

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
28. Juli 2011 (28.07.2011)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/089200 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:

C10J 3/66 (2006.01) C10G 2/00 (2006.01)
C07C 29/151 (2006.01) F23J 15/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/050788

(22) Internationales Anmeldedatum:
20. Januar 2011 (20.01.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10151473.5	22. Januar 2010 (22.01.2010)	EP
10151481.8	22. Januar 2010 (22.01.2010)	EP
10154449.2	23. Februar 2010 (23.02.2010)	EP

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **RV LIZENZ AG** [CH/CH]; Dammstrasse 19, CH-6301 Zug (CH).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **RÜDLINGER, Mikael** [CH/CH]; Römerstrasse 92, CH-8404 Winterthur (CH).

(74) Anwalt: **RENTSCH & PARTNER**; Assoc. No. 254, 2441, Fraumünsterstrasse 9, P.O. Box 2441, CH-8022 Zürich (CH).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

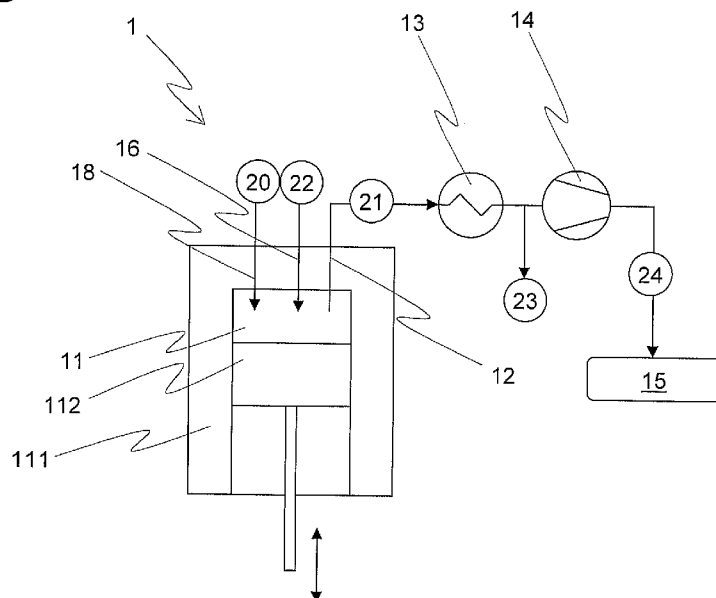
Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

(54) Title: EMISSION-FREE DEVICES AND METHOD FOR PERFORMING MECHANICAL WORK AND FOR GENERATING ELECTRICAL AND THERMAL ENERGY

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

Fig. 3



(57) Abstract: In a device (1) for performing mechanical work and/or for generating electrical or thermal energy, the energy necessary for operation is derived from the oxidation of carbon-containing fuels (20) to form carbon dioxide (24) and water (23). The device has means (14) for compressing and/or condensing the exhaust gas (21) and a store (15) for accommodating the compressed and/or condensed exhaust gas (21).

(57) Zusammenfassung: In einer Vorrichtung (1) zur Verrichtung mechanischer Arbeit und und/oder zur Erzeugung von elektrischer oder thermischer Energie wird die zum Betrieb notwendige Energie aus der Oxidation von kohlenstoffhaltigen Betriebsstoffen (20) zu Kohlendioxid (24) und Wasser (23) bezogen. Die Vorrichtung weist Mittel (14) zur Verdichtung und/oder Kondensation des Abgases (21) und einen Speicher (15) zur Aufnahme des verdichteten und/oder kondensierten Abgases (21) auf.

Emissionsfreie Vorrichtungen und Verfahren zur Verrichtung mechanischer Arbeit und zur Erzeugung von elektrischer und thermischer Energie

Technisches Gebiet

- 5 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

- 10 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
15 Filtern und Katalysatoren, und zum anderen die Bildung dieser Schadstoffe zu reduzieren.

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.

- 20 Die Vermeidung von Kohlendioxidemissionen ist daher sehr wünschenswert.

In der Regel ist ein Herausfiltern von Kohlendioxid aus Verbrennungsabgasen mit vernünftigem energetischem Aufwand nur schwer möglich. Für den grossindustriellen Massstab wer-

den 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.

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.

Alternativ wurden zur Gewinnung von elektrischer Energie zum Betrieb elektrisch angetriebener Fahrzeuge Brennstoffzellensysteme entwickelt. In diesen Brennstoffzellensystemen wird aus kohlenwasserstoffbasierten Treibstoffen und Luftsauerstoff elektrochemisch Strom erzeugt. Auch hier jedoch resultiert als Reaktionsprodukt Kohlendioxid.

