

(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
7. August 2014 (07.08.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/117952 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
C01B 3/32 (2006.01) **H01M 8/06** (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/000290
- (22) Internationales Anmeldedatum:
4. Februar 2014 (04.02.2014)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
A 82/2013 4. Februar 2013 (04.02.2013) AT
- (71) Anmelder: AVL LIST GMBH [AT/AT]; Hans-List-Platz
1, A-8020 Graz (AT).
- (72) Erfinder: REISSIG, Michael; Liebiggasse 14, A-8010
Graz (AT). RECHBERGER, Juergen; Brockmannngasse
42a, AT-8010 Graz (AT). KLIMENT, Arthur; Gregor-
Goldbacherstrasse 66/1, AT-4400 Steyr (AT).
- (74) Anwalt: WALLINGER, Michael; Wallinger Ricker
Schlotter Tostmann, Patent- und Rechtsanwälte,
Zweibrückenstrasse 5-7, 80331 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, 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, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: FUEL CELL SYSTEM WHICH CAN BE OPERATED USING HYDROCARBONS

(54) Bezeichnung : BRENNSTOFFZELLENSYSTEM, WELCHES MIT KOHLENWASSERSTOFFEN BETREIBBAR IST

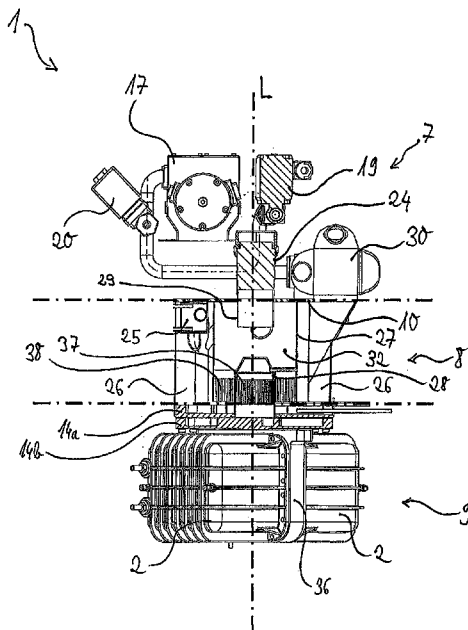


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to an energy generation apparatus (1), in particular for use in a vehicle, which can be operated using hydrocarbons such as diesel and the like, which comprises a fuel cell (2) and is provided with connections (3, 4, 5) for introduction of air and the hydrocarbons and for the output of electric energy. According to the invention, the energy generation apparatus has three essentially physically separate functional units (7, 8, 9), where the first functional unit (7) is configured as a supply device for media and has essentially devices for introduction of fuel and air, a second functional unit (8) is configured for reforming and has essentially devices for converting the hydrocarbons into process gas and a third functional unit (9) is configured for generation of electric energy and has essentially the fuel cell (2), where the process gas produced in the second functional unit (8) is fed to the third functional unit (9).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Energieerzeugungsaggregat (1), insbesondere zum Einsatz in einem Fahrzeug, das mit Kohlenwasserstoffen, wie Diesel und dergleichen, betreibbar ist, mit einer Brennstoffzelle (2) und mit Anschlüssen (3, 4, 5) zur Zuführung von Luft und den Kohlenwasserstoffen und zur Abführung von elektrischer Energie. Erfindungsgemäß weist das Energieerzeugungsaggregat drei im Wesentlichen räumlich getrennte Funktionseinheiten (7, 8, 9) auf, wobei eine erste Funktionseinheit (7) zur Medienversorgung ausgebildet ist und im Wesentlichen Einrichtungen zur Kraftstoff- und Luftzuführung aufweist,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



eine zweite Funktionseinheit (8) zur Reformierung ausgebildet ist und im Wesentlichen Einrichtungen zur Umwandlung der Kohlenwasserstoffe in Prozessgas aufweist und eine dritte Funktionseinheit (9) zur Erzeugung elektrischer Energie ausgebildet ist und im Wesentlichen die Brennstoffzelle (2) aufweist, und wobei der dritten Funktionseinheit (9) das in der zweiten Funktionseinheit (8) erzeugte Prozessgas zugeführt wird.

Brennstoffzellensystem, welches mit Kohlenwasserstoffen betreibbar ist

Die Erfindung betrifft ein Energieerzeugungsaggregat, insbesondere zum Einsatz in einem Fahrzeug, das mit Kohlenwasserstoffen wie Diesel und dergleichen betreibbar ist, mit einer Brennstoffzelle und mit Anschlüssen zur Zuführung von Luft und den Kohlenwasserstoffen und zur Abführung von elektrischer Energie.

Ein solches Energieerzeugungsaggregat kann beispielsweise in einem Kraftfahrzeug als kompakte und effiziente Energiequelle zum Einsatz kommen, insbesondere zur Bereitstellung von elektrischer und/oder thermischer Energie.

Insbesondere bei Lastkraftwagen, welche – wie zum Beispiel in den USA – große Strecken zurücklegen, auf welchen der Fahrer in dem Führerhaus der LKWs wohnt, wird elektrische Energie während der Standzeiten, z. B. während der Pausen des LKWs oder während des Schlafs des LKW-Fahrers, benötigt. Die Energie dient dazu, um in dem LKW die Haustechnik (wie zum Beispiel eine Heizung), Multimediatechnik (wie zum Beispiel Radio, Fernseher und dazugehörige Empfangsgeräte) sowie auch Licht bereitstellen zu können.

Bislang wird die hierzu benötigte Energie gewöhnlich durch das sogenannte „Idling“ erzeugt. Das heißt, während der Standzeit des LKWs läuft dessen Maschine, entweder konstant oder in gewissen Intervallen, im Leerlauf, um über die Lichtmaschine die benötigte Energie zu erzeugen. Bekannt sind aus dem Stand der Technik auch kleine Verbrennungsmotoren, die einen Generator antreiben und zusätzlich an Bord eines solchen LKWs, allein zum Erzeugen von Energie während der Standzeiten des LKWs, angeordnet sind.

Der Wirkungsgrad solcher Systeme in Bezug auf die erzeugte elektrische Energie ist gering, da bei dem Umsetzungsprozess des Diesels in den Verbrennungskraftmaschinen naturgemäß ein hoher Energieverlust durch Erzeugung von Wärme im Verbrennungsprozess und durch Reibung bei der mechanischen Bewegung der Welle entsteht.

Durch den geringen Wirkungsgrad wird nicht nur Energie verschwendet, sondern es entstehen auch große Mengen von Emissionen, welche die Umwelt belasten. Des Weiteren stellen laufende Verbrennungskraftmaschinen bei stehenden bzw. durch externe Kraftquelle angetriebenen Fahrzeugen eine beträchtliche Lärmquelle dar. Schließlich verursacht das „Idling“ auch hohe Kosten, da unnötig viel Treibstoff verbraucht wird und die Betriebsstundenzahl der Lastkraftwagen u. U. unnötig in die Höhe getrieben wird.

Aus dem Stand der Technik sind Energieerzeugungsaggregate bekannt, die mittels einer Brennstoffzelle elektrische Energie erzeugen. Der Wirkungsgrad von Brennstoffzellen ist wesentlich günstiger als jener von Verbrennungskraftmaschinen, da die chemische Reaktionsenergie eines kontinuierlich zugeführten Brennstoffes und eines Oxidationsmittels direkt in elektrische Energie gewandelt wird, ohne Energieverluste, die durch eine Kopplung Verbrennungsmotor/Generator bzw. den Umweg über eine mechanische Bewegung entstehen.

Brennstoffzellen benötigen jedoch Wasserstoff in Reinform, Methanol, Ameisensäure, Methan oder Ähnliches als Brennstoff. Langkettige Kohlenwasserstoffe wie Diesel oder Benzin, die in einem LKW unmittelbar verfügbar sind, können nicht direkt von den gängigen Brennstoffzellenarten verarbeitet werden.

