

(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ :

C10J 3/00, C07C 29/151, C10J 3/16

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/58421

(43) Internationales

Veröffentlichungsdatum:

5. Oktober 2000 (05.10.00)

(21) Internationales Aktenzeichen:

PCT/EP00/02517

(22) Internationales Anmeldedatum:

22. März 2000 (22.03.00)

(30) Prioritätsdaten:

199 13 786.2

26. März 1999 (26.03.99)

DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): PRES-
TEL, Michael [DE/DE]; Albrecht-Dürer-Strasse 8,
D-71065 Sindelfingen (DE). KREBS, Thomas [DE/DE];
Fohrenbühlstrasse 80, D-71067 Sindelfingen (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): GERSTWEILER, Herbert
[DE/DE]; Fohrenbühlstrasse 72, D-71067 Sindelfingen
(DE).

(74) Anwalt: HÖSSLE & KUDLEK; Moserstrasse 8, D-70182
Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: US, europäisches Patent (AT, BE, CH,
CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL,
PT, SE).

Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR PRODUCING ENERGY OR METHANOL

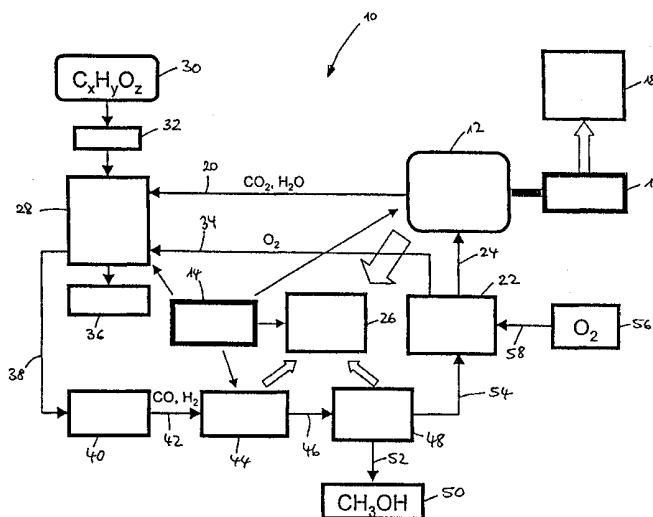
(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ERZEUGUNG VON ENERGIE BZW. METHANOL

(57) Abstract

The invention relates to a method for producing energy, comprising the following steps: 1) Burning of fuel in an internal combustion engine (12), thereby producing mechanical energy and a waste gas containing carbon dioxide and water vapour; 2) Reduction of the carbon dioxide and water vapour waste gas components in an environment (28) containing organic material into a synthesis gas which contains carbon monoxide and hydrogen; 3) Feeding the synthesis gas which was produced in step 2 to the internal combustion engine. In order to produce methanol, a methanol synthesis (44) is introduced between steps 2 and 3 of the inventive method.

(57) Zusammenfassung

Verfahren zur Erzeugung von Energie mit den folgenden Schritten: 1) Verbrennen von Brennstoff in einer Brennkraftmaschine (12) unter Erzeugung von mechanischer Energie und kohlendioxid- und wasserdampfhaltigem Abgas, 2) Reduktion der Abgaskomponenten Kohlendioxid und Wasser in einer organischen Material enthaltenden Umgebung (28) zu einem Synthesegas, das Kohlenmonoxid und Wasserstoff enthält, 3) Zuführen des in Schritt 2 erzeugten Synthesegases in die Brennkraftmaschine. Zur Erzeugung von Methanol wird zwischen Schritt 2 und 3 des erfindungsgemässen Verfahrens eine Methanolsynthese (44) eingefügt.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

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

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Verfahren und Vorrichtung zur Erzeugung von
Energie bzw. Methanol

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erzeugung von Energie sowie ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erzeugung von Methanol.

Es sind bereits zahlreiche Verfahren und Vorrichtungen zur Erzeugung von Energie und/oder Methanol aus organischen Rohstoffen bekannt.

Einige dieser Verfahren und Vorrichtungen beruhen auf dem Prinzip, daß ein organisches Material einer kontrollierten Oxidation unterzogen wird, wobei der Energieträger Wasserstoff entsteht. Der gewonnene Wasserstoff wird entsprechend dem jeweiligen Strombedarf einer Brennstoffzelle zugeführt und verstromt. Da eine Speicherung von nicht benötigtem gasförmigem Wasserstoff aufwendig ist und insbesondere bei einem Einsatz in Privathaushalten hohen Sicherheitsanforderungen genügen muß, wird Wasserstoff zur Speicherung seines Energiegehalts üblicherweise mit Kohlenmonoxid oder Kohlendioxid katalytisch zu dem flüssigen Energieträger Methanol umgesetzt, aus dem bedarfsgerecht durch eine Reformierreaktion Wasserstoff zurückgewonnen und verstromt werden kann.

