampf überhitzt wird, und einem zweiten innengekühlten Reaktor zugeführt wird, dem als Kühlmittel Frischwasser zuströmt. Gegenstand der Erfindung ist auch eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Die Umwandlung eines Kohlenmonoxid, Kohlendioxid und Wasserstoff enthaltenden Synthesegases ist, da sie exotherm verläuft, zur Gewinnung von Energie nutzbar. Synthesegase dieser Art lassen sich unter Wärmezufuhr

(insbesondere unter Ausnutzung von Kernenergie) durch Spaltung eines Kohlenwasserstoffe enthaltenden Gases erzeugen, wobei zumindest ein Teil des Spaltgases als Energieträger einem Verbraucher zugeführt wird, vergleiche hierzu DE-AS 16 01 001. Beim Verbraucher erfolgt die Umwandlung des Synthesegases, wobei Nutzwärme ausgekoppelt wird. Zur Spaltung eignen sich vor allem Methan und höherwertige Kohlenwasserstoffe, wie Äthan, Propan, Butan.

10

Es ist bekannt, die Umwandlung der Synthesegase in Katalysator enthaltenden adiabaten und/oder innengekühlten Reaktoren durchzuführen. Bei adiabaten Reaktoren erfolgt die Wärmeauskopplung in nachgeschalteten Wärmetauschern, bei innengekühlten Reaktoren wird die Wärme unmittelbar dem katalytischen Prozeß entzogen. Zur Dampferzeugung weisen die innengekühlten Reaktoren wasserdurchströmte Kühlsysteme auf, die innerhalb des Katalysatorbettes angeordnet sind.

15

Bei Einsatz adiabater Reaktoren ist eine für den Katalysator maximal zulässige Betriebstemperatur zu beachten, die nicht überschritten werden darf, soll das Katalysatormaterial stabil bleiben. Bekannt ist es, die Betriebstemperatur durch Rückführen eines Teils des dem adiabatischen Reaktor entströmenden Gases und Mischen des Gases mit dem Synthesegas oder durch Wasserdampfung zum Synthesegas zu steuern. Während bei der Rückführung von Gas zusätzliche Kreislaufkomponenten, insbesondere Kompressoren erforderlich sind, wird bei Wasserdampfung die Wirtschaftlichkeit reduziert.

25

30

- 3 -

- Bei einer Prozeßführung mit innengekühlten Reaktoren ist vor allem dem Wärmedurchgang zwischen Katalysatorbett und Kühlmittel Rechnung zu tragen. Vorteil des innengekühlten Reaktors ist die Möglichkeit, eine weitgehende Methanisierung durch entsprechende Abkühlung des Gases im Reaktor zu erreichen, ohne den Katalysator bei unzulässig hohen Temperaturen zu belasten.
- 5
- 10 Bekannt ist, Synthesegas in Anlagen zu methanisieren, die innengekühlte Reaktoren neben adiabaten Reaktoren enthalten, vergleiche hierzu B.Höhlein, "Methanisierungsverfahren unter besonderer Berücksichtigung der Arbeiten zum NFE-Projekt", Berichte der Kernforschungs-
- 15 anlage Jülich, JÜL-1589, Mai 1979. Solche Anlagen erlauben eine Führung des Prozesses ohne Rückleiten von Gas mittels störanfälligen Kompressoren. Aus DE-OS 29 49 588 ist es zur Erzeugung überhitzten Sattedampfes bekannt, Synthesegas durch einen adiabaten Reaktor, dem ein Wärmetauscher nachgeschaltet ist, und einen
- 20 innengekühlten Reaktor hindurchzuleiten. Dabei wird der Sattedampf im innengekühlten Reaktor erzeugt und im Wärmetauscher überhitzt.
- 25 Aufgabe der Erfindung ist es, die Methanisierung von Synthesegas wirtschaftlicher zu gestalten und unter weitgehender Ausnutzung der bei der katalytischen Umwandlung auskoppelbaren Wärmemengen eine Optimierung der Dampferzeugung im Prozeß zu erreichen.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs
erwähnten Art gemäß der Erfindung durch die im
Patentanspruch 1 angegebenen Maßnahmen gelöst. Das
in Satttdampf zu überführende Frischwasser^{)*} durchströmt
5 die Kühlsysteme der beiden innengekühlten Reaktoren
nacheinander, wobei der nur von einem Teil des Synthesegases
durchströmte erste innengekühlte Reaktor im
wesentlichen die Verdampfungswärme zur Satttdampfbildung
liefert.