Um keinen gesonderten Brennstoff in den Fahrzeugen mitführen zu müssen, sind im Stand der Technik Systeme mit Reformern beschrieben, mit welchen Kohlenwasserstoffe zunächst zu von Brennstoffzellen verarbeitbaren Prozessgasen reformiert und erst danach von einer Brennstoffzelle verarbeitet werden. Diese Systeme benötigen zur Reformierung der Kohlenwasserstoffe allerdings viel Energie, welches wiederum den Wirkungsgrad des Systems schmälert.

Um den Wirkungsgrad eines solchen Systems zur Energieerzeugung zu steigern, offenbart die DE 10 2007 039 594 A1 daher zum einen, den Reformer und weitere Elemente, die zur Reformierung nötig sind, sowie die den Stack der Brennstoffzellen in kompakter Bauweise in einer gemeinsamen Außenisolierung anzuordnen. Weiterhin schlägt diese Druckschrift vor, Anodenabgas in den Reformer zu rezirkulieren, um die in dem Abgas enthaltene Wärmeenergie auszunutzen und die darin enthaltenen chemischen Stoffe zur Reformierung einzusetzen. Zur Versorgung

eines solchen Systems und zur Reformierung wird die Bereitstellung und Aufbereitung einer Reihe an Ausgangsstoffen benötigt. Dies bedingt eine Vielzahl von Nebenaggregaten.

Die vorliegende Erfindung hat zur Aufgabe, ein Brennstoffzellensystem bereitzustellen, welches kompakt ist, universell einsetzbar ist und als installationsbereite, autonome Einheit verkauft werden kann.

Diese Aufgabe wird durch ein Energieerzeugungsaggregat gemäß Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung werden in den abhängigen Ansprüchen beansprucht.

Ein Fahrzeug im Sinne der Erfindung ist jegliche Art von Landfahrzeug, insbesondere Personenkraftwagen, Lastkraftwagen, Wohnmobil, Wohnwagen, Panzer, etc., von Luftfahrzeug, insbesondere Flugzeuge, etc., von Wasserfahrzeug, insbesondere Schiffe und Unterseeboote, etc., oder von Raumfahrzeug.

Eine Brennstoffzelle im Sinne der Erfindung ist eine galvanische Zelle, die die chemische Reaktionsenergie eines kontinuierlich zugeführten Brennstoffes und eines Oxidationsmittels in elektrische Energie wandelt. Um eine höhere Spannung zu erhalten, werden üblicherweise mehrere Zellen zu einem Stack (engl. für 'Stapel') in Reihe geschaltet.

Einrichtungen im Sinne der Erfindung sind Elemente, welche dazu dienen, ein Teilprozess des von dem Energieerzeugungsaggregat ausgeführten Gesamtverfahrens zur Energieerzeugung auszuführen.

Funktionseinheiten im Sinne der Erfindung sind funktionale Abschnitte des Energieerzeugungsaggregats, in welchen jeweils mehrere Teilprozesse des Gesamtverfahrens zur Energieerzeugung ausgeführt werden.

Eine Medienversorgung im Sinne der Erfindung ist eine Bereitstellung von Stoffen oder Stoffgemischen, welche für den Gesamtprozess der Energieerzeugung benötigt werden.

Eine Reformierung im Sinne der Erfindung ist jede Art von Reformierung bzw. Reforming zur Erzeugung von einem Synthesegas, welches zumindest Wasserstoff

enthält, insbesondere Dampfreformierung bzw. -reforming, partielle Oxidation (CPOX) und/oder autotherme Reformierung. Ein Reformer ist erfindungsgemäß dementsprechend eine Vorrichtung zur Reformierung.

Angeordnet im Sinne der Erfindung bedeutet, dass zumindest zwei Elemente in einer definierten Position zueinander gehalten werden.

Hintereinander im Sinne der Erfindung bedeutet der Reihe nach angeordnet, wobei jeweils zwei hintereinander angeordnete Elemente eine unmittelbare Verbindung und/oder Kontaktfläche besitzen.

Eine Längsachse im Sinne der Erfindung ist jene Achse eines Körpers, die der Richtung seiner größten Ausdehnung entspricht.

Eine Prozesstemperatur im Sinne der Erfindung ist die Temperatur, welche in einer Einrichtung beim Ausführen eines jeweiligen Teilprozesses im Normalbetrieb erreicht wird.

Dämpfungsmittel im Sinne der Erfindung sind jegliche Mittel, welche zur Dämpfung einer Schwingung und/oder eines Kraftimpulses geeignet sind.

Eine Rahmenplatte im Sinne der Erfindung ist jede Art von zweidimensionaler Struktur, welche zur Aufnahme von Kräften geeignet ist.

Eine Fixierungsplatte im Sinne der Erfindung ist jede Art von zweidimensionaler Struktur, die zur Aufnahme bzw. Befestigung von Einrichtungen geeignet ist.

Eine flexible Befestigungslasche im Sinne der Erfindung ist jede Art von Mittel, welche sich zur Befestigung eignen und Schwingungen bzw. Impulse dämpfen und/oder eine thermische Ausdehnung oder Schrumpfung ausgleichen.

Eine Isolation im Sinne der Erfindung ist jede Art von Wärmedämmung, um den Durchgang von Wärmeenergie zu reduzieren.

Autotherm im Sinne der Erfindung bedeutet, dass bei dem Gesamtprozess des Energieerzeugungsaggregats sowohl exotherme wie auch endotherme Reaktionen parallel verlaufen, sodass der Gesamtprozess im Wesentlichen unabhängig von

äußerer Wärmezufuhr ist. Adiat im Sinne der Erfindung bedeutet, dass bei dem Gesamtprozess des Energieerzeugungsaggregats sowohl exotherme wie auch endotherme Reaktionen parallel verlaufen, sodass der Gesamtprozess im Wesentlichen unabhängig von äußerer Wärmezufuhr ist und ein großer Teil, insbesondere mehr als 25%, bevorzugt mehr als 30%, noch bevorzugter mehr als 35% und am bevorzugtesten mehr als 40%, der in den zugeführten Kohlenwasserstoffen enthaltenen Energie in elektrische Energie umgesetzt wird.

Ein Gehäuse im Sinne der Erfindung ist jede Art von Hülle, die den Inhalt vor Verunreinigung und/oder äußeren Kräften schützt.

Durch die Aufteilung des Stromerzeugungsaggregats in drei Funktionseinheiten ist das Stromerzeugungsaggregat besonders einfach strukturiert und die jeweiligen Elemente sind im Fall einer Fehlfunktion zur Reparatur einfach zugänglich, da Einrichtungen, welche ähnliche Betriebstemperaturen benötigen, jeweils in einer Funktionseinheit zusammengefasst sind. Liegt ein Fehler in einer Funktionseinheit vor, so kann durch die Entfernung der Isolation dieser Funktionseinheit im Wesentlichen auf alle Einrichtungen dieser Funktionseinheit zugegriffen werden.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung sind die drei Funktionseinheiten im Wesentlichen hintereinander, insbesondere in Bezug auf die Strömungsrichtung angesaugter Luft durch die drei Funktionseinheiten und/oder im Wesentlichen entlang einer gemeinsamen Längsachse angeordnet.

Die Anordnung der drei Funktionseinheiten hintereinander hat zum Vorteil, dass die jeweiligen in den Einrichtungen der Funktionseinheiten prozessierten Produkte und Medien jeweils zu dem nächsten Prozessschritt in einer anderen Funktionseinheit unmittelbar übergeben werden können ohne längere Leitungsstrecken zurückzulegen, wodurch ein Energieverlust z. B. durch Wärmeabstrahlung, einhergehen würde.

Sind die drei Funktionseinheiten entlang einer gemeinsamen Längsachse in der tragenden Struktur angeordnet, so ergibt sich in Bezug auf die Platzanforderungen des Energieerzeugungsaggregats eine besonders kompakte Anordnung. Auch fördert die „symmetrische“ Anordnung entlang der Längsachse des Startbrenners, des Nachbrenners und des Reformers die gleichmäßige Umsetzung der jeweiligen Prozessgase in dem Nachbrenner.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung nimmt die Prozesstemperatur der Einrichtungen des Energieerzeugungsaggregats im Wesentlichen von der ersten Funktionseinheit über die dritte Funktionseinheit zur zweiten Funktionseinheit zu.