In der DE 196 44 684 A1 ist ein Verfahren zur Speicherung von in Form von Wasserstoff vorliegender Energie offenbart, wobei insbesondere aus Abgasen anfallendes Kohlendioxid

nach Mischung mit dem Wasserstoff in einem Reaktor zu den Energieträgern Methan, Methanol oder Ethanol umgesetzt wird.

In der DE 44 30 750 C2 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erzeugung elektrischer Energie aus Biorohstoffen offenbart, wobei aus den Biorohstoffen durch Teiloxidation mit einem sauerstoffhaltigen Vergasungsmittel in einem Oxidationsreaktor ein wasserstoff- und kohlenmonoxidhaltiges Brennstoffrohgas erzeugt wird. Aus dem Brennstoffrohgas wird der Wasserstoffanteil durch Reaktion mit einem Speichermaterial, insbesondere mit einem sogenannten Hydridspeicher oder mit Metalloxiden, zwischengespeichert, so daß eine schnelle, bedarfsgerechte Entnahme des Wasserstoffs aus dem Speicher und die Weiterleitung zur Verstromung in ein Brennstoffzellenmodul möglich ist.

In der DE 197 34 259 A1 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erzeugung von Wasserstoff im Zuge der Vergasung von Biorohstoffen offenbart, wobei der Biorohstoff in Anwesenheit von zugeführtem Wasserdampf in einem Verdampfungsreaktor zu einem Wasserstoff enthaltenden Rohgas vergast wird. Der Wasserstoffanteil des Rohgases wird in besonders hoher Reinheit von dem Restgas abgetrennt und kann entweder in einer Brennstoffzelle verstromt, durch Synthese mit Kohlendioxid als Methanol gespeichert oder für andere Zwecke verwendet werden. In diesem Verfahren wird zur Erhöhung des Wirkungsgrades auch der Energiegehalt des wasserstoffarmen Restgases genutzt, indem es entweder in einem geschlossenen Kreislauf zur Erzeugung von Wärmeenergie für die Wasserdampferzeugung oder außerhalb des Kreislaufs verbrannt wird.

Demgegenüber liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erzeugung von Energie bzw. Methanol zu schaffen, bei dem bzw. der zur Erzielung eines besonders wirtschaftlichen Betriebs eine optimierte Ausnutzung des Energiegehalts des organischen Ausgangsmaterials erfolgt und gleichzeitig die Anteile freigesetzter bzw. gespeicherter Energie bedarfsgerecht regelbar sind.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird ein Verfahren nach Anspruch 1 bzw. eine Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 11 vorgeschlagen.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Erzeugung von Energie umfaßt die folgenden Schritte:

1. Verbrennen von Brennstoff in einer Brennkraftmaschine unter Erzeugung von mechanischer Energie und kohlendioxid- und wasserdampfhaltigem Abgas,
2. Reduktion der Abgaskomponenten Kohlendioxid und Wasser in einer organischen Material enthaltenden Umgebung zu einem Synthesegas, das Kohlenmonoxid und Wasserstoff enthält,
3. Zuführen des in Schritt 2 erzeugten Synthesegases in die Brennkraftmaschine.

Zur Erzeugung von Methanol wird gemäß Anspruch 7 zwischen Schritt 2 und 3 des erfindungsgemäßen Verfahrens eine Methanolsynthese eingefügt.

Die Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens sind für einen Kreislaufbetrieb ausgelegt, aus dem an verschiedenen Stellen Energie in Form von elektrischer Energie (Strom), Wärmeenergie und gespeicherter chemischer Energie (Metha-

nol) entnommen und/oder zugeführt werden kann, wobei die Entnahme und die Zufuhr bedarfsgerecht regelbar sind und somit eine optimierte Nutzung des Energiegehalts des organischen Ausgangsmaterials erzielbar ist.

