



(11) **EP 3 789 474 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
10.03.2021 Patentblatt 2021/10

(51) Int Cl.:
C10J 3/66 ^(2006.01) **C07C 29/151** ^(2006.01)
C10G 2/00 ^(2006.01) **F23J 15/00** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20181575.0**

(22) Anmeldetag: **20.01.2011**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **RV Lizenz AG**
6330 Cham (CH)

(72) Erfinder: **Rüdlinger, Mikael**
6330 Cham (CH)

(74) Vertreter: **IPrime Rentsch Kaelin AG**
Hirschengraben 1
8001 Zürich (CH)

(30) Priorität: **22.01.2010 EP 10151473**
22.01.2010 EP 10151481
23.02.2010 EP 10154449

Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 23-06-2020 als Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten Anmeldung eingereicht worden.

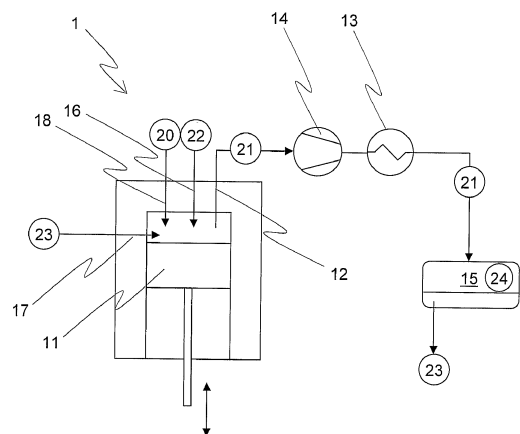
(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:
11701082.7 / 2 526 177

(27) Früher eingereichte Anmeldung:
20.01.2011 PCT/EP2011/050788

(54) **EMISSIONSFREIE VORRICHTUNGEN UND VERFAHREN ZUR VERRICHTUNG MECHANISCHER ARBEIT UND ZUR ERZEUGUNG VON ELEKTRISCHER UND THERMISCHER ENERGIE**

(57) Bei einem Verfahren zur Verrichtung mechanischer Arbeit mit einer Verbrennungskraftmaschine, beispielsweise einem Kolbenmotor oder einer Turbine, wird die zum Betrieb notwendige Energie aus der Oxidation von kohlenstoffhaltigen Betriebsstoffen (20) zu einem Abgas (21) im Wesentlichen bestehend aus Kohlendioxid (24) und Wasser (23) bezogen, indem in mindestens einer Brennkammer (11) der Verbrennungskraftmaschine Betriebsstoff mit sauerstoffangereicherter Luft oder reinem Sauerstoff (22) verbrannt wird, und der entstehende Gasdruck bzw. das entstehende Gasvolumen in mechanische Arbeit umgesetzt wird. Dabei wird Sauerstoff in die mindestens eine Brennkammer zugeführt (16); Wasser (25) direkt in die mindestens eine Brennkammer eingebracht (17); und das bei der Oxidationsreaktion entstehende Abgas (21) nach dem Austritt (12) aus der mindestens einen Brennkammer verdichtet und/oder kondensiert und in einem Speicher (15) aufgefangen.

Fig. 4



EP 3 789 474 A1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft Vorrichtungen und Verfahren zur Verrichtung mechanischer Arbeit und zur Erzeugung von elektrischer und thermischer Energie, und Systeme zur Betriebsstoff-Versorgung von mobilen und stationären Vorrichtungen.

Stand der Technik

[0002] Im Zuge der laufend zunehmenden Mobilität und der damit einher gehenden Umweltbelastung besteht seit längerem Bedarf an Antriebsvorrichtungen, insbesondere Verbrennungsmotoren, mit verringertem Ausstoss von Schadstoffen wie beispielsweise Stickoxiden, Kohlenmonoxid und flüchtigen organischen Verbindungen. Zu diesem Zweck wurden zum einen Anstrengungen unternommen, die Abgase von Schadstoffen zu reinigen, beispielsweise mit Filtern und Katalysatoren, und zum anderen die Bildung dieser Schadstoffe zu reduzieren.

[0003] Bei Verwendung kohlenwasserstoffbasierter Treibstoffe wie beispielsweise Benzin, Diesel oder Erdgas ist Kohlendioxid ein unvermeidliches Endprodukt des Verbrennungsvorgangs. Schon länger ist nun bekannt, dass Kohlendioxid sehr negative Auswirkungen auf das Klimagleichgewicht der Erde hat und stark zur menschengemachten Klimaerwärmung beiträgt. Die Vermeidung von Kohlendioxidemissionen ist daher sehr wünschenswert.

[0004] In der Regel ist ein Herausfiltern von Kohlendioxid aus Verbrennungsabgasen mit vernünftigem energetischem Aufwand nur schwer möglich. Für den grossindustriellen Massstab werden Systeme getestet, in welchen das Kohlendioxid beispielsweise in amin-basierten Lösungsmitteln aufgefangen wird. Solche Systeme sind jedoch aufwendig und kompliziert, und für kleinere Anlagen nicht praktikabel. Zur Verringerung der Kohlendioxidemissionen werden weiter Verbrennungsmotoren mit geringerem Treibstoffverbrauch und damit auch geringerem Kohlendioxidausstoss entwickelt, oder es werden kohlendioxidneutrale biomassenbasierte Treibstoffe verwendet.

[0005] Elektrisch betriebene Fahrzeuge sind zumindest lokal absolut emissionsfrei. Jedoch sind die heute zur Verfügung stehenden Akkumulatorsysteme immer noch sehr schwer, beziehungsweise die Energiedichte zu gering, was die erreichbare maximale Reichweite beschränkt. Zudem sind batteriebetriebenen Fahrzeuge mit Bezug auf die Wiederaufladzeit bzw. Betankzeit weiterhin Fahrzeugen mit chemischen Treibstoffen unterlegen.

[0006] Alternativ wurden zur Gewinnung von elektrischer Energie zum Betrieb elektrisch angetriebener Fahrzeuge Brennstoffzellensysteme entwickelt. In diesen Brennstoffzellensystemen wird aus kohlenwasserstoffbasierten Treibstoffen und Luftsauerstoff elektro-

chemisch Strom erzeugt wird. Auch hier jedoch resultiert als Reaktionsprodukt Kohlendioxid.

[0007] Mit der Verwendung von Wasserstoff als Treibstoff für Verbrennungsmotoren oder Brennstoffzellen kann die Emission von Kohlendioxid vermieden werden. Wasserstoff weist jedoch eine geringere Energiedichte auf als kohlenstoffbasierte flüssige Treibstoffe, und stellt auch bei der Produktion und der Lagerung spezielle Probleme.

[0008] Für Verbrennungskraftmaschinen gibt es im Stand der Technik eine Vielzahl von seit Jahren etablierten Technologien. Anstatt völlig neue Technologien entwickeln zu müssen, wäre es wünschenswert, diese bestehenden Technologien so modifizieren zu können, dass der Ausstoss von Kohlendioxid reduziert oder vermieden wird.

Aufgabe der Erfindung

[0009] Aufgabe der Erfindung ist es, Vorrichtungen und Verfahren zur Verrichtung mechanischer Arbeit und/oder zur Erzeugung elektrischer und/oder thermischer Energie zur Verfügung zu stellen, welche die oben erwähnten und andere Nachteile nicht aufweisen. Insbesondere soll eine solche Vorrichtung beziehungsweise ein solches Verfahren stark reduzierte Emissionen oder gar keine Emissionen aufweisen.

[0010] Eine andere Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, welche es erlauben, anfallendes Kohlendioxid und andere Emissionen effizient aufzufangen und für eine weitere Verwendung, eine Endlagerung oder eine Wiederverwertung zu speichern.

[0011] Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, welche mit einem geschlossenen Kreislauf betrieben werden können.

[0012] Diese und weitere Aufgaben werden gelöst durch eine erfindungsgemässe Vorrichtung, Geräte, Maschinen und Anlagen, die mit solchen Vorrichtungen betrieben werden, insbesondere mobile und stationäre Maschinen und Anlagen, ein erfindungsgemässes Verfahren zur zur Verrichtung mechanischer Arbeit und/oder zur Erzeugung elektrischer und/oder thermischer Energie, eine erfindungsgemässe Betankungsanlage, ein System zur Betriebsstoff-Versorgung von mobilen und statischen Maschinen und Anlagen, sowie ein erfindungsgemässes Verfahren zur Versorgung eines oder mehrerer Abnehmer mit Betriebsstoff, gemäss den unabhängigen Ansprüchen. Weitere vorteilhafte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen gegeben.

Darstellung der Erfindung

[0013] Bei einer erfindungsgemässen Vorrichtung zur Verrichtung mechanischer Arbeit und/oder zur Erzeugung von elektrischer oder thermischer Energie wird die

zum Betrieb notwendige Energie aus der Oxidation von kohlenstoffhaltigen Betriebsstoffen zu einem Abgas im wesentlichen bestehend aus Kohlendioxid und Wasser bezogen. Eine Vorrichtung zur Verdichtung und/oder Kondensation des Abgases ist vorgesehen. Ein Speicher dient zur Aufnahme des verdichteten und/oder kondensierten Abgases.

[0014] Eine solche erfindungsgemässe Vorrichtung ist mit sauerstoffangereicherter Luft, vorzugsweise mit einem Sauerstoffanteil von > 95%, und/oder mit reinem Sauerstoff als Oxidationsmittel betreibbar.

[0015] Vor und/oder nach der Vorrichtung zur Verdichtung und/oder Kondensation des Abgases kann ein Wärmetauscher zur Abkühlung des Abgasstromes vorgesehen sein.

[0016] Eine andere Ausführungsform einer erfindungsgemässen Vorrichtung weist eine Vorrichtung zur Kondensation und/oder Abscheidung von Wasser aus dem Abgas auf.

[0017] Eine erfindungsgemässe Vorrichtung kann als Brennstoffzelle, als Wärmekraftmaschine, beispielsweise als Kolbenmotor oder Turbine, oder als Heizvorrichtung ausgestaltet sein.

[0018] Eine als Wärmekraftmaschine ausgestaltete Ausführungsform einer erfindungsgemässen Vorrichtung ist vorteilhaft eine Verbrennungskraftmaschine, mit mindestens einer Brennkammer zur Verbrennung von Betriebsstoff mit sauerstoffangereicherter Luft oder reinem Sauerstoff, mit Mitteln zur Umsetzung des entstehenden Gasdrucks bzw. Gasvolumens in mechanische Arbeit, mit einer Zufuhrvorrichtung zum Einbringen von Sauerstoff in die Brennkammer, und mit einer Austrittsvorrichtung zur Entfernung der Abgase aus der Brennkammer. Stromabwärts von der Austrittsvorrichtung sind ein Verdichter zur Verdichtung der Abgase und/oder eine Kondensationsvorrichtung zur teilweisen Kondensation der Abgase vorgesehen.