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.

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

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
5 eine solche Vorrichtung beziehungsweise ein solches Verfahren stark reduzierte Emissionen oder gar keine Emissionen aufweisen.

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 Wiederverwer-
10 tung zu speichern.

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

Diese und weitere Aufgaben werden gelöst durch eine erfindungsgemässe Vorrichtung, Geräte, Maschinen und Anlagen, die mit solchen Vorrichtungen betrieben werden, insbesonde-
15 re 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
20 den unabhängigen Ansprüchen. Weitere vorteilhafte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen gegeben.

Darstellung der Erfindung

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.

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

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

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

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

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.

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

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
10 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.

Eine erfindungsgemässe Maschine, insbesondere eine mobile oder stationäre Maschine, und
15 erfindungsgemässe Vorrichtung oder Anlage zum Heizen von Gebäuden, insbesondere eine Heizzentrale, umfasst eine solche erfindungsgemässe Vorrichtung.

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
20 einem Speicher der mobilen Maschine auf.

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

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
5 dient dem Rücktransport von Abgasen, insbesondere Kohlendioxid, von den Abnehmern zu einer oder mehreren Produktionsanlagen und/oder einem oder mehreren zweiten Speichern.

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 wesentli-
10 chen bestehend aus Kohlendioxid und Wasser bezogen. Die bei der Oxidationsreaktion entstehenden Abgase werden verdichtet und/oder kondensiert und in einem Speicher aufgefangen.

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

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

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

20 Vorteilhaft wird ein erfindungsgemässes Verfahren mit einer Brennstoffzelle oder einer Wärmekraftmaschine oder einer Heizvorrichtung durchgeführt.

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 Synthesegas aus der zweiten Stufe in die Betriebstoffe
5 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.

In der internationalen Anmeldung Nr. PCT/EP2010/067847 des Anmelders vom 19. November 2010 mit dem Titel "Verfahren und Anlage zur thermisch-chemischen Verarbeitung
10 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.

Bei noch einer weiteren vorteilhaften Variante eines erfindungsgemässen Verfahrens wird
15 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 Betriebstoffe
20 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.

25 Vorzugsweise werden die Abgase in das Rücklaufgas eingespeist.

- 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
- 5 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.
- 10 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

- 15 Zum besseren Verständnis der vorliegenden Erfindung wird nachfolgend auf die Zeichnungen Bezug genommen. Diese zeigen lediglich Ausführungsbeispiele des Erfindungsgegenstands.

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.

20

Figur 2 zeigt schematisch eine Variante einer erfindungsgemässen Vorrichtung.

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

- Figur 4 zeigt schematisch eine andere Ausführungsform einer als Verbrennungskraftmaschine ausgestalteten erfindungsgemässen Vorrichtung.
- Figur 4A zeigt schematisch eine als kombinierte Gas-/Dampfturbine ausgestaltete erfindungsgemässe Vorrichtung.
- 5 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.
- 10 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

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

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
20 von kohlenstoffhaltigen Betriebsstoffen zu einem Abgas bezogen. Die bei der Oxidationsreaktion entstehenden Abgase werden verdichtet und/oder kondensiert und in einem Speicher aufgefangen. Die Verwertung 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.

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.

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

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.

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 61b 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 Wertsstoffe 20 erzeugt, die anderweitig verwendet werden können, bei-

20 25

spielsweise 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 einer 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.

10 Eine erfindungsgemäße Vorrichtung 1 verwendet 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
15 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.

20 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
25 zum Kohlendioxid nachbehandelt werden.

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
5 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.

10 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
20 sehr stark vermindert oder gar ganz vermieden werden.

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
25 Endlagerung von Kohlendioxid durch Einpumpen in leere Erdöl- und Erdgasfelder.

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.

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.

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.

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 Wankel-
5 Motoren 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.
10

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
15 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
20 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.

25 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 Kondensations-
5 stufe 13 vor der Verdichtung 14 verringert die unerwünschte Bildung von Kondenswassertropfchen im Verdichter 14.

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
10 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.

15 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 schwefeliger Säure und Schwefelsäure reagiert. Diese korrosiven Schadstoffe können zusammen mit dem Wasser auskondensiert,
20 abgetrennt und entsorgt werden. Das gleiche gilt für phosphorhaltige Schadstoffe und gegebenenfalls entstehende Feinstaubpartikel.