Erfindungsgemäß wird somit ein Brennstoff, der vorzugsweise kohlenwasserstoffhaltig und flüssig bzw. gasförmig ist, bei Zufuhr von Luft bzw. Sauerstoff in einer Brennkraftmaschine unter Erzeugung von mechanischer Energie, Abgas und Wärmeenergie verbrannt. Das aus der Brennkraftmaschine freiwerdende Abgas, das Kohlendioxid und Wasserdampf enthält, wird einem thermo-chemischen Reaktor zugeführt, in dem organisches Material, wie beispielsweise Biomasse, Kohle, organische Abfälle und dergleichen, vorhanden ist. In dem thermo-chemischen Reaktor wird Kohlendioxid und Wasser aus dem Abgasstrom aus der Brennkraftmaschine zu Kohlenmonoxid und Wasserstoff reduziert, während das organische Material oxidiert wird. Die für die Reaktion erforderliche Temperatur wird durch mitgeführte Wärmeenergie des Abgasstroms erzeugt. Sofern die durch das einströmende Abgas erzielbare Temperatur nicht ausreicht, um die Reaktion einzuleiten bzw. aufrechtzuerhalten, kann ein Teil des heißen Abgasstroms aus der Brennkraftmaschine von dem Gesamtstrom abgetrennt und als äußere Wärmezufuhr zur Beheizung des thermo-chemischen Reaktors vorgesehen werden und/oder durch Zufuhr von Sauerstoff bzw. Luft das für den Ablauf der Reaktion erforderliche Temperaturniveau erhöht werden. Vorteilhafterweise beträgt die Temperatur des heißen Abgases zwischen etwa 900 °C und etwa 1.000 °C. Somit wird das heiße Abgas aus der Brennkraftmaschine als wertvoller Energieträger direkt genutzt, während die durch die Brennkraftmaschine erzeugte mechanische Energie für weitere Zwecke zur Verfügung steht.

In dem thermo-chemischen Reaktor wird unter den geeigneten Druck- und Temperaturverhältnissen ein kohlenmonoxid- und wasserstoffhaltiges Synthesegas erzeugt. Das Synthesegas kann weitere nicht störende Bestandteile, wie beispielsweise Kohlendioxid oder Methan, und nicht erwünschte bzw. störende feste, flüssige und/oder gasförmige Bestandteile, wie beispielsweise Schwebstoffe oder schwefelhaltige Gase, enthalten. Die störenden bzw. nicht erwünschten Bestandteile können sich nachteilig auf weitere Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens auswirken, z.B. können sie eine Katalysatorvergiftung bewirken. Daher ist ein nachgeschalteter Filtrationsschritt zur Entfernung der nicht erwünschten bzw. störenden Bestandteile vorgesehen.

Das Kohlenmonoxid und Wasserstoff enthaltende, durch den Filtrationsschritt gereinigte Synthesegas aus dem thermo-chemischen Reaktor wird in einer Gasmischeinheit mit Luft-sauerstoff oder Sauerstoff aus einem Sauerstofftank gemischt und der Brennkraftmaschine als Brennstoff zugeführt. Somit wird die Versorgung des thermo-chemischen Redoxprozesses mit heißem Abgas sichergestellt.

Sofern mehr Synthesegas hergestellt wird, als für den Betrieb der Brennkraftmaschine erforderlich ist, kann alternativ dazu aus dem Kohlenmonoxid und Wasserstoff enthaltenden, durch den Filtrationsprozeß gereinigten Synthesegas in einem Reaktor, der einen geeigneten Katalysator enthält, nach einem üblichen Verfahren aus Kohlenmonoxid und Wasserstoff bzw. Kohlendioxid und Wasserstoff in einer exothermen Reaktion der Energieträger Methanol synthetisiert werden. Neben Wärmeenergie entstehen als Reaktionsprodukte Methanol und gegebenenfalls Wasser sowie nicht umgesetztes Synthese-

gas. Die Reaktionsprodukte werden in einer nachgeordneten Kühleinheit abgekühlt. Das sich abscheidende Methanol kann in einen Tank geleitet und dort gespeichert werden. Nach Bedarf kann das gespeicherte Methanol als Brennstoff der Brennkraftmaschine zugeführt werden oder für weitere Zwecke, z.B. als Treibstoff für Kraftfahrzeuge zur Verfügung stehen.

Überschüssiges, nicht umgesetztes Syntheserestgas aus der Methanolsynthese wird wie oben beschrieben der Brennkraftmaschine zugeführt.

In Ausgestaltung der Erfindung wird die durch die Brennkraftmaschine erzeugte mechanische Energie mittels eines Generators in Strom umgewandelt. Der Strom kann entweder für die Versorgung eines Privathaushaltes zur Verfügung stehen, in einer Batterie gespeichert oder in das Stromnetz eingespeist werden.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird zur Stromerzeugung eine Brennstoffzelle in einer Brennstoffzelleneinheit über einen Gasmischer mit Sauerstoff und Wasserstoff versorgt, wobei der Sauerstoff aus einem Sauerstofftank zugeführt werden kann oder Luftsauerstoff sein kann und der Wasserstoff entweder aus dem durch den Filtrationsprozeß gereinigten Synthesegas stammt oder durch Reformierung aus dem gespeicherten Methanol gewonnen wird. Mit dieser Art der Stromerzeugung ist ein besonders hoher Wirkungsgrad für die Umwandlung von gespeicherter chemischer Energie in elektrische Energie erzielbar. Zudem besteht durch die Nutzung der chemischen Energie des gespeicherten Methanols die Möglichkeit zur Anpassung der Stromerzeugung an eine bestehende Last.