[0019] Eine weitere Variante einer solchen erfindungsgemässen Vorrichtung weist eine Zufuhrvorrichtung zum Einbringen von Wasser in die Brennkammer und/oder in den Abgasstrom nach dem Austritt aus der Brennkammer auf.

[0020] Eine als Heizvorrichtung ausgestaltete Ausführungsform einer erfindungsgemässen Vorrichtung weist mindestens eine Brennkammer zur Verbrennung von Betriebsstoff mit sauerstoffangereicherter Luft oder reinem Sauerstoff, Mittel zur Übertragung der entstehenden thermischen Energie auf ein fluides Wärmetransportmedium, eine Zufuhrvorrichtung zum Einbringen von Sauerstoff in die Brennkammer, und eine Austrittsvorrichtung zur Entfernung der Abgase aus der Brennkammer auf. Stromabwärts von der Austrittsvorrichtung sind ein Verdichter zur Verdichtung der Abgase und/oder eine Kondensationsvorrichtung zur teilweisen Kondensation der Abgase vorgesehen.

[0021] Eine erfindungsgemässe Maschine, insbesondere eine mobile oder stationäre Maschine, und erfindungsgemässe Vorrichtung oder Anlage zum Heizen

von Gebäuden, insbesondere eine Heizzentrale, umfasst eine solche erfindungsgemässe Vorrichtung.

[0022] Eine erfindungsgemässe Betankungsanlage zur Betankung einer mobilen Maschine oder Anlage mit einer erfindungsgemässen Vorrichtung mit gasförmigen oder flüssigen Betriebsstoffen weist Mittel zur Entnahme von verdichteten Gasen, insbesondere Kohlendioxid, aus einem Speicher der mobilen Maschine auf.

[0023] Vorteilhaft weist eine solche Betankungsanlage auch Mittel auf zum Betanken der mobilen Maschine oder Anlage mit Sauerstoff oder sauerstoffangereicherter Luft.

[0024] Ein erfindungsgemässes Versorgungssystem zur Versorgung eines oder mehrerer Abnehmer mit gasförmigen und/oder flüssigen Betriebsstoffen weist ein erstes Versorgungsnetz auf für den Transport der Betriebsstoffe zu den Abnehmern, von einer oder mehreren Produktionsanlagen und/oder von einem oder mehreren ersten Speichern. Ein zweites Rückführungsnetz dient dem Rücktransport von Abgasen, insbesondere Kohlendioxid, von den Abnehmern zu einer oder mehreren Produktionsanlagen und/oder einem oder mehreren zweiten Speichern.

[0025] Bei einem erfindungsgemässen Verfahren zur Verrichtung mechanischer Arbeit und/oder zur Erzeugung von elektrischer oder thermischer Energie wird die zum Betrieb notwendige Energie aus der Oxidation von kohlenstoffhaltigen Betriebsstoffen zu einem Abgas im wesentlichen bestehend aus Kohlendioxid und Wasser bezogen. Die bei der Oxidationsreaktion entstehenden Abgase werden verdichtet und/oder kondensiert und in einem Speicher aufgefangen.

[0026] Vorteilhaft wird als Oxidationsmittel sauerstoffangereicherte Luft, vorzugsweise mit einem Sauerstoffanteil von > 95%, oder reiner Sauerstoff verwendet. Ein solches Verfahren wird vorteilhaft mit einer erfindungsgemässen Vorrichtung durchgeführt.

[0027] Bei einer Ausführungsvariante eines erfindungsgemässen Verfahrens werden die verdichteten Abgase vor und/oder nach der Verdichtung und/oder Kondensation abgekühlt.

[0028] Bei einer anderen Variante eines erfindungsgemässen Verfahrens wird aus den Abgasen Wasser auskondensiert und/oder abgeschieden.

[0029] Vorteilhaft wird ein erfindungsgemässes Verfahren mit einer Brennstoffzelle oder einer Wärmekraftmaschine oder einer Heizvorrichtung durchgeführt.

[0030] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsvariante eines erfindungsgemässen Verfahrens werden die Betriebsstoffe mit einem Verfahren zur thermisch-chemischen Verwertung von kohlenstoffhaltigen Ausgangsstoffen hergestellt, bei welchem in einer ersten Stufe die kohlenstoffhaltigen Ausgangsstoffe pyrolysiert werden, wobei Pyrolysekoks und Pyrolysegas entstehen. In einer zweiten Stufe wird der Pyrolysekoks aus der ersten Stufe vergast, wobei Synthesegas entsteht, und Schlacke und andere Reststoffe übrig bleiben und abgeführt werden. In einer dritten Stufe wird das Synthe-

segas aus der zweiten Stufe in die Betriebsstoffe umgewandelt wird; wobei überschüssiges Rücklaufgas aus der dritten Stufe in die erste Stufe und/oder die zweite Stufe geleitet wird Die drei Stufen bilden einen geschlossenen Kreislauf.

[0031] In der internationalen Anmeldung Nr. PCT/EP2010/067847 des Anmelders vom 19. November 2010 mit dem Titel "Verfahren und Anlage zur thermisch-chemischen Verarbeitung und Verwertung von kohlenstoffhaltigen Substanzen" sind ein Verfahren und eine Anlage zur thermisch-chemischen Verarbeitung und Verwertung von kohlenstoffhaltigen Substanzen offenbart. Die Offenbarung dieser Anmeldung bildet einen integralen Bestandteil der Beschreibung der in der vorliegenden Anmeldung beanspruchten Erfindung.

[0032] Bei noch einer weiteren vorteilhaften Variante eines erfindungsgemässen Verfahrens wird mindestens ein Teil der Abgase in einem Verfahren zur thermisch-chemischen Verwertung von kohlenstoffhaltigen Ausgangsstoffen verwertet bei welchem in einer ersten Stufe die kohlenstoffhaltigen Ausgangsstoffe pyrolysiert werden, wobei Pyrolysekoks und Pyrolysegas entstehen. In einer zweiten Stufe wird der Pyrolysekoks aus der ersten Stufe vergast, wobei Synthesegas entsteht, und Schlacke und andere Reststoffe übrig bleiben und abgeführt werden. In einer dritten Stufe wird das Synthesegas aus der zweiten Stufe in die Betriebsstoffe umgewandelt wird; wobei überschüssiges Rücklaufgas aus der dritten Stufe in die erste Stufe und/oder die zweite Stufe geleitet wird Die drei Stufen bilden einen geschlossenen Kreislauf. Die Abgase werden in die erste Stufe und/oder die zweite Stufe und/oder die dritte Stufe eingespeist.

[0033] Vorzugsweise werden die Abgase in das Rücklaufgas eingespeist.

[0034] Bei einem erfindungsgemässen Verfahren zur Versorgung eines oder mehrerer Abnehmer, welche ein erfindungsgemässes Verfahren zur Verrichtung mechanischer Arbeit und/oder zur Erzeugung von elektrischer oder thermischer Energie durchführen, mit gasförmigen und/oder flüssigen Betriebsstoffen für dieses Verfahren, werden die Abnehmer mit einem ersten Versorgungsnetz mit gasförmigen und/oder flüssigen Betriebsstoffen aus einer oder mehreren Produktionsanlagen und/oder aus einem oder mehreren ersten Speichern versorgt. Mit einem zweiten Rückführungsnetz werden mindestens ein Teil der beim Antriebsverfahren anfallenden Abgase, insbesondere Kohlendioxid, von den Abnehmern zu einer oder mehreren Produktionsanlagen und/oder zu einem oder mehreren zweiten Speichern zurückgeführt.

[0035] Bei einem erfindungsgemässen Verfahren zur Produktion von elektrischem Strom wird die Antriebsenergie für den Stromgenerator mit einem oben stehen diskutierten erfindungsgemässen Verfahren erzeugt.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0036] Zum besseren Verständnis der vorliegenden Erfindung wird nachfolgend auf die Zeichnungen Bezug

genommen. Diese zeigen lediglich Ausführungsbeispiele des Erfindungsgegenstands.

5 Figur 1 zeigt schematisch eine erfindungsgemässe Vorrichtung in Kombination mit einer Anlage zur thermisch-chemischen Verwertung von kohlenstoffhaltigen Substanzen, wobei sich ein im Wesentlichen geschlossener Stoffkreislauf ergibt.

10 Figur 2 zeigt schematisch eine Variante einer erfindungsgemässen Vorrichtung.

15 Figur 3 zeigt schematisch eine Ausführungsform einer als Verbrennungskraftmaschine ausgestalteten erfindungsgemässen Vorrichtung.

20 Figur 4 zeigt schematisch eine andere Ausführungsform einer als Verbrennungskraftmaschine ausgestalteten erfindungsgemässen Vorrichtung.

25 Figur 4A zeigt schematisch eine als kombinierte Gas-/Dampfturbine ausgestaltete erfindungsgemässe Vorrichtung.

30 Figur 5 zeigt schematisch eine erfindungsgemässe Vorrichtung in einem Fahrzeug, sowie eine mögliche Ausgestaltung eines geschlossenen Kreislaufs für die Treibstoffversorgung eines solchen Fahrzeugs mit einer erfindungsgemässen Vorrichtung, in Verbindung mit einem Rückführungssystem für Kohlendioxid.

35 Figur 6 zeigt schematisch eine mögliche Ausgestaltung eines Versorgungsnetzes für gasförmige Treibstoffe in Verbindung mit einem Rückführungssystem für Kohlendioxid, zur Durchführung des erfindungsgemässen Versorgungsverfahrens.

Ausführung der Erfindung

45 **[0037]** Die im Folgenden gegebenen Beispiele werden zur besseren Veranschaulichung der vorliegenden Erfindung gegeben, sind jedoch nicht dazu geeignet, die Erfindung auf die hierin offenbarten Merkmale zu beschränken.

50 **[0038]** Wie bereits erläutert wird bei einem erfindungsgemässen Verfahren und. einer erfindungsgemässen Vorrichtung 1 zur Verrichtung mechanischer Arbeit und/oder zur Erzeugung von elektrischer oder thermischer Energie die zum Betrieb notwendige Energie aus der Oxidation von kohlenstoffhaltigen Betriebsstoffen zu einem Abgas bezogen. Die bei der Oxidationsreaktion entstehenden Abgase werden verdichtet und/oder kondensiert und in einem Speicher aufgefangen. Die Ver-

wertung der chemischen Energie erfolgt thermisch-chemisch oder elektrochemisch. Solche erfindungsgemässe Verfahren Vorrichtungen 1 weisen einen geschlossenen Kreislauf auf, das heisst, es entstehen Emissionen in die Atmosphäre.