In Bezug auf die angesaugte Luft hat diese Anordnung den Vorteil, dass die Luft in ihrer Strömungsrichtung in der ersten Funktionseinheit zunächst verdichtet, dann durch die hohe Prozesstemperatur in der Brennstoffzelle erwärmt und schließlich bei ihrer Ankunft in der zweiten Funktionseinheit eine möglichst hohe Temperatur zur Reformierung aufweist, um die Verbrennung in dem Nachbrenner bzw. die Reformierung zu fördern. Ähnliches gilt für den Brennstoff, welcher in der ersten Funktionseinheit gefördert wird, in der zweiten Funktionseinheit verdampft und zu einem heißen Prozessgas für die Reformierung aufbereitet wird und als Reformat in der dritten Funktionseinheit von der Brennstoffzelle bei hohen Temperaturen mit der Luft bzw. dem Sauerstoff zur Reaktion gebracht wird. Indem Einrichtungen mit ähnlicher Prozesstemperatur in einer Funktionseinheit gruppiert werden, kann die Isolation der jeweiligen Funktionseinheit dementsprechend dimensioniert werden. Weiterhin vorteilhaft können die Einrichtungen jeweils in jener Funktionseinheit angeordnet werden, welche auf die jeweilige Vorrichtung keine schädigenden thermischen Effekte hat.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung sind im Wesentlichen alle Einrichtungen des Energieerzeugungsaggregats an einer gemeinsamen tragenden Struktur angeordnet.

Durch diese Anordnung kann das Energieerzeugungsaggregat in einer besonders kompakten Bauform verwirklicht werden. Die tragende Struktur ist ein gemeinsames Gerüst für die Vielzahl an Elementen des Stromerzeugungsaggregats und dient daher sowohl zur Stabilisierung der Einrichtungen als auch zur Aufnahme äußerer Kräfte, welche von dem Fahrzeug oder durch andere äußere Einwirkungen auf das Stromerzeugungsaggregat wirken. Durch die tragende Struktur kann das Stromerzeugungsaggregat ferner an einem Fahrzeug befestigt werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung weist die tragende Struktur Befestigungsmittel, insbesondere zur Montage an einem Fahrzeug, auf.

Durch Befestigungsmittel an der tragenden Struktur lässt sich das Energieerzeugungsaggregat besonders einfach am jeweiligen Anwendungsort

montieren. Die tragende Struktur hält das Energieerzeugungsaggregat dabei in einer definierten Stellung. Eine Befestigung der einzelnen Einrichtungen des Energieerzeugungsaggregats an dem Anwendungsort ist nicht notwendig.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung weist die tragende Struktur Dämpfungsmittel auf, welche insbesondere bei einem Einsatz im Fahrzeug zwischen der tragenden Struktur und dem Fahrzeug angeordnet sind.

Die Dämpfungsmittel sorgen dafür, dass Vibrationen, beispielsweise beim Einsatz in einem Fahrzeug, nur gedämpft auf das Energieerzeugungsaggregat einwirken. Eine unmittelbare Übertragung der Vibrationen könnte beispielsweise die Funktion des Reformers durch diskontinuierliche Bereitstellung von Medien beeinträchtigen.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist an der ersten Funktionseinheit auf der der zweiten Funktionseinheit abgewandten Seite eine erste Fixierungsplatte, zwischen der ersten und der zweiten Funktionseinheit eine zweite Fixierungsplatte, insbesondere zum Fixieren von Einrichtungen der ersten und/oder der zweiten Funktionseinheit, und/oder zwischen der zweiten und der dritten Funktionseinheit des Weiteren eine dritte Fixierungsplatte angeordnet. Weiterhin vorteilhaft ist die dritte Fixierungsplatte als Adapterplatte, bestehend aus Ober- und Unterplatte (14b), ausgebildet und verbindet die Einrichtungen der zweiten Funktionseinheit thermisch und/oder fluidkommunizierend mit der Brennstoffzelle.

Indem die dritte Fixierungsplatte als Adapterplatte bzw. Verteilerplatte ausgebildet ist, die die Verteilung des Prozessgases, der Luft und der jeweiligen Abluft der Brennstoffe vornimmt, kann eine komplizierte und raumkonsumierende Verteilung der Gase über Rohre vermieden werden. Die Ausbildung der Adapterplatte in Ober- und Unterplatte ermöglicht durch das Entfernen der Unterplatte eine Reinigung der Verteilungswege in der Adapter- bzw. Verteilerplatte. Des Weiteren kann ein Reformerkatalysator nach dem Entfernen der Unterplatte gegebenenfalls ausgewechselt werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung sind die erste Fixierungsplatte, die zweite Fixierungsplatte und/oder die dritte Fixierungsplatte mit zumindest einer flexiblen Befestigungslasche mit der tragenden Struktur verbunden.

Durch die flexible Befestigungslasche können thermische Verformungen der einzelnen Einrichtungen ausgeglichen werden. Weiterhin kann die Befestigungslasche eine dämpfende Funktion haben.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung weist das Energieerzeugungsaggregat eine Isolation auf, durch welche das Energieerzeugungsaggregat im Wesentlichen adiabat ist und welche insbesondere drei Isolationsbereiche entsprechend der Funktionseinheiten aufweist.

Durch die Isolation kann ein Großteil der bei dem Gesamtprozess freigesetzten Wärme in dem Energieerzeugungsaggregat gehalten werden, sodass der Gesamtprozess im Wesentlichen adiabat ist.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung weist das Energieerzeugungsaggregat ein Gehäuse auf, welches insbesondere aus Gehäuseteilen besteht, welche jeweils im Wesentlichen eine der drei Funktionseinheiten bedecken und welche einzeln demontierbar sind.

Das Gehäuse verhindert den Eintrag von Verunreinigungen in das Energieerzeugungsaggregat und schützt dasselbige vor äußeren Krafteinwirkungen. Vorzugsweise wird jede Funktionseinheit von einem Gehäuseteil bedeckt, welche jeweils einzeln demontierbar sind. Auf diese Weise können Reparaturarbeiten in einem Funktionsbereich bzw. an Einrichtungen eines Funktionsbereichs ohne Demontage der anderen Gehäuseteile vorgenommen werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung sind zumindest eine Einrichtung zur Medienversorgung, wie ein Gebläse bzw. Verdichter, ein Ventil und/oder eine Kohlenwasserstoffpumpe außerhalb des Gehäuses und/oder der Isolation angeordnet.

Einige der Einrichtungen zur Medienversorgung sind empfindlich gegenüber hohen Temperaturen. Dies rührt daher, weil die Einrichtungen beispielsweise zum Teil mit Kugellagern ausgestattet sind oder auch Steuerungen aufweisen, die nicht ohne weiteres temperaturbeständig sind. Eine Anordnung außerhalb der Isolation kann daher einzelne Einrichtungen in einer Funktionseinheit von der in der Funktionseinheit vorherrschenden Temperatur ausnehmen.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung bildet das Gehäuse zumindest teilweise die tragende Struktur.

Bildet das Gehäuse die tragende Struktur, so kann auf einen Rahmen verzichtet werden. Unter Umständen ist es auch möglich, einen Rahmen mit einem Gehäuse als tragende Struktur zu kombinieren, wobei das Gehäuse dann zumindest teilweise die tragende Struktur bildet.

Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung im Zusammenhang mit den Figuren.

Figur 1 zeigt ein teilweise schematisches Prozessbild einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Energieerzeugungsaggregats.

Figur 2 zeigt einen teilweise schematischen Querschnitt einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Energieerzeugungsaggregats.

Figur 3 zeigt eine teilweise schematische perspektivische Draufsicht einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Energieerzeugungsaggregats mit teilweise entferntem Gehäuse und teilweise entfernter und/oder im Querschnitt dargestellter Isolation.

Figur 4 zeigt eine weitere teilweise schematische perspektivische Draufsicht einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Energieerzeugungsaggregats mit teilweise entferntem Gehäuse und teilweise entfernter und/oder im Querschnitt dargestellter Isolation.