In besonders vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung kann in den einzelnen Verfahrensschritten entstehende Wärme, insbesondere die Abwärme der Brennkraftmaschine, des Generators, des Methanolreaktors und der Kühleinheit, einem Wärmespeicher zugeführt werden und beispielsweise für die Beheizung des thermo-chemischen Reaktors oder für die Beheizung von Räumen zur Verfügung stehen.

In weiterer besonders vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung sind die Stoff- und Energieströme über eine Steuerung, z.B. eine Mikroprozessor-Steuerung regelbar. Dies betrifft insbesondere die Regelung der Abgaszufuhr aus der Brennkraftmaschine in den thermo-chemischen Reaktor, die Regelung der Gasströme in der Gasmischeinheit, die Überwachung und Regelung der Parameter der Methanolsynthese, die Temperatur-Regelung bei verschiedenen Verfahrensschritten, die Regelung der Energieströme des Wärmespeichers und die Überwachung des Füllstands bzw. die Regelung der Zufuhr des organischen Materials in den thermo-chemischen Reaktor. Somit wird jederzeit eine optimale Versorgung der Elemente der einzelnen Verfahrensschritte mit Substraten und Energie erreicht. Gleichzeitig wird der Energiegehalt der Brennstoffe optimal genutzt und eine Anpassung von Energiegewinnung und Energiespeicherung an den jeweiligen Bedarf ermöglicht.

Zur weiteren Lösung der der Erfindung zugrundeliegenden Aufgabe wird eine Vorrichtung zur Erzeugung von Energie und/oder Methanol insbesondere zur Durchführung des vorstehend beschriebenen Verfahrens vorgeschlagen. Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfaßt eine Brennkraftmaschine, einen der Brennkraftmaschine nachgeordneten thermo-chemischen

Reaktor zur Reduktion von in der Brennkraftmaschine erzeugtem kohlendioxid- und wasserdampfhaltigem Abgas zu einem Synthesegas, das Kohlenmonoxid und Wasserstoff enthält. Zur Erzeugung von Energie ist eine Zuleitung des Synthesegases in die Brennkraftmaschine vorgesehen. Für die Erzeugung von Methanol ist ein dem thermo-chemischen Reaktor nachgeordneter Methanolreaktor zur Synthese von Methanol aus dem Synthesegas des thermo-chemischen Reaktors vorgesehen, wobei eine Zuleitung von Syntheserestgas und/oder Methanol aus der Methanolsynthese in die Brennkraftmaschine erfolgt.

Für die Erzeugung von Strom ist in vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ein durch die Brennkraftmaschine antreibbarer Generator vorgesehen. Weiterhin kann eine dem thermo-chemischen Reaktor nachgeordnete Brennstoffzelleneinrichtung zur Erzeugung von Strom aus Methanol und/oder aus zumindest einem Teil des in dem thermo-chemischen Reaktor erzeugten Wasserstoffs vorgesehen sein.

Zur Speicherung von Energie ist in weiterer Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ein Wärmespeicher zur Speicherung von mit der Vorrichtung erzeugter Wärme vorgesehen. Der Wärmespeicher dient zur Speicherung insbesondere der Abwärme aus den exothermen Verfahrensschritten, beispielsweise der Brennkraftmaschine, des Generators, der Methanolsynthese und/oder der Kühleinheit. Die gespeicherte Abwärme wird in dem endothermen Verfahrensschritt im thermo-chemischen Reaktor oder für andere Zwecke genutzt. Weiterhin ist ein Methanoltank zur Speicherung des synthetisierten Methanols vorgesehen, wobei bei Bedarf das gespeicherte Methanol in die Brennkraftmaschine und/oder die Brennstoffzelleneinrichtung zuführbar ist.

Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und der beiliegenden Zeichnung.

Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Die Erfindung ist anhand eines Ausführungsbeispiels in der Zeichnung schematisch dargestellt und wird im folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnung ausführlich beschrieben.

Die einzige Figur zeigt in stark schematischer Blockbild-Darstellung eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Erzeugung von Energie und Methanol.

Die Figur zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung 10 zur Erzeugung von Energie und Methanol mit einer Brennkraftmaschine 12, die einen kohlenwasserstoffhaltigen Brennstoff unter Erzeugung von mechanischer Energie, heißem Abgas und Abwärme verbrennt. Die erzeugte mechanische Energie wird mittels eines Generators 16 in Strom umgewandelt, welcher entweder in einer Batterie 18 gespeichert oder in das Stromnetz eingespeist oder direkt, beispielsweise in einem Privathaushalt, genutzt werden kann. Die Abwärme der Brennkraftmaschine 12 und die Abwärme des Generators 16 werden einem Wärmespeicher 26 zugeführt. Die Brennkraftmaschine 12 wird über eine Brenngasleitung 24 aus einem Gasmischer 22 mit dem gasförmigen Brennstoff und Sauerstoff versorgt.