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 sche-
25 matisch dargestellte Zufuhrvorrichtung 17 Wasser in die Brennkammer 11 eingebracht. Dies geschieht vorzugsweise so, dass während oder nach der Verbrennungsreaktion eine be-

stimmte 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
5 kann dann bei gleichbleibender Leistung die Menge an Treibstoff gesenkt werden.

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
10 ist, dass die nachfolgenden Einrichtungen 14, 13 nicht zu sehr belastet werden.

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
15 der Auskondensation des Wassers verbleibende zu komprimierende Gasmenge reduziert.

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
20 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.

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,
5 was den Leistungsverlust wieder ausgleicht.

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
10 sitzen. Die Abgase können dann direkt anschliessend an den Expansionsvorgang kondensiert und der verbleibende Reststrom verdichtet werden.

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
15 nachgeschaltete Verdichter 14 auch weggelassen werden.

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 abge-
20 lassen. 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.

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.

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

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

In einer der Turbine vorgeschalteten Brennkammer 710 wird Betriebstoff 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
15 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
20 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 Hoch-
25 druckstufe der Turbinenvorrichtung 719 teilentspannter Prozessdampf 77 abgezogen und anderweitig verwendet werden.

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.

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.

10 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.

Ein weiterer Vorteil des Einbringens von Wasserdampf in die Brennkammer ist der kühlende Effekt des Dampfs. 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.

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.

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.

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.

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.

Ebenfalls in Figur 5 dargestellt ist eine mögliche Ausgestaltung eines geschlossenen Kreislaufs für die Betriebstoffversorgung eines solchen erfindungsgemässen Fahrzeugs 3. Das Fahrzeug 3 wird dazu an einer entsprechend eingerichteten Betankungsanlage 41 mit flüssigem oder gasförmigem Treibstoff 20 beladen, sowie mit komprimiertem Sauerstoff 22. Gleichzeitig wird das im Gasspeicher 15 aufgefangene Kohlendioxid 24 in einen entsprechenden Gasspeicher der Betankungsanlage 41 abgeführt.

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, dass den Transport der erzeugten thermischen Energie dient, kann beispielsweise Wasser, Öl, Luft oder Dampf benutzt werden.

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.

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.

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.

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.

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.

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 Pro-

duktionsanlage 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
5 beispielsweise in Figur 4A dargestellt ein Stromgenerator betrieben wird.

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
10 te 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.

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
15 der Fall.

Bezugszeichenliste

	1	Vorrichtung
	11	Brennkammer
	111	Zylinder
5	112	Kolben
	12	Austrittsvorrichtung, Entlüftungsvorrichtung
	13	Wärmetauscher
	14	Vorrichtung zur Verdichtung, Verdichter
	15	Gasspeicher
10	16	Zufuhrvorrichtung für Sauerstoff
	17	Zufuhrvorrichtung für Wasser
	18	Zufuhrvorrichtung für Treibstoff
	20	Betriebsstoff, Treibstoff
	21, 21', 21''	Reaktionsprodukte, Produktgas, Verbrennungsgas, Abgas
15	22	Sauerstoff
	23, 23'	Wasser
	24	Kohlendioxid
	25	Wasserstoff
	27	kohlenstoffhaltige Ausgangsstoffe
20	3	Fahrzeug, mobile oder stationäre Maschine
	31	Treibstofftank
	32	Sauerstofftank
	41	Betankungsanlage
	43	Anlage zur Stromproduktion
25	44	Endlager für Kohlendioxid
	5	Versorgungssystem
	51	Versorgungsnetz Treibstoff
	52	Rückführungsnetz Kohlendioxid
	6	Anlage zur thermisch-chemischen Verwertung von kohlenstoffhaltigen Substanzen
30	61a	Erste Stufe zur Erzeugung von Synthesegasgemisch
	61b	Zweite Stufe zur Erzeugung von Synthesegasgemisch
	62	Dritte Stufe zur Erzeugung von Kohlenwasserstoffderivaten und anderen Wertsstoffen
35	63	Pyrolysekoks
	64	Pyrolysegas
	65	Synthesegasgemisch
	66	Rücklaufgase mit Kohlendioxid
	71	Vorrichtung