[0039] Die bei der Leistung mechanischer Arbeit oder Erzeugung elektrischer oder thermischer Energie anfallenden Reststoffe wie insbesondere Kohlendioxid werden nachbehandelt, verdichtet und platzsparend gespeichert, beispielsweise in einem Drucktank. Das gespeicherte Gasgemisch enthält im Wesentlichen nur Kohlendioxid und gegebenenfalls noch Wasser. Das Kohlendioxid wird regelmässig in eine geeignete grössere Speichervorrichtung zur weiteren Verwertung umgelagert wird. Vorteilhaft erfolgt diese Rückführung des Kohlendioxids zeitgleich beispielsweise mit dem Betanken eines Fahrzeugs.

[0040] In einer vorteilhaften Variante einer erfindungsgemässen Vorrichtung und eines erfindungsgemässen Verfahrens wird das gespeicherte Kohlendioxid teilweise oder vollständig wiederverwertet.

[0041] In der internationalen Anmeldung Nr. PCT/EP2010/067847 des Anmelders sind ein Verfahren und eine Anlage 6 zur thermisch-chemischen Verarbeitung und Verwertung von kohlenstoffhaltigen Substanzen offenbart. In Figur 1 ist eine solche Anlage 6 schematisch und stark vereinfacht dargestellt.

[0042] In einem im Wesentlichen geschlossenen Kreislauf wird in der Anlage 6 kohlenstoffhaltiges Ausgangsmaterial 27 in Kohlenwasserstoffe 20 und Kohlenwasserstoffderivate umgewandelt. Dazu wird einer ersten Stufe 61a und zweiten Stufe 61b das kohlenstoffhaltige Ausgangsmaterial 27 in Synthesegasgemisch 65 umgewandelt. In der ersten Stufe 61a die kohlenstoffhaltigen Substanzen zugeführt und pyrolysiert, wobei Pyrolysekoks 63 und Pyrolysegas 64 entstehen. In einer zweiten Stufe 61 b wird der Pyrolysekoks 63 aus der ersten Stufe vergast, wobei Synthesegasgemisch 65 entsteht, und Schlacke und andere Reststoffe übrig bleiben. In einer dritten Stufe 62 werden aus dem Synthesegasgemisch 65 Kohlenwasserstoffe und andere Wertstoffe 20 erzeugt, die anderweitig verwendet werden können, beispielsweise als flüssige und/oder gasförmige Betriebsstoffe 20. Das nach der Synthesestufe 62 verbleibende Rücklaufgasgemisch 66 enthält im Wesentlichen Kohlendioxid, und wird als Vergasungsmittel wieder in die erste Stufe geleitet. Alle drei Stufen sind druckfest geschlossen und bilden einen im Wesentlichen geschlossenen Kreislauf. Mit eine solchen Verwertungs-Anlage 6 können feste, flüssige oder gasförmige Substanzen effizient in gasförmige oder flüssige Betriebsstoffe 20 umgewandelt werden. Zusätzlich erzeugt die Anlage 6 thermische Energie in Form von Prozessdampf (nicht dargestellt). Die in der Synthese-Stufe 62 erzeugten kohlenwasserstoffhaltigen Betriebsstoffe werden vorzugsweise zwischengelagert 81, in Tanks oder Druckspeichern.

[0043] Eine erfindungsgemässe Vorrichtung 1 ver-

wendet als Betriebsstoff vorteilhaft gasförmige oder flüssige Kohlenwasserstoffe und Kohlenwasserstoffderivate 20 aus der Anlage 6, die dem Speicher 81 entnommen werden. Die thermische oder elektrische Energie erzeugende Oxidationsreaktion erfolgt dabei mit sauerstoffangereicherter Luft, vorzugsweise mit einem Sauerstoffanteil von > 95%, oder mit reinem Sauerstoff 22, anstatt mit Luft. Der Sauerstoff wird vorteilhaft in einem Drucktank mitgeführt. Eine erfindungsgemässe Vorrichtung 1 kann beispielsweise eine Verbrennungskraftmaschine sein, in welcher die bei der Oxidationsreaktion anfallende Wärme in einer Wärmekraftmaschine in mechanische Arbeit umgewandelt wird, oder eine Brennstoffzelle in Kombination mit einem Elektromotor, in welcher die Oxidationsreaktion direkt zur Stromerzeugung genutzt wird.

[0044] Die Verwendung von reinem Sauerstoff 22 anstatt Luft vermeidet zum einen aufgrund der Abwesenheit des Luftstickstoffs bei einer thermisch-chemischen Reaktion bei hohen Temperaturen die Bildung von Stickoxiden. Vor allem aber verbleiben in den anfallenden Reaktionsprodukten 21 im Wesentlichen nur Kohlendioxid 24 und Wasserdampf 23. Je nach Stöchiometrie der Reaktion können die anfallenden Gase auch gewisse Anteile an Kohlenmonoxid und unreaktiertem Betriebsstoff enthalten. Diese können jedoch nachfolgend analog zum Kohlendioxid nachbehandelt werden.

[0045] Die Reaktionsprodukte 21 der Energie erzeugenden Reaktion sind im Wesentlichen gasförmig. Das entsprechende Gasgemisch wird nun verdichtet, um das Volumen zu reduzieren. Mit Hilfe eines Wärmetauschers wird vor und/oder nach der Verdichtung geleitet das Gasgemisch 21 abgekühlt, wodurch es entsprechend weiter an Volumen verliert. Wasser wird dabei auskondensiert, wodurch sich das Volumen des Gasgemisches nochmals weiter reduziert und im Gasgemisch nur Kohlendioxid 24 verbleibt, gegebenenfalls mit Anteilen an Kohlenmonoxid und unreaktiertem Betriebsstoff. Das kondensierte Wasser 23 wird abgetrennt. Das Kohlendioxid 24 kann in einem geeigneten Reservoir zwischengespeichert werden, beispielsweise einem Drucktank.

[0046] In regelmässigen Abständen wird das Kohlendioxid 24 wieder der ersten Stufe 61a der Anlage 6 zugeführt, so dass sich ein geschlossener Stoffkreislauf für das Kohlendioxid ergibt. Es kann ein Zwischenspeicher 82 für das kohlendioxidhaltige Abgas 24 vorgesehen sein. So ist es möglich, dass mit dem oben genannten Verfahren aus kohlenstoffhaltigen Substanzen und Kohlendioxid flüssige oder gasförmige Kohlenwasserstoffe und Kohlenwasserstoffderivate erzeugt werden, und das so resultierende Treibstoffgemisch anschliessend in einer erfindungsgemässen Vorrichtung 1 in mechanische Arbeit und/oder elektrische oder thermische Energie umgesetzt wird. Das aufgefangene und gespeicherte Kohlendioxid wird rückgeführt und teilweise oder vollständig in der Anlage 6 wieder in Betriebsstoff 20 umgesetzt. Auf diese Weise kann der effektive Kohlendioxidausstoss einer erfindungsgemässen Vorrichtung sehr stark vermindert oder gar ganz vermieden werden.

[0047] Alternativ oder zusätzlich zur Rückführung kann ein Teil des gespeicherten Kohlendioxids auch in einer Art und Weise deponiert werden, dass es dauerhaft nicht in die Atmosphäre gelangen kann. Entsprechende Technologien zur dauerhaften langfristigen Lagerung von Kohlendioxid werden momentan weltweit weiterentwickelt. Getestet wird beispielsweise die Endlagerung von Kohlendioxid durch Einpumpen in leere Erdöl- und Erdgasfelder.

[0048] Eine weitere, generalisierte Variante einer erfindungsgemässen Vorrichtung 1 zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens ist schematisch in Figur 2 dargestellt. Eine solche erfindungsgemässe Verbrennungskraftmaschine 1 kann problemlos im Kombibetrieb mit Wasserstoff 25 als weiterem Betriebsstoff betrieben werden. In einem solchen Fall führt der Wasserstoffanteil zu einer Reduktion der anfallenden Restgasmenge nach dem Wärmetauscher und Verdichter, da bei der Oxidation von Wasserstoff mit Sauerstoff ohnehin nur Wasser anfällt.

[0049] Ist eine erfindungsgemässe Vorrichtung 1 als Verbrennungskraftmaschine ausgelegt, so kann in einer vorteilhaften Variante einer solchen erfindungsgemässen Vorrichtung beziehungsweise eines solchen Verfahrens als zusätzliches Expansionsmittel Wasser 23 verwendet werden. Zu diesem Zweck wird nach der Zündung des Verbrennungsvorgangs, beispielsweise nach der Selbstzündung des verdichteten Treibstoff-Luft-Gemischs in einem Dieselmotor, eine bestimmte Menge Wasser in den Zylinder eingespritzt. Dieses Wasser, das vorzugsweise fein zerstäubt ist, wird anschliessend durch die Wärmeenergie der exothermen Oxidationsreaktion verdampft. Der daraus resultierende Gasdruck bzw. Gasvolumenzuwachs aufgrund des Wasserdampfs trägt so zur Erzeugung der kinetischen Energie bei, wobei gleichzeitig die Temperatur des Gesamtgemischs an Verbrennungsabgasen und Wasserdampf sinkt. Dies ist jedoch unproblematisch oder sogar wünschenswert, weil aufgrund der höheren Energiedichte einer Reaktion mit reinem Sauerstoff wesentlich höhere Reaktionstemperaturen entstehen, was die thermodynamische Effizienz verbessert, aber auch die Teile einer erfindungsgemässen Vorrichtung 1 stärker belasten kann.

[0050] Alternativ kann das Wasser auch als Dampf eingebracht werden. Ein gewisser Anteil an flüssigem Wasser kann zudem auch mit dem flüssigen Treibstoff vermischt zugeführt werden. Bei hohen Reaktionstemperaturen wirkt überhitzter Wasserdampf als zusätzliches Oxidationsmittel neben dem Sauerstoff.