10

Ein Massenausgleich zwischen den Kühlsystemen der innen-
gekühlten Reaktoren wird in weiterer Ausgestaltung
der Erfindung durch die im Patentanspruch 2 angegebenen
Maßnahmen unterstützt. Danach wird das Frischwasser
15 im zweiten innengekühlten Reaktor bis auf Satttdampf-
temperatur erhitzt und einer Dampftrommel zugeführt,
aus der der erste Reaktor mit Heißwasser zur Satt-
dampferzeugung gespeist wird. Der gebildete Satt-
dampf wird erneut zur Dampftrommel geleitet und strömt
20 dann aus dem Dampfraum der Dampftrommel zum Wärme-
tauscher, in dem er überhitzt wird. Die Dampftrommel
dient einer gleichmäßigen Prozeßführung.

Die im Produktgas, das dem letzten innengekühlten Reaktor
25 entströmt, noch enthaltene Wärme wird durch die in
Patentanspruch 3 und 4 gekennzeichneten Maßnahmen
in Wärmetauschern, die dem innengekühlten Reaktor nach-
geschaltet sind, zur Vorerhitzung von Frischwasser
und Synthesegas genutzt. Eine weitere Maßnahme zur
30 Aufheizung des Synthesegases ist Patentanspruch 5
entnehmbar.

^{)*} Der Begriff Frischwasser umfaßt im wesentlichen
in üblicher Weise aufbereitetes Kesselspeisewasser.

Eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäß der Erfindung ist im Patentanspruch 6 angegeben. Die Vorrichtung weist in Strömungsrichtung des Gases gesehen, hintereinander geschaltet zumindest

5 einen ersten innengekühlten Reaktor, einen adiabaten Reaktor mit nachgeschaltetem Wärmetauscher und einen zweiten innengekühlten Reaktor auf. Der erste innengekühlte Reaktor wird nur von einem Teil des Synthesegases durchströmt, das danach vereint mit dem übrigen

10 Synthesegas dem adiabaten Reaktor zugeführt wird. Die Kühlsysteme der beiden innengekühlten Reaktoren sind in der Weise hintereinander geschaltet, daß im zweiten innengekühlten Reaktor das Frischwasser erwärmt und im ersten innengekühlten Reaktor Sattedampf erzeugt wird. In weiterer Ausgestaltung der Erfindung nach Patentanspruch 7 ist zwischen den beiden Kühlsystemen der innengekühlten Reaktoren eine Dampftrommel vorgesehen, in der im zweiten innengekühlten

15 Reaktor auf ^{annähernd} Sattedampftemperatur erhitztes Frischwasser eingeleitet wird. An der Dampftrommel sind auch Eingang und Ausgang des Kühlsystems des ersten innengekühlten Reaktors angeschlossen, in dem Heißwasser, das der Dampftrommel entnommen wird, in Sattedampf überführt wird. Aus dem Dampfraum der Dampftrommel strömt der

20 Sattedampf zum Wärmetauscher, der dem adiabaten Reaktor nachgeschaltet ist, und wird dort überhitzt.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird die Wärmemenge des dem letzten innengekühlten Reaktor entströmenden Produktgases in weiteren vom Produktgas durchströmten Wärmetauschern zur Vorerhitzung von

30

Frischwasser und Synthesegas genutzt, Patentansprüche 7 und 8. In einem weiteren Wärmetauscher, der dem der Sattedampfüberhitzung dienenden Wärmetauscher nachgeschaltet ist, wird das Synthesegas vor Einströmen in den ersten innengekühlten Reaktor weiter vorerhitzt.