	710	Brennkammer
	711	Zylinder
	712	Kolben
	713	Austrittsvorrichtung, Entlüftungsvorrichtung
5	714	Brenner
	715	Flamme
	716	Zufuhrvorrichtung für Sauerstoff
	717	Zufuhrvorrichtung für Wasser
	718	Zufuhrvorrichtung für Betriebsstoff
10	719	Turbine
	72	Verdichter
	73	Kondensator/Economizer
	74	Generatorvorrichtung
	75	externer Kühlkreislauf
15	76	elektrische Energie
	77	Prozessdampf
	78	mechanische Energie
	81	Erster Speicher, Speicher für Betriebsstoffe
	82	Zweiter Speicher, Speicher für Abgase

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zur Verrichtung mechanischer Arbeit und/oder zur Erzeugung von elektrischer oder thermischer Energie, wobei die Vorrichtung (1) 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) bezieht, gekennzeichnet durch eine Vorrichtung (14) zur Verdichtung und/oder Kondensation des Abgases (21) und einen Speicher (15) zur Aufnahme des verdichteten und/oder kondensierten Abgases (21).
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (1) mit sauerstoffangereicherter Luft, vorzugsweise mit einem Sauerstoffanteil von > 95%, und/oder mit reinem Sauerstoff als Oxidationsmittel betreibbar ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch einen Wärmetauscher (13) zur Abkühlung des Abgasstromes (21) vor und/oder nach der Vorrichtung (14) zur Verdichtung und/oder Kondensation des Abgases (21).
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch eine Vorrichtung zur Kondensation und/oder Abscheidung von Wasser (23) aus dem Abgas (21).
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (1) als Brennstoffzelle oder als Wärmekraftmaschine oder als Heizvorrichtung ausgestaltet ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (1) als Wärmekraftmaschine ausgestaltet ist, und dass diese Wärmekraftmaschine eine Verbrennungskraftmaschine ist, beispielsweise ein Kolbenmotor oder eine Turbine, mit mindestens einer Brennkammer (11) zur Verbrennung von Betriebsstoff (20) mit sauerstoffangereicherter Luft oder reinem Sauerstoff (22), mit Mitteln zur Umsetzung des entstehenden Gasdrucks bzw. Gasvolumens in mechanische Arbeit, mit einer Zufuhrvorrichtung (16) zum Einbringen von Sauerstoff (22) in die Brennkammer (11), und mit einer Austrittsvorrichtung (12) zur Entfernung der Abgase (21) aus der Brennkammer (11), wobei stromabwärts an die Austrittsvorrichtung (12) ein Verdichter (14) zur Verdichtung der Abgase (21) und/oder eine Kondensationsvorrichtung zur teilweisen Kondensation der Abgase (21) vorgesehen sind.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, gekennzeichnet durch eine Zufuhrvorrichtung (17) zum Einbringen von Wasser (23) in die Brennkammer (11) und/oder in den Abgasstrom (21) nach dem Austritt aus der Brennkammer (11).
8. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (1) als Heizvorrichtung ausgestaltet ist, mit mindestens einer Brennkammer (11) zur Verbrennung von Betriebsstoff (20) mit sauerstoffangereicherter Luft oder Sauerstoff (22), mit Mitteln zur Übertragung der entstehenden thermischen Energie auf ein fluides Wärmetransportmedium, mit einer Zufuhrvorrichtung (16) zum Einbringen von Sauerstoff (22) in die Brennkammer (11), und mit einer Austrittsvorrichtung (12) zur Entfernung der Abgase (21) aus der Brennkammer (11), wobei stromabwärts an die Austrittsvorrichtung (12) ein Verdichter (14) zur Verdichtung der Abgase (21) und/oder eine Kondensationsvorrichtung zur teilweisen Kondensation der Abgase (21) vorgesehen sind.
9. Maschine (3), insbesondere eine mobile oder stationäre Maschine, mit einer Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7.