Das aus der Brennkraftmaschine freiwerdende Abgas enthält Kohlendioxid und Wasser und sollte vorteilhafterweise eine

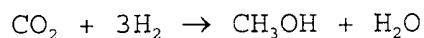
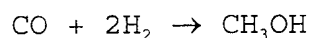
Temperatur von etwa 900°C bis etwa 1.000°C aufweisen. Das heiße Abgas wird über eine Abgasleitung 20 in einen thermo-chemischen Reaktor 28 eingeleitet. In den thermo-chemischen Reaktor 28 wird über eine Schleuse 32 organisches Material aus einem Vorratsbehälter 30 eingefüllt. Der Füllstand des Behälters 30 sowie die durch die Schleuse 32 einzufüllende Menge des organischen Materials wird vorzugsweise durch eine Steuerung 14 geregelt.

Das in den thermo-chemischen Reaktor 28 eingeschleuste organische Material wird durch den heißen Abgasstrom aus der Brennkraftmaschine 12 auf etwa 900 °C bis etwa 1.000 °C erhitzt. Sofern die durch den Abgasstrom mitgeführte Wärmemenge nicht zur Erreichung der erforderlichen Temperatur ausreicht, wird ein Teil des heißen Abgasstroms abgetrennt und zur Beheizung des thermo-chemischen Reaktors 28 verwendet. Zusätzlich kann gespeicherte Wärmeenergie aus dem Wärmespeicher 26 eingesetzt werden. Weiterhin besteht die Möglichkeit, die Temperatur durch Zufuhr von Sauerstoff bzw. Luft aus dem Gasmischer 22 über eine erste Sauerstoffleitung 34 in den thermo-chemischen Reaktor 28 zu erhöhen. In dem thermo-chemischen Reaktor 28 wird bei den genannten Temperaturverhältnissen Kohlendioxid und Wasser zu einem Synthesegas reduziert, während das organische Material oxidiert wird.

Das Synthesegas wird über eine Synthesegasleitung 38 aus dem thermo-chemischen Reaktor abgeführt. Unter den in dem thermo-chemischen Reaktor 28 einzustellenden Temperatur- und Druckverhältnissen enthält das Synthesegas hauptsächlich Wasserstoff und Kohlenmonoxid. Als Nebenbestandteile des ausgeschleusten Synthesegases können Kohlendioxid, Methan, Wasser und Schwebstoffe auftreten. Als weiteres

Produkt der in dem thermo-chemischen Reaktor 28 ablaufenden Redoxreaktion fällt Asche an, die hauptsächlich aus mineralischen und nicht vollständig oxidierten Bestandteilen des ursprünglichen organischen Materials besteht. Die Asche fällt in einen Aschenbehälter 36. Der Füllstand des Aschenbehälters 36 und seine Leerung werden vorzugsweise durch die Steuerung 14 überwacht und geregelt.

Das in dem thermo-chemischen Reaktor 28 erzeugte Synthesegas wird über die Synthesegasleitung 38 über eine Filtrationseinheit 40 geleitet. In der Filtrationseinheit 40 wird das Synthesegas zunächst von festen und flüssigen Schwebstoffen befreit und vorzugsweise auch von weiteren z.B. schwefelhaltigen Minorkomponenten, die nachfolgende katalytische Schritte stören würden, befreit. Das über die Filtrationseinheit 40 gereinigte Synthesereingaseingas, das hauptsächlich Wasserstoff und Kohlenmonoxid enthält, kann entweder direkt in die Gasmischeinheit 22 geleitet und von dort aus über die Brenngasleitung 24 der Brennkraftmaschine 12 als Brennstoff zugeführt werden oder einem Methanolreaktor 44 zugeführt werden. In dem Methanolreaktor 44 ist ein für die Methanolsynthese geeigneter Katalysator vorgesehen. Je nach Zusammensetzung des Synthesereingases können folgende Reaktionen ablaufen:



Als Produkte der Methanolsynthese werden Methanol und nicht umgesetzte Bestandteile des Synthesereingases über eine erste Reingasleitung 46 in einen Kühler 48 geleitet. In dem Kühler 48 scheidet sich Methanol und gegebenenfalls Wasser ab, während das verbleibende Gas über eine zweite Reingasleitung 54 in den Gasmischer 22 geführt wird, dort mit Sau-

erstoff bzw. Luft gemischt wird und über die Brenngasleitung 24 als Brennstoff der Brennkraftmaschine 12 zugeführt werden kann. Das sich in dem Kühler 48 abscheidende Methanol kann über eine Methanolleitung 52 in einen Methanoltank 50 überführt und dort gespeichert werden. Das gespeicherte Methanol steht bei Bedarf als Brennstoff für die Brennkraftmaschine 12 zur Verfügung oder kann für andere Zwecke, z.B. als Treibstoff für Kraftfahrzeuge zur Verfügung stehen. Die Abwärme aus dem Methanolreaktor 44 und dem Kühler 48 wird vorteilhafterweise in den Wärmespeicher 26 überführt und dort gespeichert.