[0051] Nachfolgend wird die Funktionsweise eines erfindungsgemässen Verfahrens am Beispiel einer erfindungsgemässen Antriebsvorrichtung 1 in Form eines Kolbenmotors genauer beschrieben und erläutert. Analog können als Verbrennungskraftmaschinen ausgestaltete erfindungsgemässe Vorrichtungen jedoch beispielsweise auch als Turbinen oder WankelMotoren ausgestaltet sein, etc.. Die heissen Abgase werden entsprechend dem Funktionsprinzip des jeweiligen Typs einer

Verbrennungskraftmaschine für die Leistung mechanischer Arbeit verwendet, und werden dabei teilweise entspannt. Anschliessend verlässt das Gasgemisch die Brennkammer. So wird beispielsweise bei einer als Viertakt-Kolbenmotor ausgestalteten erfindungsgemässen Verbrennungskraftmaschine beim dritten Takt das Abgasgemisch aus dem Zylinder ausgestossen, und anschliessend verdichtet, abgekühlt und zwischengespeichert.

[0052] Eine mögliche Ausführungsform einer als Verbrennungskraftmaschine ausgestalteten erfindungsgemässen Vorrichtung 1 zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens ist schematisch in Figur 3 dargestellt, am Beispiel eines Kolbenmotors mit einem Zylinder. Die dargestellte Verbrennungskraftmaschine 1 weist einen Zylinder 111 und einen darin beweglich angeordneten Kolben 112 auf, welche zusammen eine geschlossene Brennkammer 11 bilden. Mit einer lediglich schematisch dargestellten Zufuhrvorrichtung 16 wird in einem ersten Takt Sauerstoff 22 in die expandierende Brennkammer 11 eingebracht. Anschliessend wird in einem zweiten Takt der Sauerstoff 22 komprimiert, und am Ende des zweiten Takts mit einer Zufuhrvorrichtung 18 der Treibstoff 20 in die Brennkammer 11 eingebracht und verbrannt. Beim darauffolgenden dritten Takt verrichten die expandierenden Abgase 21 mechanische Arbeit, und beim vierten Takt werden die teilweise entspannten Abgase 21 durch eine nicht näher dargestellte Austrittsvorrichtung 12 aus der Brennkammer 11 abgeführt.

[0053] Die heissen Abgase 21, die im Wesentlichen nur aus Kohlendioxid und Wasserdampf bestehen, werden anschliessend in einem nachgeschalteten Wärmetauscher 13 abgekühlt. Dadurch wird das Volumen dieser Abgase 21 reduziert. Durch die Abkühlung kondensiert ein Teil des Wassers 23 aus, und wird abgetrennt. Das Restgas, das im wesentlichen nur noch aus Kohlendioxid 24 und gegebenenfalls Restanteilen Kohlenmonoxid und unreaktierten Betriebsstoffen besteht, wird in einem in Serie angeordneten Verdichter 14 komprimiert, und in einen Speicher 15, im einfachsten Fall einen Druckbehälter, gepumpt. Die Kondensationsstufe 13 vor der Verdichtung 14 verringert die unerwünschte Bildung von Kondenswassertröpfchen im Verdichter 14.

[0054] Die dargestellte erfindungsgemässe Verbrennungskraftmaschine 1 weist keine Emissionen auf. Da die Vorrichtung nicht mit Luft oder ähnlichen Gemischen betrieben wird, können auch keine luftspezifischen Schadstoffe wie beispielsweise Stickoxide entstehen. Das bei der Verbrennung entstehende Wasser ist unproblematisch, und kann abgetrennt werden. Das Kohlendioxid und andere Restgase werden im Speicher 15 aufgefangen und zur weiteren Verwendung gespeichert. Unverbrannte Anteile des Betriebsstoffes kondensieren entweder zusammen mit dem Wasser aus und werden abgetrennt, oder werden zusammen mit den Kohlendioxid verdichtet.

[0055] In den Betriebsstoffen für eine erfindungsgemässe Vorrichtung können je nach Qualitätsgrad neben

den Grundbausteinen C, H, O auch Schwefel und Phosphor vorhanden sein. Der Schwefel kann beispielsweise bei der bei der Verbrennung zu Schwefeldioxid und Schwefeltrioxid reagieren, was wiederum mit dem Wasser zu schwefliger Säure und Schwefelsäure reagiert. Diese korrosiven Schadstoffe können zusammen mit dem Wasser auskondensiert, abgetrennt und entsorgt werden. Das gleiche gilt für phosphorhaltige Schadstoffe und gegebenenfalls entstehende Feinstaubpartikel.

[0056] Eine weitere mögliche Ausführungsform einer als Verbrennungskraftmaschine ausgestalteten erfindungsgemässen Vorrichtung 1 zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens ist schematisch in Figur 4 dargestellt. In dieser Variante wird durch eine lediglich schematisch dargestellte Zufuhrvorrichtung 17 Wasser in die Brennkammer 11 eingebracht. Dies geschieht vorzugsweise so, dass während oder nach der Verbrennungsreaktion eine bestimmte Menge Wasser 23, flüssig oder dampfförmig, in die Brennkammer eingespritzt und fein verteilt wird. Dieses Wasser wird durch die Verbrennungswärme erhitzt, wodurch das gesamte Gasvolumen in der Brennkammer 11 steigt, und damit auch der für die Leistung der mechanischen Arbeit zur Verfügung stehende Gasdruck bzw. Gasvolumen. Entsprechend kann dann bei gleichbleibender Leistung die Menge an Treibstoff gesenkt werden.

[0057] Alternativ oder zusätzlich kann Wasser auch in den Abgasstrom 21 eingebracht werden, wenn dieser die Brennkammer 11 verlassen hat. Eine solche Variante hat den Vorteil, dass die Verbrennungsreaktion in der Brennkammer bei möglichst hohen Temperaturen effizient verlaufen kann, und gleichzeitig die resultierende Temperatur des Abgasstromes so niedrig ist, dass die nachfolgenden Einrichtungen 14, 13 nicht zu sehr belastet werden.

[0058] Die Menge an Wasser und der Zeitpunkt des Einspritzens werden so mit der Zufuhr von Betriebsstoff 21 und Sauerstoff 22 abgestimmt, dass die Verbrennungsreaktion effizient stattfinden kann. Vorteilhaft liegt die resultierende Temperatur während der Oxidationsreaktion im Wesentlichen so, dass ein möglichst hoher thermodynamischer Wirkungsgrad der Wärmekraftmaschine erreicht wird. Je grösser die Menge an verwendetem Wasser ist, desto geringer ist zudem der relative Anteil an Kohlendioxid in den Reaktionsgasen, was die nach der Auskondensation des Wassers verbleibende zu komprimierende Gasmenge reduziert.

[0059] In der in Figur 4 dargestellten Vorrichtung 1 werden die Abgase 21 zuerst in einem Verdichter 14 komprimiert, bevor sie anschliessend im Wärmetauscher 13 abgekühlt werden. Das Wasser 23 verbleibt im Gasgemisch 21, und sammelt sich in flüssiger Form im Druckbehälter 15. Bei der regelmässigen Entleerung des Kohlendioxids 24 kann dann gleichzeitig auch das Wasser 23 abgelassen werden. Die in Figur 4 gezeigte Variante ist auch mit der Verbrennungskraftmaschine 1 ohne Wassereinspritzung aus Figur 3 kombinierbar, und umgekehrt, und kann allgemein für eine erfindungsgemässe

Vorrichtung 1 verwendet werden.

[0060] Die für den Betrieb des Verdichters einer erfindungsgemässen Vorrichtung 1 notwendige Energie wird vorteilhaft durch die Vorrichtung selber erzeugt. Als Folge davon sinkt der erreichbare Wirkungsgrad der Vorrichtung. Jedoch wird damit gleichzeitig die Emissionsfreiheit der genannten erfindungsgemässen Vorrichtung und des erfindungsgemässen Verfahrens erreicht. Zudem ist die erreichbare Leistung bei gleicher Motorendimensionierung grösser, was den Leistungsverlust wieder ausgleicht.

[0061] Der Verdichter kann beispielsweise über ein geeignetes Getriebe direkt mit der Kurbelwelle einer Kolben-Verbrennungskraftmaschine betrieben werden. Ist die erfindungsgemässe Vorrichtung 1 als Turbine ausgestaltet, so kann der Verdichter direkt auf der gleichen Welle sitzen. Die Abgase können dann direkt anschliessend an den Expansionsvorgang kondensiert und der verbleibende Reststrom verdichtet werden.

[0062] In einer anderen Variante einer als Kolbenmotor ausgestalteten erfindungsgemässen Vorrichtung werden die Abgase innerhalb der Brennkammer beim dritten Takt bereits vorkomprimiert, und dann durch die Austrittsvorrichtung 12 abgelassen. Gegebenenfalls kann der nachgeschaltete Verdichter 14 auch weggelassen werden.

[0063] Eine solche Ausführungsform ist auch als Zweitakt-Variante möglich, weil die neue Beladung der Brennkammer mit Reaktionsgemisch (Treibstoff 20, Sauerstoff 22, Wasser 23) in einer erfindungsgemässen Vorrichtung sehr schnell erfolgen kann. In einem zweiten Aufwärtstakt werden die Abgase vorkomprimiert, und gegen Ende des Takts aus der Brennkammer abgelassen. Der gasförmige Sauerstoff kann unter hohem Druck am Ende des Aufwärtstakts in die Brennkammer eingeblasen werden, da für eine vollständige Verbrennungsreaktion vergleichsweise wenig Sauerstoff benötigt wird, und Wasser als zusätzliches Expansionsmittel vorhanden ist. Der flüssige Treibstoff 20 und das Wasser 23 als Expansionsmittel können ohnehin sehr schnell und unter hohem Druck in die Brennkammer eingespritzt werden.

[0064] Der Energieverbrauch für den Verdichter kann optimiert werden durch eine geeignete Kombination mit einem oder mehreren Wärmetauschern beziehungsweise Kühlelementen, in denen durch Abgabe von Wärmeenergie der Reaktionsgase an eine interne oder externe Wärmesenke das Gasvolumen reduziert werden kann.

[0065] Ebenfalls ist es möglich, eine erfindungsgemässe Vorrichtung 1 als Wärmekraftmaschine mit äusserer Verbrennung zu realisieren beispielsweise als Dampfmaschine bzw. Dampfturbine oder als Sterling-Motor.

[0066] Figur 4A zeigt eine andere vorteilhafte Ausführungsvariante einer erfindungsgemässen Antriebsvorrichtung 1, die als kombinierte Gas-/Dampfturbine ausgestaltet ist. Eine solche Antriebsvorrichtung ist besonders geeignet für Schiffe oder Kraftwerksanlagen.