10. Vorrichtung oder Anlage zum Heizen von Gebäuden, insbesondere eine Heizzentrale, mit einer Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5 und 8.
11. Betankungsanlage (41) zur Betankung einer mobilen Maschine (3) oder Anlage mit einer Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 mit gasförmigen oder flüssigen Betriebsstoffen (20), gekennzeichnet durch Mittel zur Entnahme von verdichteten Gasen (21), insbesondere Kohlendioxid (24), aus einem Speicher (15) der mobilen Maschine (3) oder Anlage.
12. Betankungsanlage nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch Mittel zum Betanken der mobilen Maschine (3) mit Sauerstoff (22) oder sauerstoffangereicherter Luft.
13. Versorgungssystem (5) zur Versorgung eines oder mehrerer Abnehmer (41, 43, 3) mit gasförmigen und/oder flüssigen Betriebsstoffen (20), gekennzeichnet durch ein erstes Versorgungsnetz (51) für den Transport der Betriebsstoffe (20) von einer oder mehreren Produktionsanlagen (6) und/oder von einem oder mehreren ersten Speichern (81) zu den Abnehmern (41, 43, 3), und ein zweites Rückführungsnetz (52), zum Rücktransport von Abgasen (21), insbesondere Kohlendioxid (24), von den Abnehmern (41, 43, 3) zu einer oder mehreren Produktionsanlagen und/oder zu einem oder mehreren zweiten Speichern (82).
14. Verfahren zur Verrichtung mechanischer Arbeit und/oder zur Erzeugung von elektrischer oder thermischer Energie, 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, dadurch gekennzeichnet, dass die bei der Oxidationsreaktion entstehenden Abgase (21) verdichtet und/oder kondensiert und in einem Speicher (15) aufgefangen werden.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass als Oxidationsmittel sauerstoffangereicherte Luft, vorzugsweise mit einem Sauerstoffanteil von > 95%, oder reiner Sauerstoff (22) verwendet wird.
16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass die verdichteten Abgase (21) vor und/oder nach der Verdichtung und/oder Kondensation abgekühlt werden.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass aus den Abgasen (21) Wasser auskondensiert und/oder abgeschieden wird.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren mit einer Brennstoffzelle oder einer Wärmekraftmaschine oder einer Heizvorrichtung durchgeführt wird.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 18, 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 zweite Stufe geleitet wird, und die drei Stufen einen geschlossenen Kreislauf bilden.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 19, 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.
21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Abgase (21) in das Rücklaufgas (66) eingespeist werden.
22. Verfahren zur Versorgung eines oder mehrerer Abnehmer (41, 43, 3), welche ein Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 21 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.