Über die Steuerungseinheit 14 kann vorteilhafterweise auch die Gaszufuhr und Mischung in dem Gasmischer 22 geregelt werden. Dabei bezieht der Gasmischer 22 über eine zweite Sauerstoffleitung 58 Sauerstoff aus einem Sauerstofftank 56 oder Luft, der bzw. die für die Versorgung des thermochemischen Reaktors 28 und der Brennkraftmaschine 12 erforderlich ist, und gasförmigen Brennstoff, gegebenenfalls unter Zwischenspeicherung eines Teiles des gasförmigen Brennstoffs als Methanol, über die zweite Reingasleitung 54 zur Versorgung der Brennkraftmaschine 12.

Mit der Erfindung werden somit mit hohem Wirkungsgrad aus kostengünstig zur Verfügung stehendem organischen Material Strom, Wärme und der Energieträger Methanol erzeugt. Die Anordnung der Vorrichtung in einem Kreislaufbetrieb erlaubt eine bedarfsgerechte Regelung der Stoff- und Energieströme. Auch wenn kein organisches Material zur Verfügung steht, kann die erfindungsgemäße Vorrichtung grundsätzlich jederzeit mit im Rahmen des Verfahrens erzeugtem Methanol oder anderen externen Brennstoffen betrieben werden, wodurch eine Energieversorgung sichergestellt wird. Das erfindungsge-

mäße Verfahren und die Vorrichtung sind daher insbesondere für einen Einsatz in Privathaushalten geeignet, wenn eine weitgehend autarke Energieversorgung erwünscht ist. Im Hinblick auf die Erzeugung von regenerativer Energie kann das erfindungsgemäße Verfahren auch im großen Maßstab als Alternative zu Blockheizkraftwerken eingesetzt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung von Energie mit den folgenden Schritten:
 1. Verbrennen von Brennstoff in einer Brennkraftmaschine (12) unter Erzeugung von mechanischer Energie und kohlendioxid- und wasserdampfhaltigem Abgas,
 2. Reduktion der Abgaskomponenten Kohlendioxid und Wasser in einer organischen Material enthaltenden Umgebung zu einem Synthesegas, das Kohlenmonoxid und Wasserstoff enthält,
 3. Zuführen des in Schritt 2 erzeugten Synthesegases in die Brennkraftmaschine (12).
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem in Schritt 1 die mechanische Energie mittels eines Generators (16) in Strom umgewandelt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die organische Material enthaltende Umgebung ein thermo-chemischer Reaktor (28) mit Biomasse, Kohle oder dergleichen Materialien ist.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem zumindest der in Schritt 2 erzeugte Wasserstoff einer Brennstoffzelleneinrichtung zur Erzeugung von Strom zugeführt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem in einzelnen Verfahrensschritten entstehende Wärme einem Wärmespeicher (26) zugeführt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem ein Teil des in Schritt 1 erzeugten Abgases zur Erwärmung der organischen Material enthaltenden Umgebung verwendet wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem aus dem bei der Reduktion in Schritt 2 entstandenen Synthesegas Methanol synthetisiert und abgeschieden wird und in Schritt 3 gegebenenfalls nicht umgesetztes Syntheserestgas und/oder synthetisiertes Methanol in die Brennkraftmaschine (12) zugeführt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem synthetisiertes Methanol einem Methanoltank (50) oder einer Brennstoffzelleneinrichtung zugeführt wird.

9. Vorrichtung zur Erzeugung von Energie, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6, mit einer Brennkraftmaschine (12), einem der Brennkraftmaschine nachgeordneten thermo-chemischen Reaktor (28) zur Reduktion von in der Brennkraftmaschine (12) erzeugtem kohlendioxid- und wasserdampfhaltigem Abgas zu einem Synthesegas, das Kohlenmonoxid und Wasserstoff enthält, wobei eine Zuleitung des Synthesegases in die Brennkraftmaschine (12) erfolgt.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, bei der eine dem thermo-chemischen Reaktor (28) nachgeordnete Brennstoffzellenein-

richtung zur Erzeugung von Strom aus zumindest dem in dem thermo-chemischen Reaktor (28) erzeugten Wasserstoff vorgesehen ist.