[0067] In einer der Turbine vorgeschalteten Brenn-

kammer 710 wird Betriebsstoff 20 mit Sauerstoff 22 in einem Brenner 714 verbrannt, unter Bildung eines sehr heissen Abgases. In die Brennkammer 710 wird Wasser 23' eingebracht, vorzugsweise als überhitztes flüssiges Wasser mit einer Temperatur von beispielsweise 250 °C und einem Druck von 50 bar. Der resultierende Wasserdampf vermischt sich mit den Verbrennungsabgasen, so dass ein heisses (z.B. 600°C) Abgas 21' mit einem hohen Anteil an überhitztem Wasserdampf entsteht. Die genannten Abgase treten aus der Brennkammer 710 aus und werden in einer nachfolgenden Turbinenvorrichtung 719 in mechanische Arbeit 78 umgesetzt, mit welcher wiederum eine elektrische Generatoreinrichtung 74 angetrieben wird. Je nach Ausgestaltung der Vorrichtung verhält sich das Gasgemisch in der Brennkammer isochor, so dass der Gasdruck steigt, oder isobar, so dass das Gasvolumen entsprechend ansteigt, oder sowohl das Volumen als auch der Druck steigen an. Entsprechend muss auch die nachfolgende Turbinenvorrichtung 719 ausgestaltet werden. Geeignete Turbinen 719 sind aus dem Stand der Technik bekannt, und verfügen meist über mehrere Stufen. In einer alternativen Variante kann nach einer Hochdruckstufe der Turbinenvorrichtung 719 teilentspannter Prozessdampf 77 abgezogen und anderweitig verwendet werden.

[0068] Das entspannte Abgas 21" wird in einen Kondensator/Economizer 73 geleitet, wo das Wasser 23 auskondensiert und abgetrennt wird. Das verbleibende Restgas 24, welches im wesentlichen Kohlendioxid enthält, wird in einem Verdichter 72 komprimiert. Anschliessend wird es entweder in einem Gasspeicher 15 zwischengespeichert, oder direkt in die erste Stufe einer Verwertungsanlage 6 gefördert. Der Verdichter 72 wird vorteilhaft direkt über die Turbine 719 angetrieben.

[0069] Anstatt in die Brennkammer 710 kann das Wasser 23' auch erst anschliessend an die Brennkammer 710 mit dem Abgasstrom 21' gemischt werden, beispielsweise mittels einer Venturidüse.

[0070] In der Antriebsvorrichtung 71 werden die Menge Wasser 23' und die Menge an Brenngemisch 20, 22 und die weiteren wählbaren Parameter vorteilhaft so aufeinander abgestimmt, dass die nachfolgende Turbine eine möglichst hohe Energieausnutzung erreicht. Gleichzeitig soll der Anteil Wasser am Abgasgemisch 21' möglichst hoch sein. Zum einen wird so ein möglichst hoher Druckabfall des Gasgemischs auf dem Kondensator 73 erreicht. Dies erhöht die totale Druckdifferenz über die Turbine 719, und somit deren Effizienz. Zum anderen verbleibt weniger Restgas 24, das verdichtet 72 und gespeichert 15 werden muss.

[0071] Ein weiterer Vorteil des Einbringens von Wasserdampf in die Brennkammer ist der kühlende Effekt des Dampfes. Die exotherme Oxidation des sehr energiereichen Brennstoffgemischs kann zu sehr hohen Temperaturen führen, von bis zu 1000 °C oder gar 2000 °C. Solche Temperaturen würden die Strukturen der Brennkammer 710 und der nachfolgenden Turbinenvorrichtung 719 sehr stark belasten. Der vergleichsweise kalte

Wasserdampf wird vorzugsweise so in die Kammer eingebracht, dass er die Wände der Brennkammer 710 von der sehr heissen Flamme 715 abschirmt. Der Dampf kühlt schliesslich das gesamte Gasgemisch auf 600 °C bis 800°C ab, was die thermische Belastung der Turbinenblätter senkt und deren Lebensdauer erhöht.

[0072] Zusätzlich zu den bereits erwähnten Aspekten unterscheidet sich die dargestellte Antriebsvorrichtung 1 von einer herkömmlichen Gasturbine auch dadurch, dass der Brennkammer kein Verdichter vorgeschaltet ist. Dies erlaubt eine einfachere Gestaltung der Brennkammer 710 als bei einer Gasturbine. Da die Betriebsstoffe 20 mit reinem Sauerstoff 22 verbrannt werden, ist die erreichbare Energiedichte höher als mit Luft mit ihrem reduzierten Sauerstoffanteil. Um die Menge an pro Zeiteinheit in die Brennkammer 710 einbringbarem Sauerstoff zu erhöhen, kann der Sauerstoff unter Druck gesetzt werden. Die Turbinenvorrichtung 719 kann wie eine Dampfturbine gestaltet sein, da die Temperatur- und Druckbereiche des Abgases 21' im Wesentlichen dieselben sind.

[0073] Ein Fahrzeug 3 angetrieben durch eine erfindungsgemässe Vorrichtung 1 ist in Figur 5 schematisch dargestellt, als Beispiel für eine erfindungsgemässe mobile Maschine 3. Eine als Verbrennungskraftmaschine ausgestaltete erfindungsgemässe Vorrichtung 1 wird entweder direkt als Antriebsaggregat eingesetzt, oder wird alternativ konstant bei einem idealen Drehzahlbereich betrieben, wobei mit einem Generator Strom für ein elektrisches Antriebsaggregat erzeugt wird. Ist die erfindungsgemässe Vorrichtung 1 als Brennstoffzellensystem ausgestaltet, dient ebenfalls ein Elektromotor als Antriebsaggregat.

[0074] Das Fahrzeug 3 weist einen Tank 31 für den flüssigen oder gasförmigen Treibstoff 20 auf, sowie einen Drucktank 32 für den Sauerstoff 22. Der Gasspeicher für das Kohlendioxid wird vorteilhaft als Drucktank ausgestaltet. Eine erfindungsgemässe Vorrichtung 1 ist besonders für weniger gewichtssensitive Fahrzeuge geeignet, wie beispielsweise Land- und Wasserfahrzeuge, insbesondere Fahrzeuge im Stadtverkehr oder Schiffe und grössere Boote. Je nach Grösse des Fahrzeugs ist es auch möglich, den Sauerstoff vor Ort herzustellen, wodurch der Drucktank 32 lediglich als Zwischenspeicher dient und entsprechend kleiner ausgelegt werden kann.

[0075] Nicht gezeigt in Figur 5 ist ein möglicher Vorratsbehälter für das Wasser 23. Ein solcher kann jedoch vergleichsweise klein ausgestaltet werden. Das bei der Nachbehandlung der Abgase anfallende kondensierte Wasser kann wiederverwertet werden, wodurch der effektive Wasserverbrauch und damit die Grösse des notwendigen Vorratsbehälters noch kleiner wird.

[0076] Ebenfalls in Figur 5 dargestellt ist eine mögliche Ausgestaltung eines geschlossenen Kreislaufs für die Betriebsstoffversorgung eines solchen erfindungsgemässen Fahrzeugs 3. Das Fahrzeug 3 wird dazu an einer entsprechend eingerichteten Betankungsanlage 41 mit flüssigem oder gasförmigem Treibstoff 20 beladen, so-

wie mit komprimiertem Sauerstoff 22. Gleichzeitig wird das im Gasspeicher 15 aufgefangene Kohlendioxid 24 in einen entsprechenden Gasspeicher der Betankungsanlage 41 abgeführt.

[0077] In einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemässen Vorrichtung wird die bei der Oxidationsreaktion entstehende thermische Energie nicht in mechanische Arbeit umgesetzt, sondern zur Erwärmung eines fluiden Wärmetransportmediums genutzt. Das heisst, dass die Vorrichtung zur Erzeugung von thermischer Energie dient. Als Wärmetransportmedium, das den Transport der erzeugten thermischen Energie dient, kann beispielsweise Wasser, Öl, Luft oder Dampf benutzt werden.

[0078] In einer möglichen Variante einer solchen erfindungsgemässen Vorrichtung findet die Energie erzeugende Oxidationsreaktion in einer geeignet ausgestalteten Brennkammer statt, welche mit Mitteln zur Erwärmung des Transportmediums ausgestattet ist, beispielsweise einem Wärmetauscher. Diese Mittel dienen auch dem Abkühlen des entstehenden Abgasstromes.

[0079] Das erhitzte Wärmetransportmedium kann anschliessend in industriellen Anlagen genutzt werden, oder zum Heizen von Gebäuden. Beispielsweise kann eine Fernheizzentrale bzw. ein Blockheizkraftwerk mit einer solchen erfindungsgemässen Vorrichtung ausgestattet werden.

[0080] Die Betankungsanlage 41 bildet mit einer Treibstoffproduktionsanlage 6, wie sie in der internationalen Anmeldung Nr. PCT/EP2010/067847 des Anmelders offenbart ist, einen geschlossenen Kreislauf. Die Anlage 6 produziert aus kohlenstoffhaltigen Ausgangsmaterialien 27 flüssige oder gasförmige Kohlenwasserstoff-Treibstoffe 20. Diese werden mit geeigneten Mitteln zur Betankungsanlage 41 transportiert. Das Kohlendioxid 24 wiederum, gegebenenfalls mit Anteilen an Kohlenmonoxid und unreaktiertem Treibstoff, das vom Fahrzeug 3 in die Betankungsanlage 41 abgeführt worden ist, wird über geeignete Mittel zur Anlage 6 transportiert, wo es in den geschlossenen Kreislauf der Anlage 6 eingespeist wird.

[0081] Besonders geeignet ist eine Betankungsanlage 41 beispielsweise für öffentliche Busbetriebe einer Stadt. In der Regel werden deren Busse ausschliesslich in den betriebseigenen Betankungsanlagen betankt. Mit einer vergleichsweise geringen Anzahl umzurüstenden Betankungsanlagen 41 können also viele Fahrzeuge 3 erreicht werden. Dies führt zu tieferen Investitionskosten in eine entsprechende Gesamtanlage.

[0082] In räumlich klar definierten Gebieten, beispielsweise einer Stadt, können die Rückführung des Kohlendioxids und/oder die Versorgung mit Treibstoff auch über ein geeignetes Versorgungsnetz 5 erfolgen. Bei einem erfindungsgemässen Verfahren zur Versorgung eines oder mehrerer Abnehmer mit gasförmigen und/oder flüssigen Betriebsstoffen für dieses Verfahren, werden die Abnehmer mit einem ersten Versorgungsnetz mit gasförmigen und/oder flüssigen Betriebsstoffen aus einer oder

mehreren Produktionsanlagen und/oder aus einem oder mehreren ersten Speichern versorgt. Mit einem zweiten Rückführungsnetz werden mindestens ein Teil der beim Antriebsverfahren anfallenden Abgase, insbesondere Kohlendioxid, von den Abnehmern zu einer oder mehreren Produktionsanlagen und/oder zu einem oder mehreren zweiten Speichern zurückgeführt.