Fig. 1

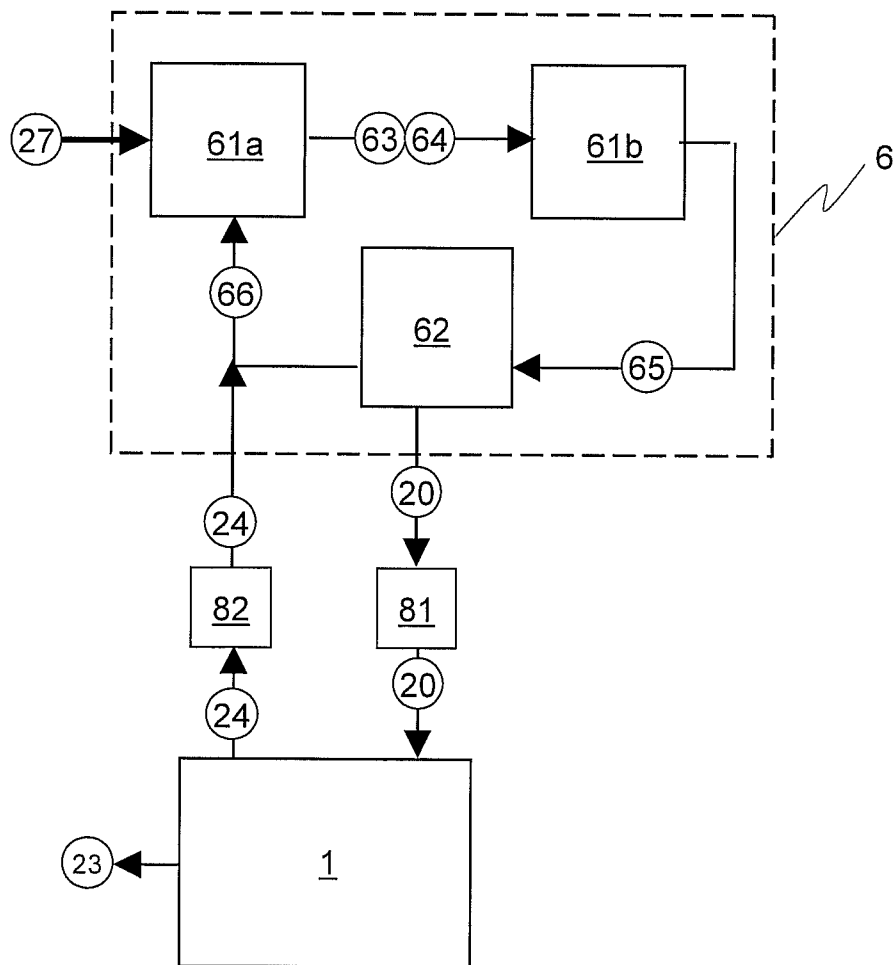


Fig. 2

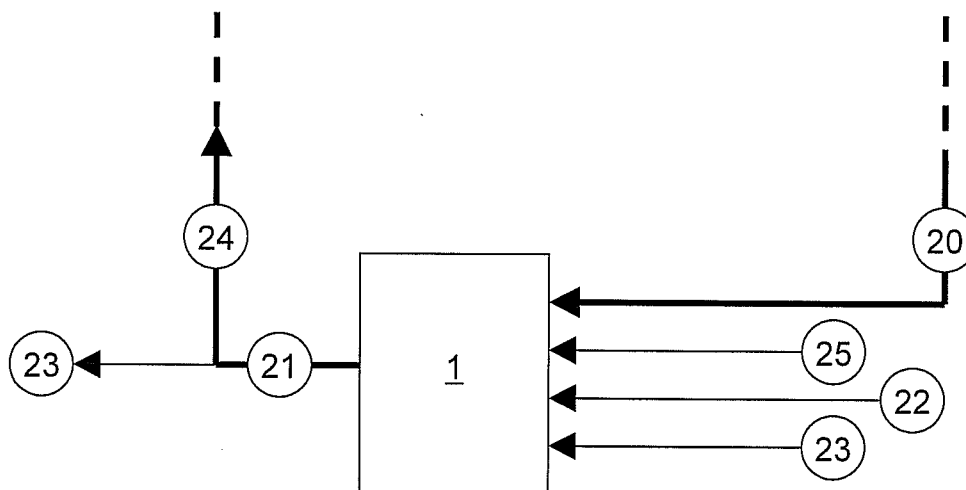