Figur 5 zeigt eine weitere teilweise schematische perspektivische Außenansicht einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Energieerzeugungsaggregats mit geschlossenem Gehäuse.

Das Funktionsprinzip des erfindungsgemäßen Energieerzeugungsaggregats wird anhand des Prozessbilds gemäß Figur 1 wie folgt erläutert:

Über den Kohlenwasserstoffanschluss 4 werden vorzugsweise über die Kohlenwasserstoffpumpen 21a und 21b Kohlenwasserstoffe, bevorzugt Diesel, in

das Energieerzeugungsaggregat gepumpt. In der Startphase erfolgt dieser Pumpvorgang vorzugsweise über die Kohlenwasserstoffpumpe 21b, wodurch der Startbrenner 24 mit Kohlenwasserstoff versorgt wird. Weiterhin wird mit dem Luftgebläse 17 über den Luftanschluss 3 das Energieerzeugungsaggregat 1 vorzugsweise mit Luft versorgt, welche bevorzugt gefiltert ist.

Ein vorzugsweise vorhandenes Ventil 19 für die Luftversorgung des Startbrenners 24 ist dabei während der Startphase geöffnet, wohingegen ein vorzugsweise vorhandenes Ventil 34 zur Versorgung des Reformers 28 mit Luft in der Startphase geschlossen ist. Die Luft und die Kohlenwasserstoffe werden vorzugsweise in dem Startbrenner 24 erhitzt und entzündet. Hierdurch erwärmt der Startbrenner 24 die Brennkammer 32 des vorzugsweise um den Reformer 28 angeordneten Nachbrenners 27 sowie den Reformer 28.

Das Abgas des Startbrenners 24, welches aus der Brennkammer 32 des Nachbrenners 27 strömt, wird vorzugsweise durch einen Wärmetauscher 30 zu dem Abgasanschluss 31 geleitet, welcher bevorzugt ein Auspuff ist. Hierauf wird das vorzugsweise vorhandene Kathoden-Luft-Ventil 33, welches bevorzugt eine Drosselklappe ist, sofern dieses nicht schon geöffnet ist, geöffnet, so dass Luft zur Kathode K der Brennstoffzelle 2 strömen kann und in dem Wärmetauscher 30 erwärmt wird.

Nunmehr wird auch das vorzugsweise vorhandene Reformerluftventil 34 geöffnet und Luft wird mit dem Rezirkulationsgebläse 18 in den Reformer 28 gefördert, wo diese durch das Abgas des Startbrenners 24 erwärmt wird und dann durch die vorzugsweise vorhandene dritte Fixierungsplatte bzw. Adapterplatte 14 zu der Anode A der Brennstoffzelle 2 geleitet wird.

Weiterhin strömt Anodenabgas über das vorzugsweise vorhandene und nunmehr geöffnete Rezirkulationsventil 20 in den Verdampfer 25. Zu diesem Zeitpunkt werden auch Kohlenwasserstoffe über die Kohlenwasserstoffpumpe 21a zu dem Verdampfer gepumpt, welche durch das erwärmte Anodenabgas in dem Verdampfer 25 verdampfen. Dieses Gasgemisch wird vorzugsweise mit Luft in dem Rezirkulationsgebläse 18 zu Eduktgas, dem Reformer-Prozessgas, durchmischt und über ein Rohr durch die Brennkammer 32 in den Reformer 28 eingebracht. Der Reformer ist nunmehr vorzugsweise durch den Startbrenner 24 soweit erwärmt,

dass eine Reformierung des Reformer-Prozessgases zu Wasserstoff und Nebenprodukten erfolgt.

Dieses Reformat wird wiederum über die dritte Fixierungsplatte bzw. Adapterplatte 14 zur Anode der Brennstoffzelle 2 geleitet, wo nunmehr die Umsetzung von im Wesentlichen Wasserstoff und Sauerstoff zu Wasser und elektrischer Energie erfolgt. Die elektrische Energie wird vorzugsweise über den elektrischen Anschluss 5 an einen Verbraucher abgeleitet. Bei der Umsetzung wird Wärmeenergie freigesetzt.

In der dritten Fixierungsplatte bzw. Adapterplatte 14 gleichen sich beim durchströmen alle Gastemperaturen auf ein einheitliches Niveau an.

Die erwärmte Kathodenabluft wird in die Brennkammer 32 des Nachbrenners 27 geleitet. Ein Teil des erwärmten Anodenabgases wird vorzugsweise wieder dem Verdampfer 25 zugeführt. Ein anderer Teil des Anodenabgases wird über das bevorzugt vorhandene, nunmehr geöffnete Brenner-Anodenabgas-Ventil 35 in die Brennkammer 32 des Nachbrenners 27 geleitet.

In der Brennkammer 32 des ringförmigen Nachbrenners 27 wird dieses Anodenabgas mit der Kathodenabluft vermischt und bevorzugt mittels eines Katalysators in einer exothermen Reaktion umgesetzt. Die hierbei frei werdende Wärmeenergie dient einerseits zur Erwärmung bzw. Isolation des Reformers 28 und verbessert andererseits die Wärmeverteilung im Reformer 28. Der Startbrenner 24 kann vorzugsweise nunmehr ausgeschaltet werden. Wärmeverluste und die Energie zur Aktivierung der autothermen Reaktion in dem Reformer 28 bzw. einem vorzugsweise vorhandenen Reformerkatalysator werden über die Wärme der exothermen Reaktion in der Brennstoffzelle 2 und die exotherme Reaktion in dem Nachbrenner 27 ausgeglichen, so dass das Gesamtsystem im Wesentlichen adiabatisch ist.

Optional kann eine Bypassleitung (nicht dargestellt) vom Startbrenner 24 direkt in den Wärmetauscher 30 vorzugsweise vorgesehen sein. Dadurch kann unabhängig von der geforderten elektrischen Leistung mehr thermische Leistung bereitgestellt werden. Dies ist insbesondere bei solchen Anwendungen von Vorteil, bei welchen die Brennstoffzelle 2 extrem kalten Temperaturen ausgesetzt ist und/oder vom Fahrzeug viel Wärme zur Beheizung oder Kühlung des Innenraums gefordert wird.

Die auf dem Prozessbild in der Figur 1 dargestellten Einrichtungen des Energieerzeugungsaggregats 1 lassen sich im Wesentlichen in drei Funktionseinheiten unterteilen:

Eine erste Funktionseinheit 7 zur Medienversorgung weist dabei vorzugsweise das Luftgebläse 17, das Rezirkulationsgebläse 18, das Startbrennerluftventil 19, das vorzugsweise vorhandene Rezirkulationsventil 20, die Kohlenwasserstoffpumpen 21a und 21b, den Wärmetauscher 30, das Kathodenluftventil 33 und/oder das Reformerluftventil 34 auf.

Vorzugsweise ist auch der Startbrenner 24 zumindest teilweise in der ersten Funktionseinheit 7 angeordnet und/oder ein gemeinsamer Bestandteil der ersten und zweiten Funktionseinheiten 7, 8.

Wie aus dem Prozessbild deutlich wird, wird das Energieerzeugungsaggregat 1 durch die erste Funktionseinheit 7 im Wesentlichen mit den Medien Luft und Kohlenwasserstoff, welche die Ausgangsstoffe für den Energieerzeugungsgesamtprozess sind, versorgt. Vorzugsweise werden diese in der ersten Funktionseinheit 7 aufbereitet und dann den Einrichtungen der zweiten Funktionseinheit 8 und/oder der dritten Funktionseinheit 9 bereitgestellt.

Eine zweite Funktionseinheit 8 weist vorzugsweise den Nachbrenner 27 mit der Brennkammer 32, den Reformer 28, den Verdampfer 25, eine Abgaskammer 26 (in Figur 1 nicht dargestellt) und/oder das Nachbrenner-Anodenabgasventil 35 auf.

In der zweiten Funktionseinheit 8 sind somit im Wesentlichen die Einrichtungen zur Umwandlung der Kohlenwasserstoffe in Prozessgas für die Brennstoffzelle 2 zusammengezogen.