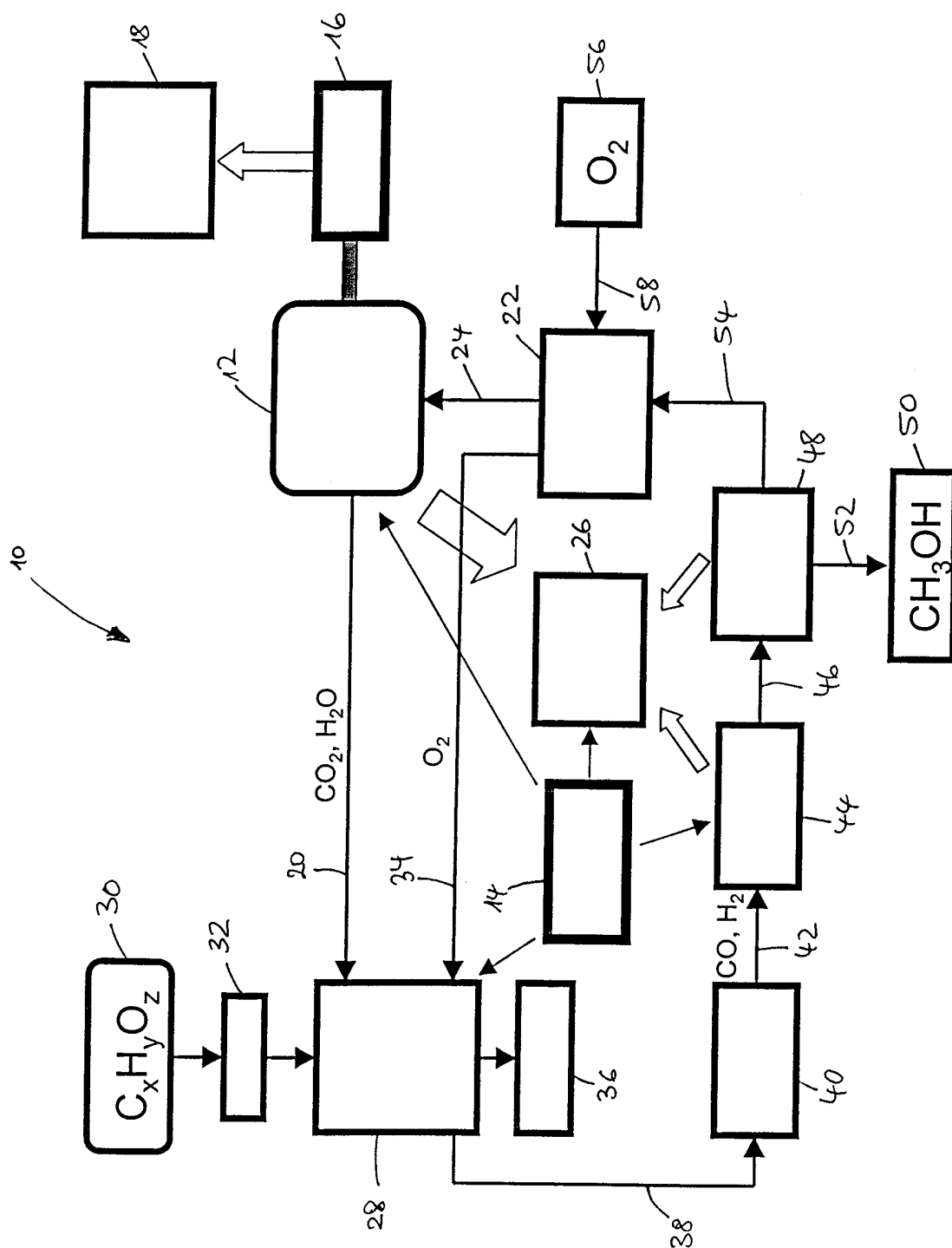
11. Vorrichtung zur Erzeugung von Methanol, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 7 oder 8, mit einer Brennkraftmaschine (12), einem der Brennkraftmaschine nachgeordneten thermo-chemischen Reaktor (28) zur Reduktion von in der Brennkraftmaschine erzeugtem kohlendioxid- und wasserdampfhaltigem Abgas zu einem Synthesegas, das Kohlenmonoxid und Wasserstoff enthält, und einem dem thermo-chemischen Reaktor (12) nachgeordneten Methanolreaktor (44) zur Synthese von Methanol aus dem Synthesegas des thermo-chemischen Reaktors, wobei eine Zuleitung von Syntheserestgas und/oder Methanol aus der Methanolsynthese in die Brennkraftmaschine (12) erfolgt.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, bei der ein Methanoltank (50) zur Speicherung des synthetisierten Methanols vorgesehen ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, bei der eine Brennstoffzelleneinrichtung zur Erzeugung von Strom aus Methanol vorgesehen ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 13, bei der ein durch die Brennkraftmaschine (12) antreibbarer Generator (16) zur Stromerzeugung vorgesehen ist.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 14, bei der ein Wärmespeicher (26) zur Speicherung von mit der Vorrichtung erzeugter Wärme vorgesehen ist.