[0083] Figur 6 zeigt eine mögliche Ausgestaltung eines solchen Versorgungsnetzes zur Durchführung eines erfindungsgemässen Versorgungsverfahrens. Im gezeigten Beispiel verfügt das System über zwei ringförmige Netze. In ein erstes Versorgungsnetz 51 wird von einer Produktionsanlage 6 mit geschlossenem Kreislauf gasförmiger oder flüssiger Treibstoff 20 eingespeist. Aus diesem Netz 51 beziehen verschiedene Betankungsanlagen 41 die gasförmigen Treibstoffe. Ebenfalls an das Netz 51 angeschlossen ist ein erster Zwischenspeicher 81 und ein Stromkraftwerk 43, in welchem mittels einer erfindungsgemässen Vorrichtung wie beispielsweise in

Figur 4A dargestellt ein Stromgenerator betrieben wird. **[0084]** Zusätzlich ist ein zweites Rückführungsnetz 52 vorhanden, in welches die Betankungsanlagen 41 und das Stromkraftwerk 43 das anfallende Kohlendioxid 24 einspeisen. Dieses wird wiederum in die Produktionsanlage 6 zurückgefördert. Ein zweiter Zwischenspeicher 82 dient der Erhöhung der Kapazität des zweiten Netzes. Zusätzlich ist in der gezeigten Variante auch ein Endlager 44 für Kohlendioxid vorgesehen. Kohlendioxid kann aus dem zweiten Netz abgezweigt und unter Druck in ein ausgeschöpftes Erdöllager gepumpt werden, wo es dann dauerhaft verbleibt.

[0085] Wird eine erfindungsgemässe Vorrichtung direkt an ein solches erfindungsgemässes Versorgungssystem 5 angeschlossen, so kann auf einen Betriebsstofftank 31 und/oder Gasspeicher 15 für das Kohlendioxid ganz verzichtet werden, da das feste Leitungssystem diese Funktion übernimmt. Dies ist beispielsweise bei der Stromproduktionsanlage 43 in Figur 6 der Fall.

40 Bezugszeichenliste

[0086]

1	Vorrichtung
45 11	Brennkammer
111	Zylinder
112	Kolben
12	Austrittsvorrichtung, Entlüftungsvorrichtung
50 13	Wärmetauscher
14	Vorrichtung zur Verdichtung, Verdichter
15	Gasspeicher
16	Zufuhrvorrichtung für Sauerstoff
17	Zufuhrvorrichtung für Wasser
55 18	Zufuhrvorrichtung für Treibstoff
20	Betriebsstoff, Treibstoff
21, 21', 21"	Reaktionsprodukte, Produktgas, Verbrennungsgas, Abgas

22	Sauerstoff		
23, 23'	Wasser		
24	Kohlendioxid		
25	Wasserstoff		
27	kohlenstoffhaltige Ausgangsstoffe	5	
3	Fahrzeug, mobile oder stationäre Maschine		
31	Treibstofftank		
32	Sauerstofftank		
41	Betankungsanlage	10	
43	Anlage zur Stromproduktion		
44	Endlager für Kohlendioxid		
5	Versorgungssystem		
51	Versorgungsnetz Treibstoff		
52	Rückführungsnetz Kohlendioxid	15	
6	Anlage zur thermisch-chemischen Verwertung von kohlenstoffhaltigen Substanzen		
61a	Erste Stufe zur Erzeugung von Synthesegasgemisch	20	
61b	Zweite Stufe zur Erzeugung von Synthesegasgemisch		
62	Dritte Stufe zur Erzeugung von Kohlenwasserstoffderivaten und anderen Wertstoffen	25	
63	Pyrolysekoks		
64	Pyrolysegas		
65	Synthesegasgemisch		
66	Rücklaufgase mit Kohlendioxid		
71	Vorrichtung	30	
710	Brennkammer		
711	Zylinder		
712	Kolben		
713	Austrittsvorrichtung, Entlüftungsvorrichtung	35	
714	Brenner		
715	Flamme		
716	Zufuhrvorrichtung für Sauerstoff		
717	Zufuhrvorrichtung für Wasser		
718	Zufuhrvorrichtung für Betriebsstoff	40	
719	Turbine		
72	Verdichter		
73	Kondensator/Economizer		
74	Generatorvorrichtung		
75	externer Kühlkreislauf	45	
76	elektrische Energie		
77	Prozessdampf		
78	mechanische Energie		
81	Erster Speicher, Speicher für Betriebsstoffe	50	
82	Zweiter Speicher, Speicher für Abgase		

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verrichtung mechanischer Arbeit mit einer Verbrennungskraftmaschine, beispielsweise einem Kolbenmotor oder einer Turbine,

bei welchem die zum Betrieb notwendige Energie aus der Oxidation von kohlenstoffhaltigen Betriebsstoffen (20) zu einem Abgas (21) im Wesentlichen bestehend aus Kohlendioxid (24) und Wasser (23) bezogen wird, indem in mindestens einer Brennkammer (11) der Verbrennungskraftmaschine Betriebsstoff mit sauerstoffangereicherter Luft oder reinem Sauerstoff (22) verbrannt wird, und der entstehende Gasdruck bzw. das entstehende Gasvolumen in mechanische Arbeit umgesetzt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** Sauerstoff in die mindestens eine Brennkammer zugeführt (16) wird; Wasser (25) direkt in die mindestens eine Brennkammer eingebracht (17) wird; und das bei der Oxidationsreaktion entstehende Abgas (21) nach dem Austritt (12) aus der mindestens einen Brennkammer verdichtet und/oder kondensiert und in einem Speicher (15) aufgefangen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Oxidationsmittel sauerstoffangereicherte Luft, vorzugsweise mit einem Sauerstoffanteil von > 95%, oder reiner Sauerstoff (22) verwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die verdichteten Abgase (21) vor und/oder nach der Verdichtung und/oder Kondensation abgekühlt werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus den Abgasen (21) Wasser auskondensiert und/oder abgeschieden wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem Austritt (12) des Abgasstrom (21) aus der mindestens einen Brennkammer (11) Wasser (23) in den Abgasstrom eingebracht wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Betriebsstoffe (20) mit einem Verfahren zur thermisch-chemischen Verwertung von kohlenstoffhaltigen Ausgangsstoffen (27) hergestellt werden, bei welchem in einer ersten Stufe die kohlenstoffhaltigen Ausgangsstoffe (27) pyrolysiert werden, wobei Pyrolysekoks und Pyrolysegas entstehen; in einer zweiten Stufe der Pyrolysekoks aus der ersten Stufe vergast wird, wobei Synthesegas entsteht, und Schlacke und andere Reststoffe übrig bleiben und abgeführt werden; und in einer dritten Stufe das Synthesegas aus der zweiten Stufe in die Betriebsstoffe (20) umgewandelt wird; wobei überschüssiges Rücklaufgas (66) aus der dritten Stufe in die erste Stufe und/oder die zwei-

te Stufe geleitet wird, und die drei Stufen einen geschlossenen Kreislauf bilden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein mindestens ein Teil der Abgase (21) in einem Verfahren zur thermisch-chemischen Verwertung von kohlenstoffhaltigen Ausgangsstoffen (27) verwertet werden, bei welchem in einer ersten Stufe die kohlenstoffhaltigen Ausgangsstoffe (27) pyrolysiert werden, wobei Pyrolysekoks und Pyrolysegas entstehen; in einer zweiten Stufe der Pyrolysekoks aus der ersten Stufe vergast wird, wobei Synthesegas entsteht, und Schlacke und andere Reststoffe übrig bleiben und abgeführt werden; und in einer dritten Stufe das Synthesegas aus der zweiten Stufe in die Betriebsstoffe (20) umgewandelt wird; wobei überschüssiges Rücklaufgas (66) aus der dritten Stufe in die erste Stufe und/oder die zweite Stufe geleitet wird, und die drei Stufen einen geschlossenen Kreislauf bilden; und wobei die Abgase in die erste Stufe und/oder die zweite Stufe und/oder die dritte Stufe eingespeist werden.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abgase (21) in das Rücklaufgas (66) eingespeist werden.
9. Verfahren zur Versorgung eines oder mehrerer Abnehmer (41, 43, 3), welche ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 durchführen, mit gasförmigen und/oder flüssigen Betriebsstoffen (20) für dieses Antriebsverfahren, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abnehmer (41, 43, 3) mit einem ersten Versorgungsnetz (51) mit gasförmigen und/oder flüssigen Betriebsstoffen (20) aus einer oder mehreren Produktionsanlagen (6) und/oder aus einem oder mehreren ersten Speichern (81) versorgt werden, und dass mit einem zweiten Rückführungsnetz (52) mindestens ein Teil der beim Antriebsverfahren anfallenden Abgase (21), insbesondere Kohlendioxid (24), von den Abnehmern (41, 43, 3) zu einer oder mehreren Produktionsanlagen (6) zurückgeführt und/oder zu einem oder mehreren zweiten Speichern (82) zurückgeführt werden.