Vorzugsweise ist auch der Startbrenner 24 zumindest teilweise Bestandteil der zweiten Funktionseinheit 8 und/oder ein gemeinsamer Bestandteil der ersten und zweiten Funktionseinheiten 7, 8.

Das Reformat wird aus dem Reformer 28 in eine dritte Funktionseinheit 9 eingebracht, welche die Brennstoffzelle 2 als wesentliche Einrichtung aufweist. Vorzugsweise kann auch eine Mehrzahl an Brennstoffzellen 2, zum Beispiel in einem

Stapel bzw. Stack in der Funktionseinheit 9 vorhanden sein, oder weiter vorzugsweise auch mehrere Stapel.

Die Einrichtungen der Funktionseinheiten 7, 8 und 9 sind dabei vorzugsweise in der Weise in den jeweiligen Funktionseinheiten 7, 8 und 9 angeordnet, dass die Prozesstemperatur im Wesentlichen von der ersten Funktionseinheit 7 über die dritte Funktionseinheit 9 zur zweiten Funktionseinheit 8 zunimmt.

In der ersten Funktionseinheit 7 herrschen dabei vorzugsweise Temperaturen von Umgebung bis 450°C, bevorzugt von Umgebung bis 300°C, besonders bevorzugt von Umgebung bis 200°C, noch bevorzugter von Umgebung bis 100°C und am bevorzugtesten von Umgebung bis 60°C vor, in der zweiten Funktionseinheit 8 herrschen vorzugsweise im Wesentlichen Temperaturen von 200°C bis 1000°C, bevorzugt von 300°C bis 800°C, besonders bevorzugt von 400°C bis 700°C, bevorzugter 450°C bis 650°C und am bevorzugtesten von 550°C vor und/oder in der dritten Funktionseinheit 9 herrschen dabei vorzugsweise Temperaturen von 550°C bis 850°C, bevorzugt von 600°C bis 800°C, besonders bevorzugt von 650°C bis 750°C und am bevorzugtesten von 700°C vor. Diese Temperaturen werden insbesondere im eingefahrenen Betriebszustand des Energieerzeugungsaggregats 1 erreicht.

Wie in dem Prozessbild dargestellt, sind die drei Funktionseinheiten 7, 8, 9 vorzugsweise im Wesentlichen räumlich getrennt. Vorzugsweise sind diese auch, wie in dem Prozessbild der Figur 1 dargestellt, hintereinander angeordnet. Insbesondere sind die drei Funktionseinheiten 7, 8 und 9 dabei hintereinander in Bezug auf die Strömungsrichtung der durch das Luftgebläse 17 in das System geförderten Luft angeordnet. Dies hat den Vorteil, dass die Luft auf ihrem Weg durch die drei Funktionseinheiten 7, 8, 9 bis zur Brennstoffzelle 2 sukzessive aufgewärmt wird, um die Brennstoffzelle auf Betriebstemperatur zu bringen und/oder zu halten.

Fig. 2 zeigt den Aufbau einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Energieerzeugungsaggregats durch eine Ebene, welche die Längsachse L enthält. Wie schon in der Figur 1 angedeutet, ist das Energieerzeugungsaggregat 1 in drei Funktionseinheiten 7, 8, 9 aufgeteilt. Die erste Funktionseinheit 7 weist dabei in erster Linie Einrichtungen auf, die zur Medienversorgung und/oder zur Unterbrechung der Medienversorgung bzw. Regulierung der Medienversorgung der

einzelnen Einrichtungen des Energieerzeugungsaggregats 1 dienen. Beispielfür sind Gebläse, verschiedene Ventile und Kohlenwasserstoffpumpen. Weiterhin sind in der ersten Funktionseinheit 7 bevorzugt Einrichtungen zur Aufbereitung der Medien für das Energieerzeugungsaggregat 1 angeordnet.

Vorzugsweise ist daher ein Wärmetauscher 30 vorhanden, welcher die angesaugte Luft erwärmt, bevor diese der Kathode K der Brennstoffzelle 2 zugeführt wird. Auch eine Verdichtung und Vermischung verschiedener Medien kann in der ersten Funktionseinheit 7 vorzugsweise erfolgen.

Weiterhin vorzugsweise ist der Startbrenner 24 zumindest teilweise in der ersten Funktionseinheit 7 angeordnet, wie dies in der Ausführungsform gemäß Figur 2 gezeigt ist. Der Startbrenner 24 dient insbesondere dazu, um das Energieerzeugungsaggregat 1 in der Startphase mit Wärme zu versorgen. Die Elemente zum Erzeugen der Flamme sind hierbei vorzugsweise in der ersten Funktionseinheit 7 angeordnet, z. B. Glühstifte und Verdampfungseinrichtungen für Kohlenwasserstoffe, das Startbrennerrohr 29 ragt dann vorzugsweise in den Brennraum 32 des Nachbrenners 27, welcher Teil der zweiten Funktionseinheit 8 ist, hinein. Es ist jedoch auch möglich, den Startbrenner 24 vollständig in der zweiten Funktionseinheit 8 anzuordnen. Auch ist es möglich, den Wärmetauscher 30 vollständig in der zweiten Funktionseinheit 8 anzuordnen.

Die zweite Funktionseinheit 8 weist im Wesentlichen die Einrichtungen zur Reformierung bzw. Umwandlung der Kohlenwasserstoffe in Reformat bzw. Prozessgas für die Brennstoffzelle 2 auf. Gemäß der in Figur 2 dargestellten Ausführungsform ist der Reformer dabei vorzugsweise in der Brennkammer 32 des Nachbrenners 27 angeordnet. Der Nachbrenner 27 ist wiederum vorzugsweise in einer Abgaskammer 26 angeordnet, in welcher das Abgas des Nachbrenners 27 und/oder das Abgas des Startbrenners 24 zu dem Wärmetauscher 30 geleitet wird. Weiterhin ist in der Abgaskammer 26 vorzugsweise der Verdampfer 25 angeordnet, welcher Kohlenwasserstoffe in dem von der Brennstoffzelle 2 rezirkulierten Anodenabgas verdampft, bevor dieses in den Reformer 28 eingebracht wird. Der Startbrenner 24 und/oder der Nachbrenner 27 dienen hierbei zur Erwärmung des Reformers 28. Die Abgaskammer 26 erhitzt wiederum die Außenwand des Nachbrenners 27 bzw. isoliert den Nachbrenner zusätzlich gegenüber der Isolation 16 und stellt gleichzeitig Wärmeenergie zur Verdampfung der Kohlenwasserstoffe in

dem Verdampfer 25 bereit. Das Reformat bzw. Prozessgas für die Anode A und die Luft für die Kathode K der Brennstoffzelle 2 werden schließlich über die dritte Fixierungsplatte 14 bzw. Adapterplatte, welche vorzugsweise aus einer Oberplatte 14a und einer Unterplatte 14b besteht, in die dritte Funktionseinheit 9 zu den jeweiligen Anschlüssen geleitet. Auch die Kathodenabluft und das Anodenabgas aus der Brennstoffzelle 2 werden vorzugsweise über die dritte Fixierungsplatte 14 bzw. Adapterplatte zu den jeweiligen Anschlüssen der zweiten Funktionseinheit 8 verbunden. Vorzugsweise weist der Reformer 28 einen Reformerkatalysator 37 und der Nachbrenner 27 einen Nachbrennerkatalysator 38 auf.

Verglichen mit der ersten Funktionseinheit 7 weist die zweite Funktionseinheit 8 Einrichtungen auf, welche zum Erfüllen ihrer jeweiligen Funktion eine höhere Betriebstemperatur benötigen als jene der ersten Funktionseinheit 7. Bevorzugt wird daher die Temperatur in der gesamten zweiten Funktionseinheit 8 auf einem höheren Niveau gehalten als jene in der ersten Funktionseinheit 7. Vorzugsweise wird das gesamte Volumen der zweiten Funktionseinheit 8 von einer den Nachbrenner 27 umgebenden Abgaskammer 26 ausgefüllt.