Die Erfindung wird anhand eines Ausführungsbeispielles, das in der Zeichnung schematisch dargestellt ist, näher erläutert. Es zeigen im einzelnen:

Figur 1: Anlage mit zwei innengekühlten und einem adiabaten Reaktor

Figur 2: tabellarische Übersicht über die Zusammensetzung des Gases an verschiedenen Stellen der Anlage.

Wie aus der Zeichnung ersichtlich ist, weist die Anlage einen ersten innengekühlten Reaktor 1, einen adiabaten Reaktor 2, dem ein Wärmetauscher 3 nachgeschaltet ist, und einen zweiten innengekühlten Reaktor 4 auf. Alle Reaktoren sind mit Katalysator gefüllt, über den Gas zur Umwandlung leitbar ist. Als Synthesegas wird ein zumindest 50 Vol.% Wasserstoff und 10 Vol.% Kohlenmonoxid und Kohlendioxid enthaltendes Gas, als Katalysator ein nickelhaltiges Katalysatorbett 5 genutzt. Im Ausführungsbeispiel strömt den Reaktoren über eine Synthesegasleitung 6 ein etwa 17 Vol.% CH_4 , 11 Vol.% CO , 8 Vol.% CO_2 , 64% Vol.% H_2 , Restvolumenprozent Stickstoff und gegebenenfalls geringe Mengen höherwertige Kohlenwasserstoffe enthaltendes Synthesegas zu (Fig.2), Ta-

- 7 -

bellenswert a), das in Gegenwart des Katalysators in den
Reaktoren zu einem methanreichen Produktgas mit etwa
97 Vol.% CH₄ und Restvolumenprozent Kohlendioxid, Wasser-
stoff und Stickstoff (Fig. 2, Tabellenwert f) umgewandelt
5 und über eine Produktgasleitung 7 aus der Anlage abgeführt
wird.

Der erste der innengekühlten Reaktoren, der Reaktor 1,
ist an der einen Durchflußregler 8 aufweisenden Synthese-
10 gasleitung 6 mittels einer Zweigleitung 9 angeschlossen,
und wird nur von einem Teil des Synthesegases durchströmt,
der vom Ausgang des Reaktors 1 über eine Zusammenführungs-
leitung 10 vor Eintritt in den adiabaten Reaktor 2 mit
dem übrigen Teil des Synthesegases wieder vereint wird.
15 Vom adiabaten Reaktor 2 wird das Gas mittels einer Verbin-
dungsleitung 11 über den Wärmetauscher 3 zum zweiten innen-
gekühlten Reaktor 4 geführt.

In beiden innengekühlten Reaktoren 1 und 4 sind jeweils
20 innerhalb der Katalysatorbetten Kühlsysteme 12, 13
angeordnet. Am Kühlsystem 13 des zweiten innengekühl-
ten Reaktors 4 ist ein Frischwasserzulauf 14 ange-
schlossen. Vom Ausgang des Kühlsystems 13 führt eine
Heißwasserleitung 15 zum Eingang des Kühlsystems 12 des
25 ersten innengekühlten Reaktors 1. Mit der Heißwasser-
leitung 15 ist eine Dampftrommel 16 verbunden, aus
der das Heißwasser mittels einer Pumpe 17 zum Kühl-
system 12 des ersten innengekühlten Reaktors 1 geför-
dert wird. An der Dampftrommel 16 münden eine am
30 Ausgang des Kühlsystems 12 des ersten innengekühlten
Reaktors 1 angeschlossene Satttdampfleitung 18 und
eine Satttdampfungführung 19, in der der Satttdampf zur

Überhitzung zum Wärmetauscher 3 geführt wird. Vom Ausgang des Wärmetauschers 3 strömt der überhitzte Wasserdampf dann über eine Dampfleitung 20 beispielsweise Dampfturbinen mit Generatoren zur Erzeugung elektrischer Energie zu. Die zuletzt genannten Aggregate sind in der Zeichnung nicht wiedergegeben.