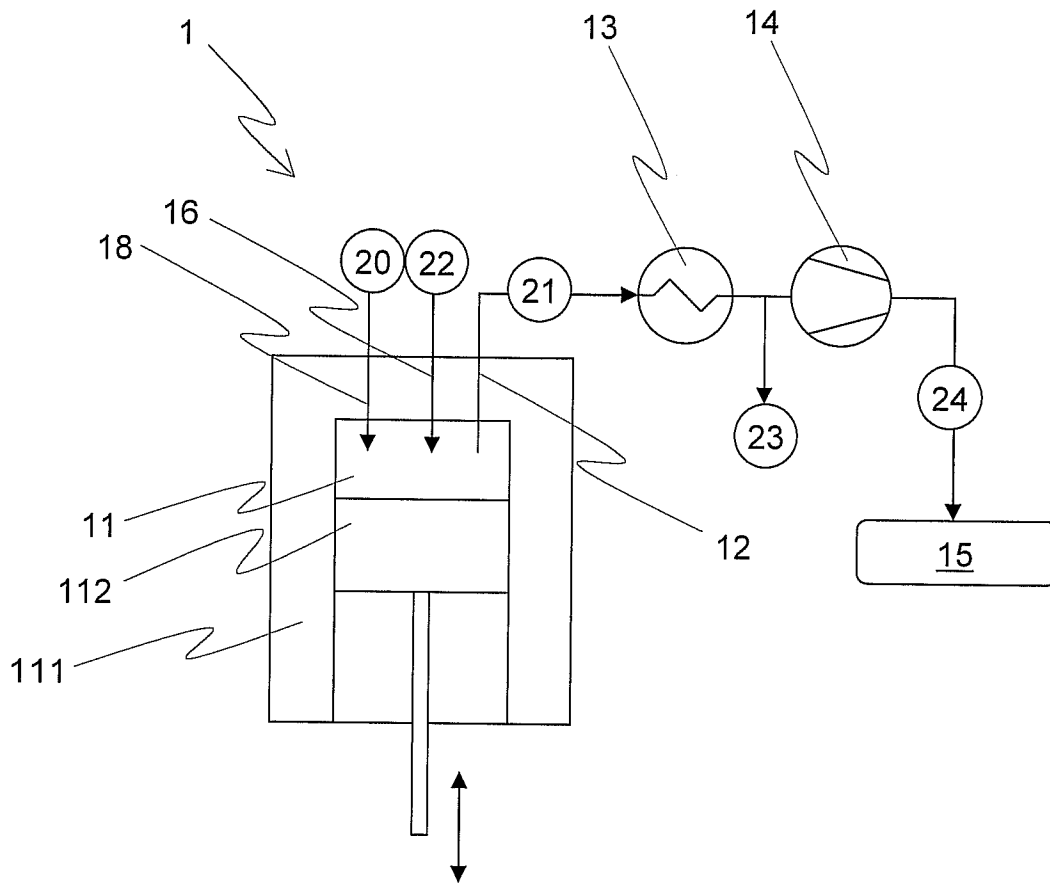
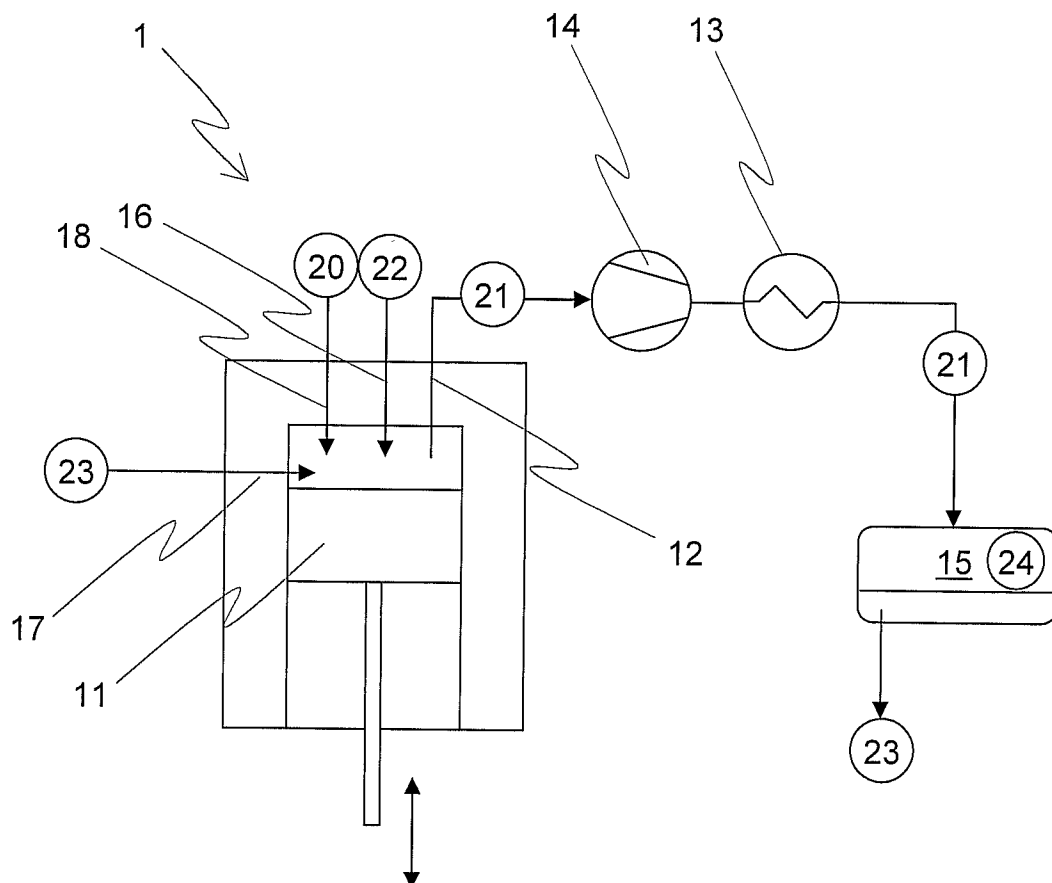
Fig. 3**Fig. 4**