Die dritte Funktionseinheit 9 weist bei der dargestellten Ausführungsform zwei Brennstoffzellen-Stapel 2 auf. Die Fixierung dieser beiden Brennstoffzellen-Stapel 2 und/oder die Verteilung des Prozessgases und der anderen Medien bzw. Abführung der Kathodenabluft und des Anodenabgases erfolgt hierbei vorzugsweise über eine Verteilerplatte 36, welche an die dritte Fixierungsplatte bzw. Adapterplatte 14 angeschlossen ist.

Vorzugsweise kann aber auch eine Brennstoffzelle 2 mit einem Stapel oder eine Brennstoffzelle mit mehr als zwei Stapeln zum Einsatz kommen. Die Brennstoffzelle 2 ist bevorzugt eine SOFC-Brennstoffzelle, es können jedoch auch andere Brennstoffzellentypen zum Einsatz kommen, wie z. B. eine alkalische Brennstoffzelle, eine Polymer-Elektrolyt-Brennstoffzelle, eine Direkt-Methanol-Brennstoffzelle, eine Ameisensäure-Brennstoffzelle, eine Phosphorsäure-Brennstoffzelle, eine Schmelzkarbonat-Brennstoffzelle, eine Direkt-Kohlenstoff-Brennstoffzelle und/oder eine Magnesium-Luft-Brennstoffzelle oder eine Kombination derselbigen.

Das Energieerzeugungsaggregat 1 wird bevorzugt von einer Isolation 16 umgeben, welche in der Figur 2 jedoch nicht dargestellt ist.

Figur 3 zeigt eine teilweise schematische perspektivische Darstellung des Energieerzeugungsaggregats 1 in einer weiteren Ausführungsform. Im Wesentlichen unterscheidet sich diese Ausführungsform von jener der Figur 1 darin, dass die Brennstoffzelle 2 nur einen Stapel aufweist. Die einzelnen Ausgestaltungen dieser und der vorhergehenden Ausführungsform können problemlos miteinander kombiniert werden.

In der Figur 3 ist ersichtlich, dass die Funktionseinheiten vorzugsweise im Wesentlichen durch die Ebenen getrennt werden, die die zweite Rahmenplatte 11 für die Trennung zwischen der ersten Funktionseinheit 7 und der zweiten Funktionseinheit 8 und die dritte Rahmenplatte 12 für die Trennung zwischen der zweiten Funktionseinheit 8 und der dritten Funktionseinheit 9 definieren.

Wie aus der Figur 3 weiter hervorgeht, ist das Energieerzeugungsaggregat 1 vorzugsweise von einer Isolation 16 umgeben. Die Isolation verhindert einen Abfluss der Wärmeenergie, welche bei verschiedenen Teilprozessen in dem Energieerzeugungsaggregat 1 frei wird, in die Umwelt. Vorzugsweise weist die Isolation 16 Isolationsplatten auf, welche beispielsweise durch Fräsen an die Form der jeweiligen Funktionseinheit 7, 8, 9 angepasst werden kann. Weiter vorzugsweise kann die Isolation 16 mit einem Schaum realisiert werden. Der Zwischenraum zwischen dem Gehäuse und den Einrichtungen des Energieerzeugungsaggregats 1 wird hierbei ausgeschäumt. Die Verwendung dieses Schaums zur Isolation der erfindungsgemäßen Energieerzeugungsaggregats wird ausdrücklich vorgesehen.

Vorzugsweise ist die Isolation 16 dabei in drei Bereiche 16a, 16b, 16c aufgeteilt, welche jeweils einen Funktionsbereich 7, 8, 9 isoliert. Hierdurch können die Isolationsbereiche 16a, 16b, 16c einzeln entfernt werden, um an die Einrichtung der jeweiligen Funktionseinheit 7, 8, 9 zu gelangen, ohne dabei andere Funktionseinheiten 7, 8, 9 demontieren zu müssen.

Vorzugsweise wird das Energieerzeugungsaggregat 1 zumindest teilweise von einem Gehäuse 15 umgeben. Auch dieses Gehäuse 15 besteht vorzugsweise wiederum aus Gehäuseteilen 15a, 15b, 15c, welche jeweils die Funktionseinheit 7, 8, 9 einzeln bedecken. Vorzugsweise besteht das Gehäuse 15 aus mehreren Schalen bzw. Schichten, welche insbesondere aus einem Metall und/oder Kunststoff bestehen. Das Gehäuse schützt so das Energieerzeugungsaggregat 1 vor dem

Eindringen von Verunreinigungen und/oder vor mechanischen Einwirkungen von außen.

Einrichtungen, welche gegenüber der Umwelt nicht isoliert werden müssen oder sollen oder bei welchen ein Wärmeenergieaustausch mit der Umwelt sogar gewollt ist, sind vorzugsweise außerhalb des Gehäuses 15 bzw. der Isolation 16 angeordnet. In der in der Figur 3 gezeigten Ausführungsform der Erfindung sind dies beispielsweise die Kohlenwasserstoffpumpen 21a, 21b und die Ventile 19, 20, 34 und die Drosselklappe / Ventil 33 (nicht dargestellt).

Das Energieerzeugungsaggregat 1 weist bevorzugt eine tragende Struktur auf, an welcher die Einrichtungen der Funktionseinheiten 7, 8, 9 angeordnet sind. Die tragende Struktur kann hierbei vorzugsweise von einem Rahmen 6 gebildet werden oder auch das Gehäuse 15 kann als selbsttragendes Gehäuse 15 ausgebildet sein. Vorzugsweise besteht die tragende Struktur 6, 15 sowohl aus Rahmenteilen und Gehäuseteilen.

Der Rahmen 6 wie auch das Gehäuse 15 können hierbei aus Metall, Kunststoff oder auch Faserverbundmaterialien bestehen. Vorzugsweise sind der Rahmen und das Gehäuse 15 miteinander verschraubt, jede andere bekannte Verbindungsart ist jedoch auch möglich.

Um die tragende Struktur 6, 15 mit den einzelnen Einrichtungen der Funktionseinheiten 7, 8, 9 zu verbinden, weist das Energieerzeugungsaggregat 1 bevorzugt weitere Elemente auf: So kann der Rahmen 6 durch eine erste Rahmenplatte 10, eine zweite Rahmenplatte 11 und/oder eine dritte Rahmenplatte 12 verstärkt werden. Des Weiteren können eine erste Fixierungsplatte 23, eine zweite Fixierungsplatte 13 und eine dritte Fixierungsplatte 14 vorgesehen sein, die vorzugsweise über Befestigungslaschen 22 jeweils mit der ersten Rahmenplatte 10, der zweiten Rahmenplatte 11 und/oder der dritten Rahmenplatte 12 verbunden sind, um die Fixierungsplatten in einer definierten Stellung zu halten. Weiter vorzugsweise bestehen die Befestigungslaschen 22 aus einem flexiblen Material, so dass thermische Ausdehnungen der Gesamtstruktur ausgeglichen werden können. Weiterhin können die Befestigungslaschen 22 eine schwingungsdämpfende Funktion aufweisen.

An den Fixierungsplatten 13, 14, 23 und/oder an den Rahmenplatten 10, 11, 12 sind dann vorzugsweise im Wesentlichen alle Einrichtungen des Energieerzeugungsaggregats 1 befestigt.

Figur 4 zeigt die Ausführungsform gemäß Figur 3 in einer teilweise schematischen perspektivischen Ansicht, wobei das Energieerzeugungsaggregat 1 gegenüber der Figur 2 um 180° um die Längsachse L gedreht ist.

Die weitere Ansicht zeigt das Luftgebläse 17 und das Rezirkulationsgebläse 18, welche vorzugsweise ebenfalls außerhalb des Gehäuses 15 bzw. der Isolation 16 angeordnet sind. Weiterhin ist nunmehr die erste Rahmenplatte 10 sichtbar, an welcher einige der Einrichtungen der ersten Funktionseinheit 7 vorzugsweise befestigt sind. Der Rahmen 6 weist in dieser Ausführungsform vorzugsweise zusätzliche Rahmenelemente 6 auf, welche an der Außenseite des Gehäuses 15 eine Ebene bilden, sodass das Energieerzeugungsaggregat 1 beispielsweise an einem Fahrzeug montiert werden kann. Zur Montage können an diesen Rahmenteilten vorzugsweise Dämpfungsmittel angeordnet sein, welche Vibrationen des Fahrzeugs zu dem Energieerzeugungsaggregat 1 hin dämpfen. Weiterhin sichtbar sind der Wärmetauscher 30 und Teile der Fixierungsplatte 13.