50

55

Fig. 1

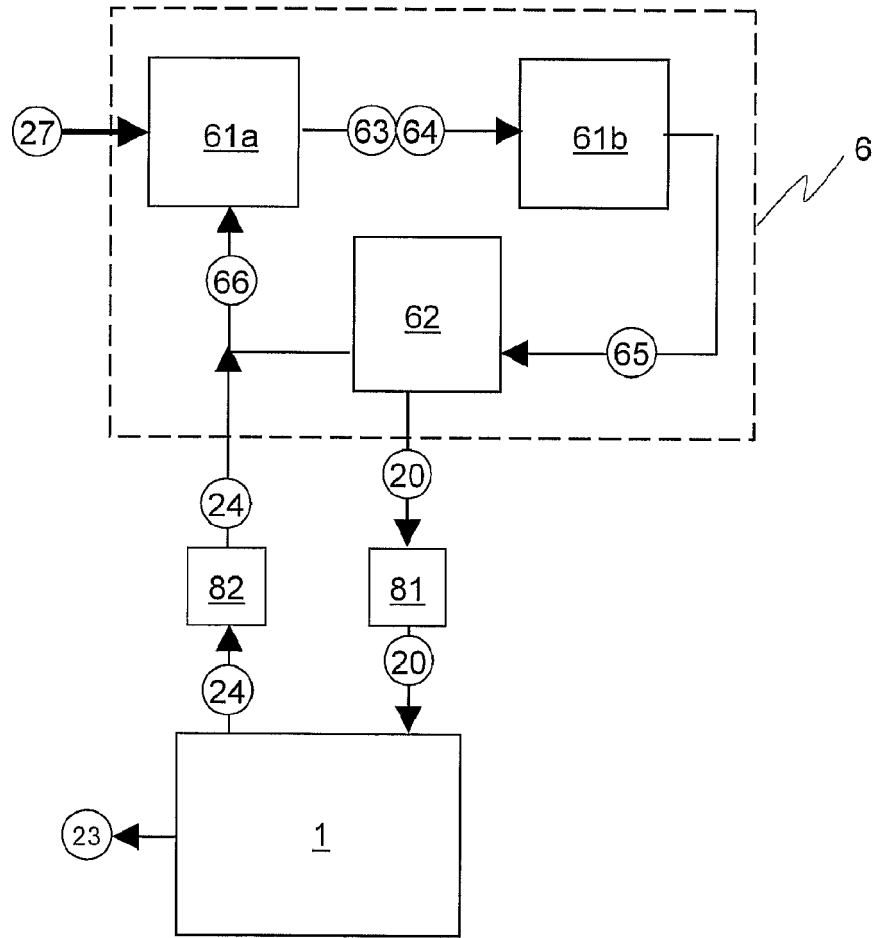


Fig. 2

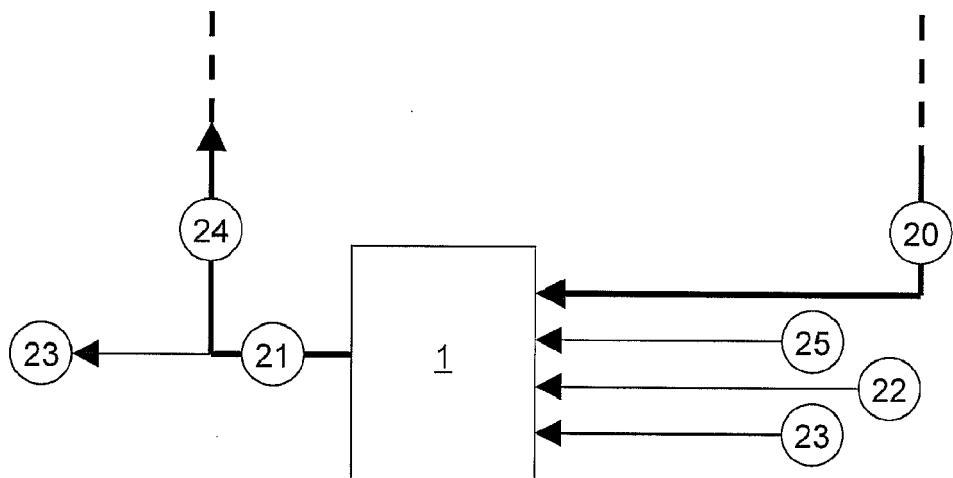


Fig. 3

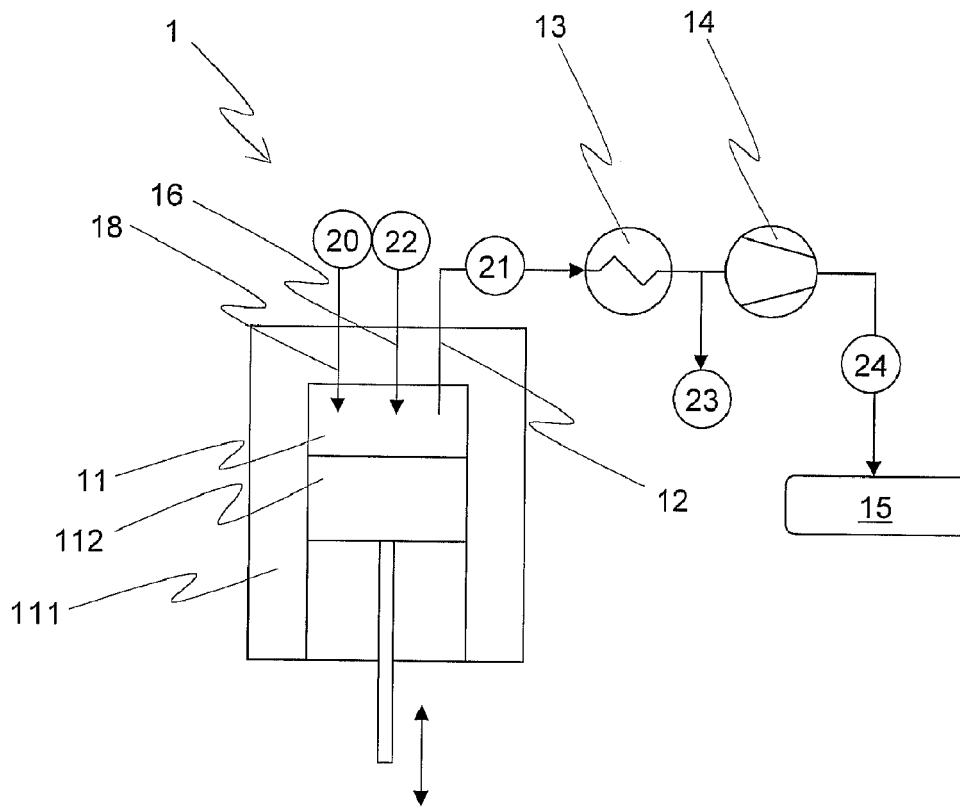


Fig. 4

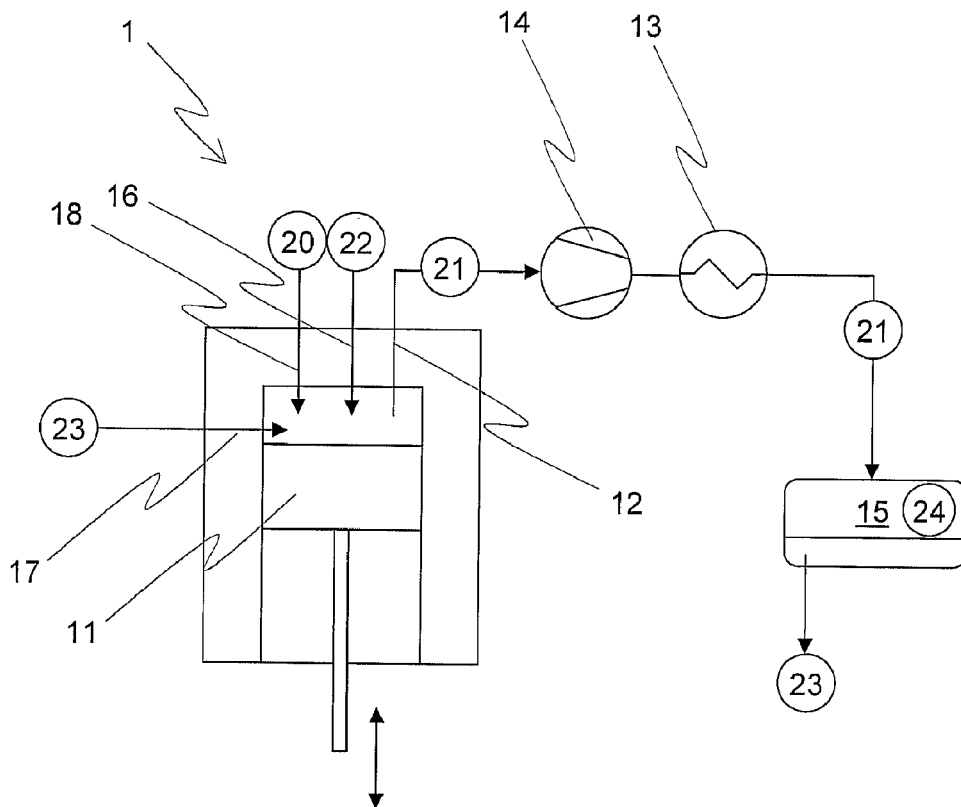


Fig. 4A

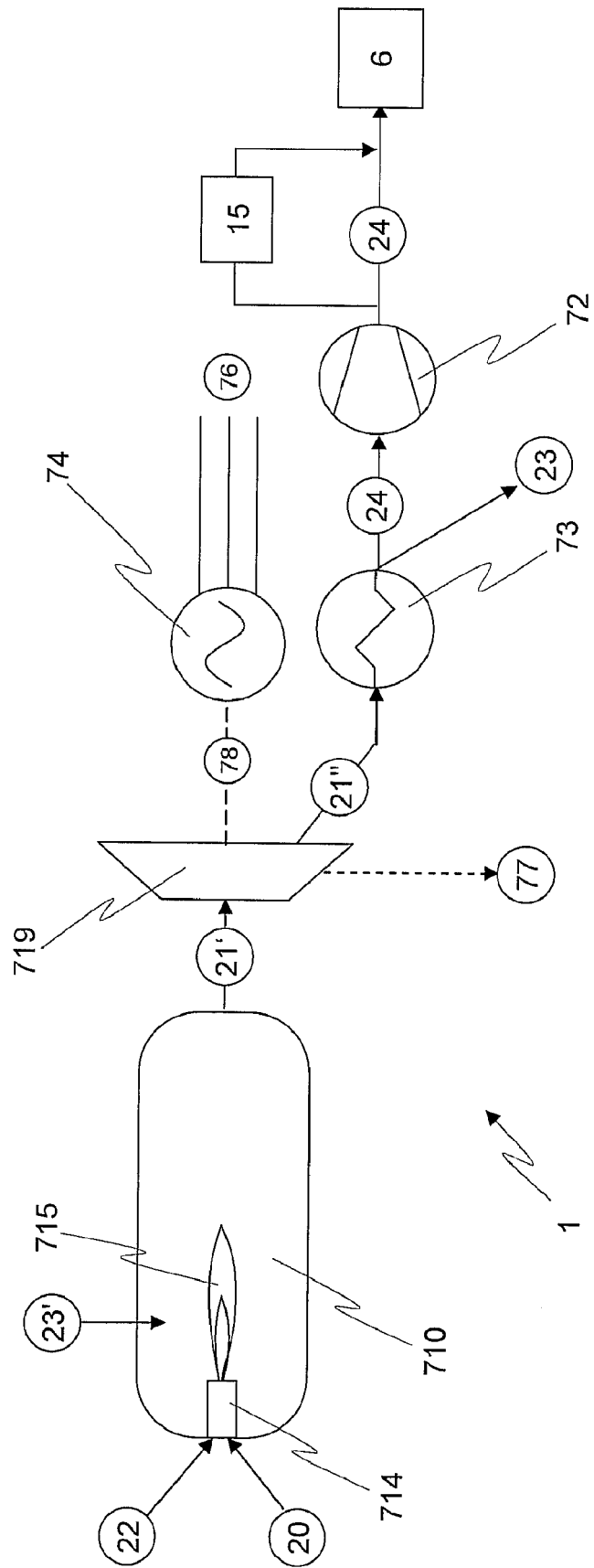


Fig. 5

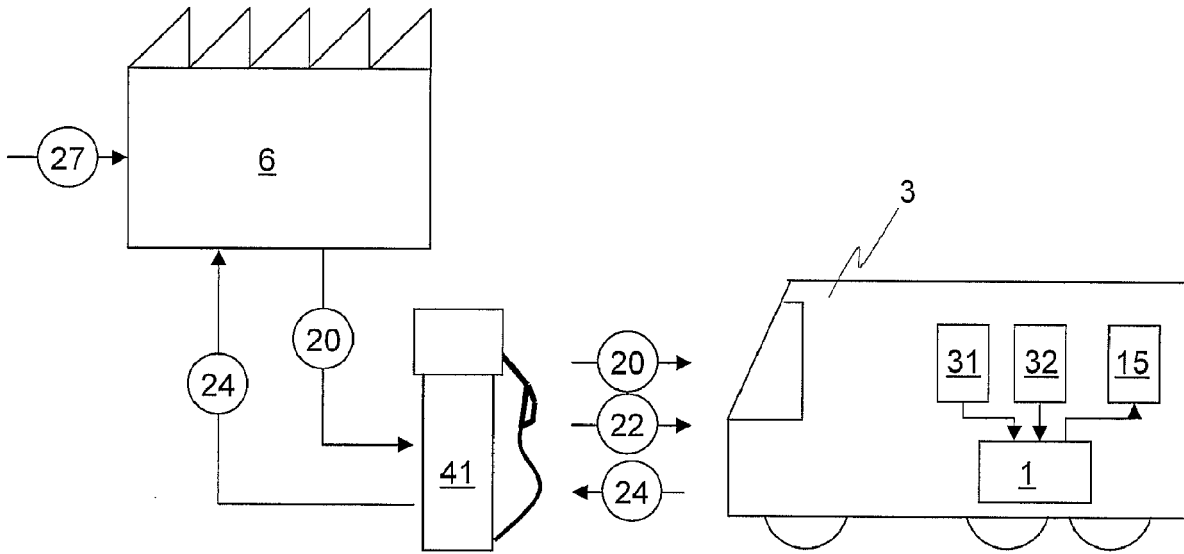
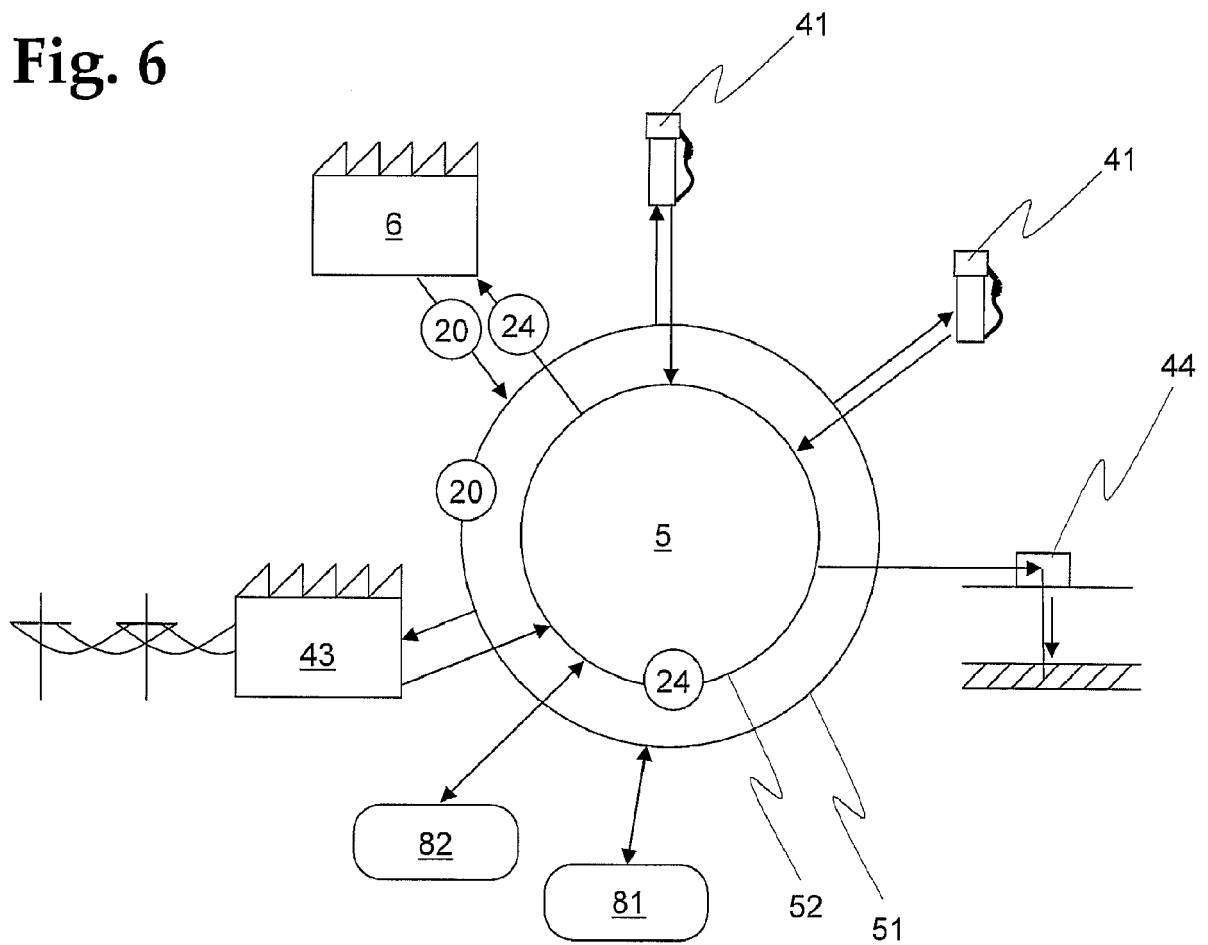


Fig. 6





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 20 18 1575

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2009/144369 A2 (FOSTER WHEELER ENERGIA OY [FI]) 3. Dezember 2009 (2009-12-03)	1-5	INV. C10J3/66 C07C29/151 C10G2/00 F23J15/00
Y	* Absatz [0033] - Absatz [0044]; Abbildung 1 *	6-9	
X	WO 2007/079381 A2 (JUPITER OXYGEN CORP [US]) 12. Juli 2007 (2007-07-12)	1-5	
Y	* Absatz [0017] - Absatz [0054]; Abbildung 1 *	6-9	
X	WO 2004/054029 A1 (AKER KVAERNER TECHNOLOGY [NO]; HILMEN ANNE-METTE [NO]; URSIN TORD PETE) 24. Juni 2004 (2004-06-24)	1-5	RECHERCHIERTES SACHGEBIETE (IPC) C10J C07C C10G F23J H01M H02J F23G C10K
Y	* Seite 13, Zeile 22 - Seite 17, Zeile 24; Abbildungen 1-5 *	6-9	
Y	HOFFMANN B: "Verfahren zur Herstellung des synthetischen Biokraftstoffs "SunDiesel" Process for the production of the synthetic biofuel "SunDiesel", AUFBEREITUNGS TECHNIK, VERLAG FUER AUFBEREITUNG, WIESBADEN, DE, Bd. 49, Nr. 1/2, 1. Januar 2008 (2008-01-01), Seiten 6-17, XP001510470, ISSN: 0004-783X * das ganze Dokument *	6-9	
		-/--	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 19. Januar 2021	Prüfer Munteh, Louis
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 Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 02 (P04CC03)

55



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 20 18 1575

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	ZWART R W R ET AL: "High efficiency co-production of synthetic natural gas (SNG) and Fischer-Tropsch (FT) transportation fuels from biomass", ENERGY & FUELS, AMERICAN CHEMICAL SOCIETY, WASHINGTON, DC, US, Bd. 19, Nr. 2, 1. März 2005 (2005-03-01), Seiten 591-597, XP002578278, ISSN: 0887-0624, DOI: 10.1021/EF049837W [gefunden am 2005-02-02] * das ganze Dokument *	6-9	