Fig. 4A

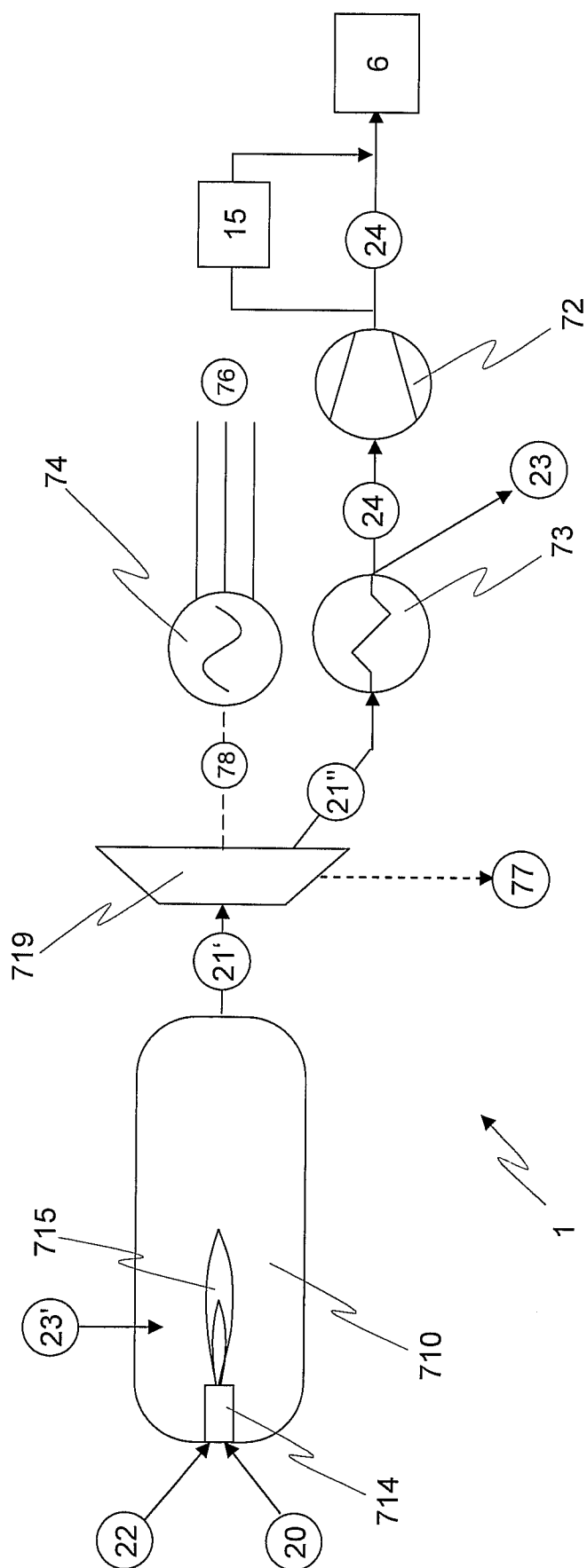
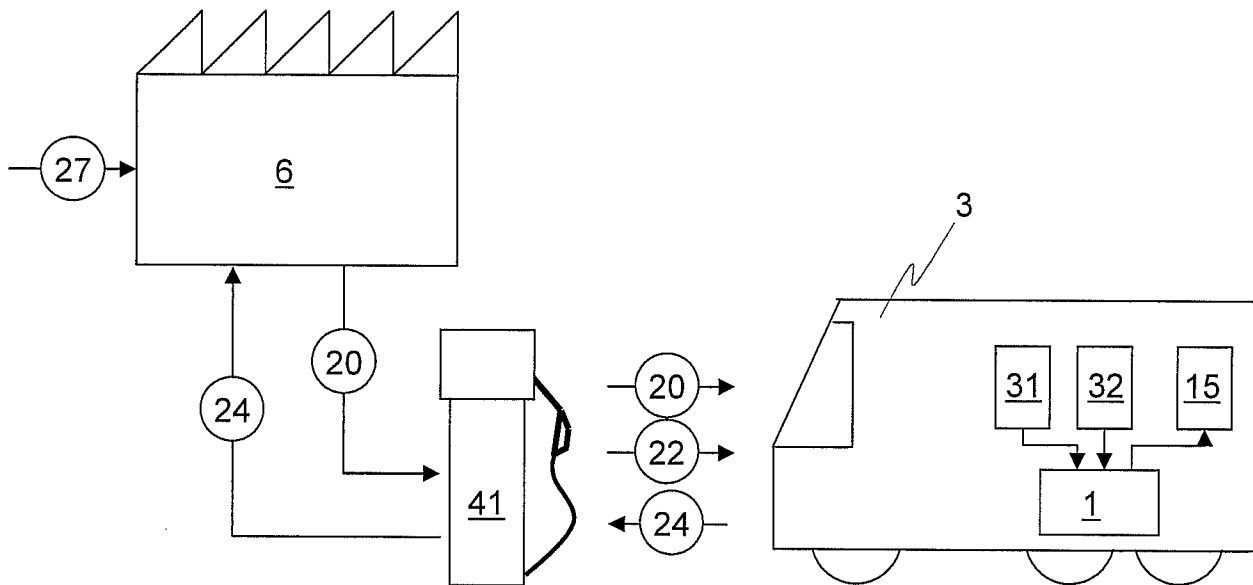


Fig. 5**Fig. 6**