Figur 5 zeigt das Energieerzeugungsaggregat 1 mit vollständig geschlossenem Gehäuse 15, wobei alle Gehäuseteile 15a, 15b, 15c an dem Energieerzeugungsaggregat 1 angebracht sind. Die Ansicht ist wiederum teilweise schematisch und perspektivisch, und das Energieerzeugungsaggregat 1 ist wiederum wie in der Figur 3 ausgerichtet. Die Gehäuseteile 15a, 15b, 15c sind dabei bevorzugt verschraubt, insbesondere mit dem Rahmen 6.

Bezugszeichenliste:

Energieerzeugungsaggregat	1
Brennstoffzelle	2
Luftanschluss	3
Kohlenwasserstoffanschluss	4
Elektrischer Anschluss	5
Tragende Struktur	6
Erste Funktionseinheit	7
Zweite Funktionseinheit	8
Dritte Funktionseinheit	9
Erste Rahmenplatte	10
Zweite Rahmenplatte	11
Dritte Rahmenplatte	12
Zweite Fixierungsplatte	13
Dritte Fixierungsplatte	14
Oberplatte	14a
Unterplatte	14b
Gehäuse	15
Gehäuseteile	15a, 15b , 15c
Isolation	16
Isolationsbereich	16a, 16b, 16c
Luftgebläse	17
Rezirkulationsgebläse	18
Startbrennerluftventil	19
Rezirkulationsventil	20
Kohlenwasserstoffpumpe	21a, 21b
Befestigungslasche	22
Erste Fixierungsplatte	23
Startbrenner	24

Verdampfer	25
Abgaskammer	26
Nachbrenner	27
Reformer	28
Flammrohr des Starbrenners	29
Wärmetauscher	30
Abgasanschluss	31
Brennkammer	32
Kathodenluftventil	33
Reformerluftventil	34
Nachbrenner-Anodenabgasventil	35
Verteilerplatte	36
Reformerkatalysator	37
Nachbrennerkatalysator	38

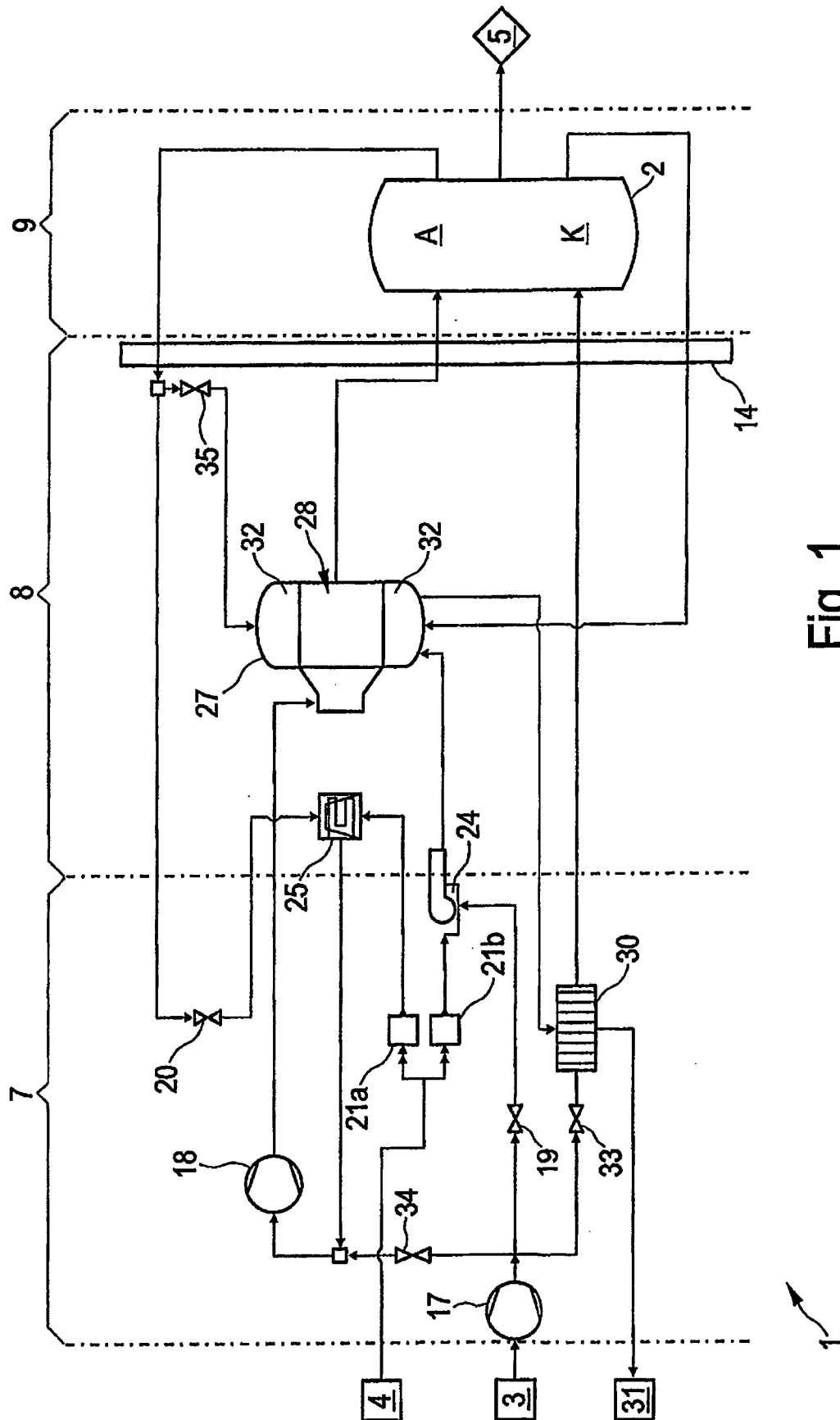
P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Energieerzeugungsaggregat (1), insbesondere zum Einsatz in einem Fahrzeug, das mit Kohlenwasserstoffen, insbesondere Diesel, betreibbar ist, mit einer Brennstoffzelle (2) und mit Anschlüssen (3, 4, 5) zur Zuführung von Luft und den Kohlenwasserstoffen und zur Abführung von elektrischer Energie, dadurch gekennzeichnet, dass das Energieerzeugungsaggregat drei im Wesentlichen räumlich getrennte Funktionseinheiten (7, 8, 9) aufweist, wobei eine erste Funktionseinheit (7) zur Medienversorgung ausgebildet ist und im Wesentlichen Einrichtungen zur Kraftstoff- und Luftzuführung aufweist, wobei eine zweite Funktionseinheit (8) zur Reformierung ausgebildet ist und im Wesentlichen Einrichtungen zur Umwandlung der Kohlenwasserstoffe in Prozessgas aufweist und wobei eine dritte Funktionseinheit (9) zur Erzeugung elektrischer Energie ausgebildet ist und im Wesentlichen die Brennstoffzelle (2) aufweist, und dass der dritten Funktionseinheit (9) das in der zweiten Funktionseinheit (8) erzeugte Prozessgas zugeführt wird.
2. Energieerzeugungsaggregat (1) nach Anspruch 1, wobei die drei Funktionseinheiten (7, 8, 9) im Wesentlichen hintereinander, insbesondere in Bezug auf die Strömungsrichtung angesaugter Luft durch die drei Funktionseinheiten (7, 8, 9), und/oder im Wesentlichen entlang einer gemeinsamen Längsachse (L) angeordnet sind.
3. Energieerzeugungsaggregat (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Prozesstemperaturen der Einrichtungen des Energieerzeugungsaggregats (1) im Wesentlichen von der ersten Funktionseinheit (7) über die dritte Funktionseinheit (9) zur zweiten Funktionseinheit (8) zunimmt.
4. Energieerzeugungsaggregat (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei im Wesentlichen alle Einrichtungen des Energieerzeugungsaggregats (1) an einer gemeinsamen tragenden Struktur (6, 15) angeordnet sind.
5. Energieerzeugungsaggregat (1) nach Anspruch 4, wobei die tragende Struktur (6) im Bereich der ersten Funktionseinheit (7) auf der der zweiten Funktionseinheit (8) abgewandten Seite eine erste Rahmenplatte (10), zwischen der ersten Funktionseinheit (7) und der zweiten Funktionseinheit (8)

eine zweite Rahmenplatte (11) und/oder zwischen der zweiten (8) und der dritten Funktionseinheit (9) eine dritte Rahmenplatte (12) aufweist, welche insbesondere aus Metall bestehen und durch die tragende Struktur (6, 15) verbunden sind.