Das dem Kühlsystem 13 des zweiten innengekühlten Reaktors 4 zugeführte Frischwasser wird im Reaktor 4 auf Sattedampftemperatur erwärmt. Im Kühlsystem 12 des ersten innengekühlten Reaktors erfolgt dann die Überführung des mittels der Pumpe 17 der Dampftrommel 16 entnommenen Heißwassers in Sattedampf. Die den ersten innengekühlten Reaktor 1 durchströmende Teilgasmenge des Synthesegases ist dabei so eingestellt, daß das Gas nach Zusammenführen der beiden Teilgas-mengen am Eingang des adiabaten Reaktors 2 eine Temperatur im Temperaturbereich zwischen 250 und 350°C aufweist, und daß am Ausgang des adiabaten Reaktors eine Temperatur zwischen 600° und 700°C erreicht wird. Im Ausführungsbeispiel beträgt die Eintrittstemperatur in den ersten innengekühlten Reaktor 330°C bei einem Druck von 40 bar, die Eingangstemperatur am adiabaten Reaktor 325°C bei 39 bar und die Ausgangstemperatur 675°C bei 38,5 bar. Mit der zuletzt genannten Temperatur tritt das Gas in den Wärmetauscher 3 ein und überhitzt den von der Dampftrommel 16 abströmenden Sattedampf. Der zweite innengekühlte Reaktor 4 ist auf eine Eintrittstemperatur zwischen 250 und 350°C eingestellt, im Ausführungsbeispiel auf eine Temperatur von 300°C bei einem mittleren Druck von 37,5 bar. Das Gas wird in diesem letzten innen-

gekühlten Reaktor in ein methanreiches Produktgas umgewandelt.

Die Zusammensetzung des Gases beim Durchlauf der Anlage ist aus Figur 2 ersichtlich. Unter a) ist in der Tabelle - wie oben bereits erläutert - der Eingangszustand des Synthesegases angegeben. Dem Tabellenwert b) ist die Zusammensetzung der dem ersten innengekühlten Reaktor 1 zugeführten Teilmenge des Gases nach Durchströmen des Reaktors 1 an dessen Ausgang entnehmbar. Die Teilmenge weist an dieser Stelle etwa die folgende Zusammensetzung auf:

41 Vol. % H_2O , 56 Vol. % CH_4 , 0,6 Vol. % CO_2 , 2 Vol. % H_2 , Rest Stickstoff. Nach Zusammenführen mit dem übrigen Teil des Synthesegases stellt sich am Eingang des adiabaten Reaktors 2 etwa eine Zusammensetzung von 25 Vol. % H_2O , 42 Vol. % CH_4 , 3 Vol. % CO , 4 Vol. % CO_2 , 26 Vol. % H_2 , Rest Stickstoff ein (Tabellenwert c) und am Ausgang des adiabaten Reaktors 2 wird nach teilweiser Methanisierung etwa eine Zusammensetzung von 35 Vol. % H_2O , 52 Vol. % CH_4 , 0,2 Vol. % CO , 3 Vol. % CO_2 , 11 Vol. % H_2 , Rest Stickstoff erreicht (Tabellenwert d). Nach Durchströmen des zweiten innengekühlten Reaktors 4 sind im Produktgas etwa 41 Vol. % H_2O , 57 Vol. % CH_4 , 0,4 Vol. % CO_2 und 1 Vol. % H_2 , Rest Stickstoff enthalten (Tabellenwert e) und nachweiterer Abkühlung des Produktgases auf $40^{\circ}C$ wird bei einem Druck von 36,5 bar schließlich ein Produktgas der in der Tabelle unter f) angegebenen Zusammensetzung erreicht.