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 00/02517

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 C10J3/00 C07C29/151 C10J3/16

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C10J C07C

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

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

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 526 903 A (CUMMINGS DONALD R) 2 July 1985 (1985-07-02) column 6, line 58 - line 68; claims; figures column 7, line 52 - line 61 column 8, line 5 - line 22 ---	1-15
A	US 4 087 449 A (MARSCHNER FRIEDEMANN ET AL) 2 May 1978 (1978-05-02) the whole document --- -/--	1-15

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 July 2000

Date of mailing of the international search report

14/07/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lapeyrere, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter national Application No

PCT/EP 00/02517

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 372 755 A (TOLMAN RADON ET AL) 8 February 1983 (1983-02-08) column 5, line 6 - line 12; claims; figures column 7, line 62 - line 66 column 8, line 7 - line 14 column 8, line 35 - line 55 column 9, line 11 - line 18 column 10, line 6 - line 13 column 10, line 58 - line 62 column 11, line 1 - line 5 ---	1-15
A	US 3 763 205 A (GREEN R) 2 October 1973 (1973-10-02) the whole document ---	1-15
A	EP 0 699 651 A (STEINBERG MEYER ;DONG YUANJI (US)) 6 March 1996 (1996-03-06) abstract; claims; figures page 3, line 56 - line 59 page 4, line 43 - line 59 page 5, line 6 - line 13 page 5, line 42 - line 55 -----	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Inter. nal Application No

PCT/EP 00/02517

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4526903	A	02-07-1985	AU 7986182 A CA 1198895 A GB 2092174 A ZA 8200238 A	29-07-1982 07-01-1986 11-08-1982 24-11-1982
US 4087449	A	02-05-1978	NONE	
US 4372755	A	08-02-1983	NONE	
US 3763205	A	02-10-1973	NONE	
EP 0699651	A	06-03-1996	US 5344848 A US RE35377 E	06-09-1994 12-11-1996

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/02517

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 C10J3/00 C07C29/151 C10J3/16

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 C10J C07C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 526 903 A (CUMMINGS DONALD R) 2. Juli 1985 (1985-07-02) Spalte 6, Zeile 58 - Zeile 68; Ansprüche; Abbildungen Spalte 7, Zeile 52 - Zeile 61 Spalte 8, Zeile 5 - Zeile 22 ---	1-15
A	US 4 087 449 A (MARSCNER FRIEDEMANN ET AL) 2. Mai 1978 (1978-05-02) das ganze Dokument --- -/--	1-15

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"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 allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

6. Juli 2000

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

14/07/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Lapeyrere, J

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 372 755 A (TOLMAN RADON ET AL) 8. Februar 1983 (1983-02-08) Spalte 5, Zeile 6 - Zeile 12; Ansprüche; Abbildungen Spalte 7, Zeile 62 - Zeile 66 Spalte 8, Zeile 7 - Zeile 14 Spalte 8, Zeile 35 - Zeile 55 Spalte 9, Zeile 11 - Zeile 18 Spalte 10, Zeile 6 - Zeile 13 Spalte 10, Zeile 58 - Zeile 62 Spalte 11, Zeile 1 - Zeile 5 ----	1-15
A	US 3 763 205 A (GREEN R) 2. Oktober 1973 (1973-10-02) das ganze Dokument ----	1-15
A	EP 0 699 651 A (STEINBERG MEYER ;DONG YUANJI (US)) 6. März 1996 (1996-03-06) Zusammenfassung; Ansprüche; Abbildungen Seite 3, Zeile 56 - Zeile 59 Seite 4, Zeile 43 - Zeile 59 Seite 5, Zeile 6 - Zeile 13 Seite 5, Zeile 42 - Zeile 55 -----	1-15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/02517

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4526903 A	02-07-1985	AU 7986182 A CA 1198895 A GB 2092174 A ZA 8200238 A	29-07-1982 07-01-1986 11-08-1982 24-11-1982
US 4087449 A	02-05-1978	KEINE	
US 4372755 A	08-02-1983	KEINE	
US 3763205 A	02-10-1973	KEINE	
EP 0699651 A	06-03-1996	US 5344848 A US RE35377 E	06-09-1994 12-11-1996