Y	EP 1 526 165 A1 (INST FRANCAIS DU PETROLE [FR]; COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 27. April 2005 (2005-04-27) * das ganze Dokument *	6-9	
Y	DE 10 2007 041624 A1 (UNIV DRESDEN TECH [DE]) 5. März 2009 (2009-03-05) * das ganze Dokument *	6-9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 19. Januar 2021	Prüfer Munteh, Louis
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 Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 02 (P04CC03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 20 18 1575

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

19-01-2021

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2009144369 A2	03-12-2009	US 2009297993 A1	03-12-2009
		WO 2009144369 A2	03-12-2009
WO 2007079381 A2	12-07-2007	AU 2006332510 A1	12-07-2007
		CA 2635611 A1	12-07-2007
		CN 101375099 A	25-02-2009
		CN 103216844 A	24-07-2013
		EA 200870121 A1	28-04-2009
		EP 1969286 A2	17-09-2008
		EP 2495493 A2	05-09-2012
		ES 2602428 T3	21-02-2017
		JP 6224887 B2	01-11-2017
		JP 2009522090 A	11-06-2009
		JP 2013063434 A	11-04-2013
		JP 2014176851 A	25-09-2014
		JP 2016173231 A	29-09-2016
		JP 2018173271 A	08-11-2018
		KR 20080092348 A	15-10-2008
		KR 20140015628 A	06-02-2014
		KR 20150038610 A	08-04-2015
		WO 2004054029 A1	24-06-2004
PL 1969286 T3	31-03-2017		
US 2007207419 A1	06-09-2007		
US 2012222593 A1	06-09-2012		
US 2014230703 A1	21-08-2014		
WO 2007079381 A2	12-07-2007		
ZA 200805838 B	29-07-2009		
AU 2003288797 A1	30-06-2004		
EP 1590848 A1	02-11-2005		
JP 2006509345 A	16-03-2006		
EP 1526165 A1	27-04-2005	NO 320939 B1	13-02-2006
		US 2006115691 A1	01-06-2006
		WO 2004054029 A1	24-06-2004
		AT 464367 T	15-04-2010
		CA 2483041 A1	24-04-2005
		DK 1526165 T3	26-07-2010
		EP 1526165 A1	27-04-2005
FR 2861402 A1	29-04-2005		
US 2005250862 A1	10-11-2005		
DE 102007041624 A1	05-03-2009	KEINE	

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 2010067847 W [0031] [0041] [0080]