30

Um die Restwärme des dem zweiten innengekühlten Reaktor mit $300^{\circ}C$ abströmenden Produktgases auszunutzen, sind

- 10 -

in der Synthesegasanlage am Ausgang des zweiten innen-
gekühlten Reaktors 4 noch zwei vom Produktgas durch-
strömbare Wärmetauscher 21, 22 angeschlossen. Einer
dieser Wärmetauscher, der Wärmetauscher 21, dient
5 der Vorwärmung von Frischwasser. Im Ausführungsbei-
spiel wird das mittels einer Wasserpumpe 23 bei
50°C und 3 bar geförderte und auf einen Druck von
110 bar gebrachte Frischwasser auf 160°C vorgewärmt.
Im Kühlsystem 12 des zweiten innengekühlten Reaktors
10 erreicht das Frischwasser dann bei gleichem Druck
die Sattedampftemperatur von 318°C.

Im Wärmetauscher 22 wird dem ersten innengekühlten
Reaktor 1 zuströmendes Synthesegas vorerhitzt. Das
15 Synthesegas strömt der Anlage mit 10°C bei einem
Druck von 41 bar zu, und wird im Wärmetauscher 22
bis auf 230°C erwärmt. In einem weiteren Wärmetauscher
24, der in Strömungsrichtung des Gases gesehen dem
der Überhitzung des Sattedampfes dienenden Wärmetauscher
20 3 nachgeschaltet ist, erfolgt eine weitere Aufheizung
des Synthesegases bis auf 340°C. Das Synthesegas
durchströmt bei dieser Temperatur zur Entschwefelung
noch einen Gasreiniger 25, der mit Zinkoxid (ZnO)
gefüllt ist, bevor schließlich ein Teilstrom des
25 Synthesegases dem ersten innengekühlten Reaktor 1
und die gesamte Gasmenge dem adiabaten Reaktor 2
zugeführt wird.

Die Anlage weist innerhalb des Gasstroms keine Förder-
30 aggregate auf. Die Prozeßführung mit zwei innen-
gekühlten Reaktoren und einem adiabaten Reaktor ist
so gestaltet, daß die zulässige Katalysatortemperatur

- 11 -

im adiabaten Reaktor nicht überschritten wird. Es ist dafür Sorge getragen, daß das gesamte mit einer Temperatur zwischen 40 °C und 50 °C die Anlage erreichende Frischwasser durch die bei der Umwandlung des Synthesegases in den Reaktoren freiwerdende und im Produktgas enthaltene Wärmemenge zunächst auf Sattedampftemperatur erhitzt, dann in Sattedampf und abschließend in überhitzten Dampf umgeformt wird. Dieses Ziel kann mit dem beschriebenen Verfahren erreicht werden

- ohne Wasserdampfzugabe ins Synthesegas
- ohne Produktgasrückführung mittels Kompressoren und
- ohne Nutzung einer externen Wärmezufuhr zur Vorwärmung von Frischwasser und Synthesegas.

Kernforschungsanlage Jülich
Gesellschaft mit beschränkter Haftung

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung von überhitztem Dampf im Wärmeaustausch mit einem katalytisch zu methanisierenden, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid und Wasserstoff enthaltenden Synthesegas, von dem ein Teilstrom
5 zunächst zumindest einen ersten innengekühlten Reaktor durchströmt, in dem Satttdampf gebildet wird, und anschließend vereint mit dem übrigen Synthesegas hintereinander zumindest einem adiabaten Reaktor mit nachgeschaltetem Wärmetauscher, in
10 dem der Satttdampf überhitzt wird, und einem zweiten innengekühlten Reaktor zugeführt wird, dem als Kühlmittel Frischwasser zuströmt, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß das Frischwasser im zweiten innengekühlten Reaktor vorgewärmt und
15 im ersten innengekühlten Reaktor in Satttdampf überführt wird.
2. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Frischwasser im zweiten innen-
20 annähernd gekühlten Reaktor auf/Satttdampf-temperatur erhitzt wird und anschließend über eine Dampftrommel zum ersten innengekühlten Reaktor strömt, und daß der im ersten innengekühlten Reaktor erzeugte Satttdampf über die gleiche Dampftrommel zum Wärmetauscher
25 zur Dampfüberhitzung geführt wird.

3. Verfahren nach Patentanspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Frischwasser vor Eintritt in den zweiten innengekühlten Reaktor von aus diesem Reaktor abströmendem Produktgas vorgewärmt wird.
- 5
4. Verfahren nach Patentanspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Frischwasser von einem Teilstrom des aus dem zweiten innengekühlten Reaktor abströmenden Produktgases vorgewärmt wird und der übrige Teil des Produktgases der Vorerhitzung von Synthesegas vor dessen Eintritt in den ersten innengekühlten Reaktor dient.
- 10
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dem ersten innengekühlten Reaktor zugeführtes Synthesegas von aus dem adiabaten Reaktor abströmendem Gas vorgewärmt wird.
- 15
6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 mit Reaktoren, die zur Methanisierung eines Kohlenmonoxid, Kohlendioxid und Wasserstoff enthaltenden Synthesegases mit dem Gas kontaktierbaren Katalysator enthalten und hintereinander geschaltet sind, wobei in Strömungsrichtung des Gases gesehen, zumindest ein von einem Teil des Synthesegases durchströmbarer erster innengekühlter Reaktor mit einem wasserdurchströmten Kühl—system angeordnet ist, dessen Ausgang an eine Wasser/Sattdampfleitung angeschlossen ist, und zumindest ein vom Gas durchströmter, adiabater Reaktor, ein Wärmetauscher zur Überhitzung des Sattdampfes und ein
- 20
- 25
- 30

- zweiter innengekühlter Reaktor mit wasserdurchströmtem Kühlsystem nachgeschaltet sind, der einen Frischwasserzulauf aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß vom Ausgang des Kühlsystems (13) des zweiten innengekühlten Reaktors (4) eine vorerhitztes Frischwasser führende Heißwasserleitung (15) zum Eingang des Kühlsystems (12) des ersten innengekühlten Reaktors (1) geführt ist.
- 5
- 10 7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Heißwasserleitung (15) über eine Dampftrommel (16) geführt ist, in die die am Ausgang des Kühlers (12) des ersten innengekühlten Reaktors (1) angeschlossene Wasser/Dampfleitung (18) mündet.
- 15
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß dem zweiten innengekühlten Reaktor (4) ein vom Produktgas durchströmbarer Wärmetauscher (21) zur Vorwärmung von Frischwasser nachgeschaltet ist.
- 20
9. Vorrichtung nach Anspruch 6, 7, oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß dem zweiten innengekühlten Reaktor (4) parallel zum Frischwasser erhitzenden Wärmetauscher (21) ein von einem Teil des Produktgases durchströmbarer Wärmetauscher (22) zur Vorerhitzung des dem ersten innengekühlten Reaktor (1) zugeführten Synthesegases nachgeschaltet ist.
- 25
- 30 10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß dem Wärmetauscher (22) zur Vorerhitzung von Synthesegas in Strömungsrichtung des Synthesegases

- 15 -

gesehen, ein weiterer Wärmetauscher (24) zur Vorerhitzung des Synthesegases nachgeschaltet ist, der in eine vom adiabaten Reaktor (2) abströmendes Gas führende Verbindungsleitung (11) zwischen 5 Wärmetauscher (3) und zweitem innengekühlten Reaktor (4) eingesetzt ist.

	a	b	c	d	e	f
H ₂ O	0,0	0,409	0,250	0,349	0,414	0,0
CH ₄	0,171	0,563	0,424	0,517	0,567	0,968
CO	0,110	0,0	0,026	0,002	0,0	0,0
CO ₂	0,077	0,006	0,044	0,026	0,004	0,006
H ₂	0,640	0,022	0,255	0,106	0,015	0,025
N ₂	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

FIG. 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0066258

Nummer der Anmeldung

EP 82 10 4628

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. ³)
A	DE-A-2 705 141 (LINDE)		C 07 C 9/04 C 07 C 1/02 F 22 G 1/00
A, D	DE-A-2 949 588 (HALDOR TOPSOEE)		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. ³)
			C 07 C 9/00 C 07 C 1/00
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 02-09-1982	Prüfer VAN GEYT J. J. A.
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</p> <p>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</p> <p>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument</p> <p>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			