6. Energieerzeugungsaggregat (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei an der ersten Funktionseinheit (7) auf der der zweiten Funktionseinheit (8) abgewandten Seite eine erste Fixierungsplatte (23), zwischen der ersten (7) und der zweiten Funktionseinheit (8) eine zweite Fixierungsplatte (13), insbesondere zum Fixieren von Einrichtungen der ersten (7) und/oder der zweiten Funktionseinheit (8), und/oder zwischen der zweiten (8) und der dritten Funktionseinheit (9) des Weiteren eine dritte Fixierungsplatte (14) angeordnet ist.
7. Energieerzeugungsaggregat (1) nach Anspruch 6, wobei die dritte Fixierungsplatte (14) als Adapterplatte, bestehend aus Ober- (14a) und Unterplatte (14b), ausgebildet ist und die Einrichtungen der zweiten Funktionseinheit (8) thermisch und/oder fluidkommunizierend mit der Brennstoffzelle (2) verbindet.
8. Energieerzeugungsaggregat (1) nach Anspruch 6 oder 7, wobei die erste Fixierungsplatte (23), die zweite Fixierungsplatte (13) und/oder die dritte Fixierungsplatte (14) mit zumindest einer flexiblen Befestigungslasche (22) mit der tragenden Struktur (6, 15) verbunden sind.
9. Energieerzeugungsaggregat (1) nach Anspruch 7 oder 8, wobei die Brennstoffzelle (2) und/oder mindestens ein Teil der Adapterplatte (14), insbesondere der Unterplatte (14b), demontierbar sind, so dass Verschleißteile der zweiten Funktionseinheit (8), insbesondere ein Reformerkatalysator (37), leicht auswechselbar sind.
10. Energieerzeugungsaggregat (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einer Isolation (16), durch welche das Energieerzeugungsaggregat (1) im Wesentlichen adiabat ist und welche insbesondere drei Isolationsbereiche (16a, 16b, 16c) entsprechend der Funktionseinheiten (7, 8, 9) aufweist.

11. Energieerzeugungsaggregat (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einem Gehäuse (15), welches insbesondere aus Gehäuseteilen (15a, 15b, 15c) besteht, welche jeweils im Wesentlichen eine der drei Funktionseinheiten (7, 8, 9) bedecken und welche einzeln demontierbar sind.
12. Energieerzeugungsaggregat (1) nach Anspruch 10 oder 11, wobei zumindest eine Einrichtung zur Medienversorgung, wie ein Gebläse bzw. Verdichter (17, 18), ein Ventil (19, 20, 34) und/oder eine Kohlenwasserstoffpumpe (21a, 21b), außerhalb des Gehäuses (15) und/oder der Isolation (16) angeordnet sind.
13. Energieerzeugungsaggregat (1) nach Anspruch 11 oder 12, wobei das Gehäuse (15) zumindest teilweise die tragende Struktur bildet.
14. Energieerzeugungsaggregat (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 13, wobei die tragende Struktur (6, 15) im Wesentlichen durch einen Rahmen, insbesondere aus Metall, gebildet wird.
15. Energieerzeugungsaggregat (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die zweite Funktionseinheit (8) zur Reformierung zwischen der ersten Funktionseinheit (7) zur Medienversorgung und der dritten Funktionseinheit (9) zur Erzeugung elektrischer Energie angeordnet ist.
16. Fahrzeug mit einem Energieerzeugungsaggregat (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 15.



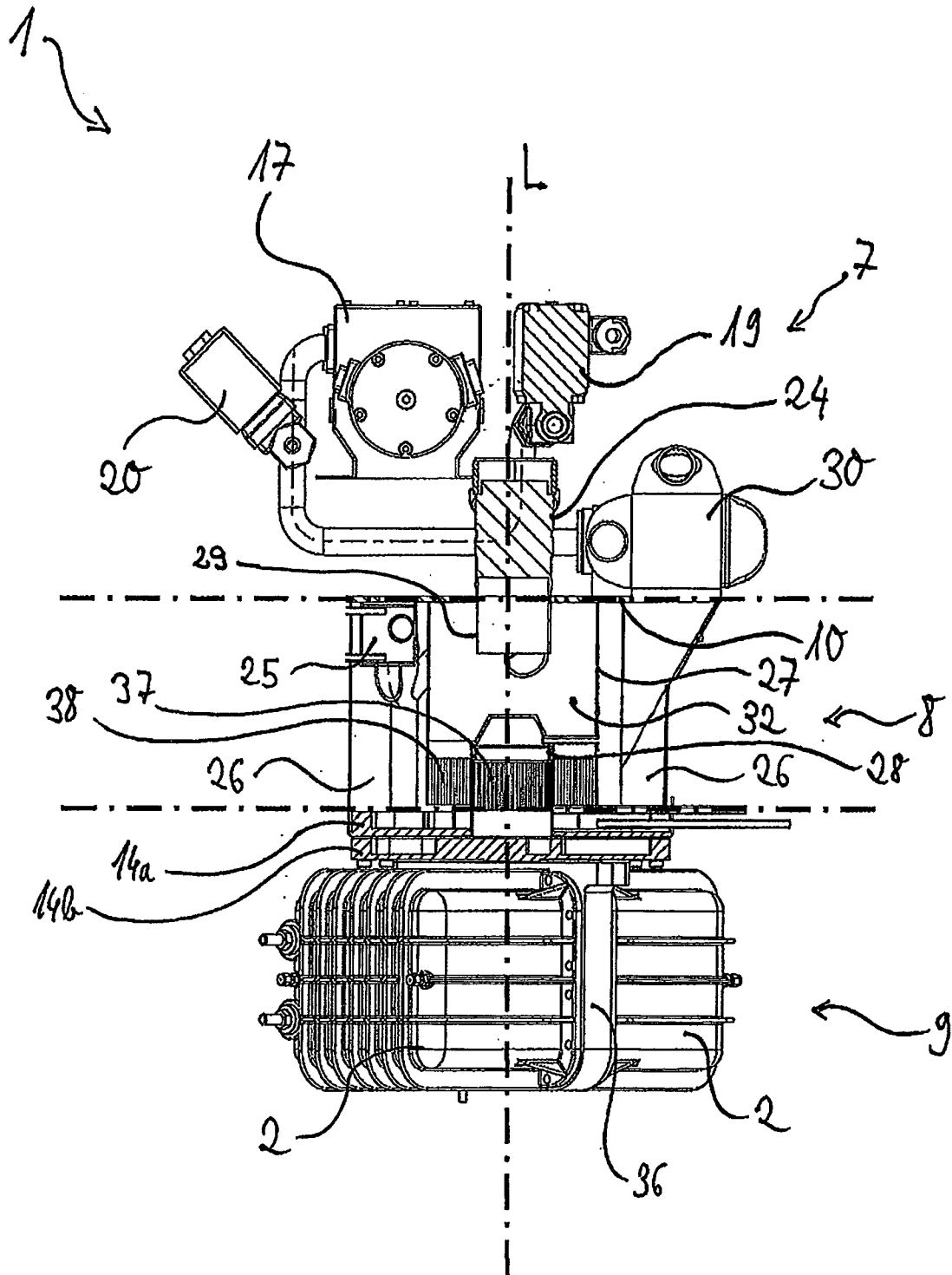


Fig. 2

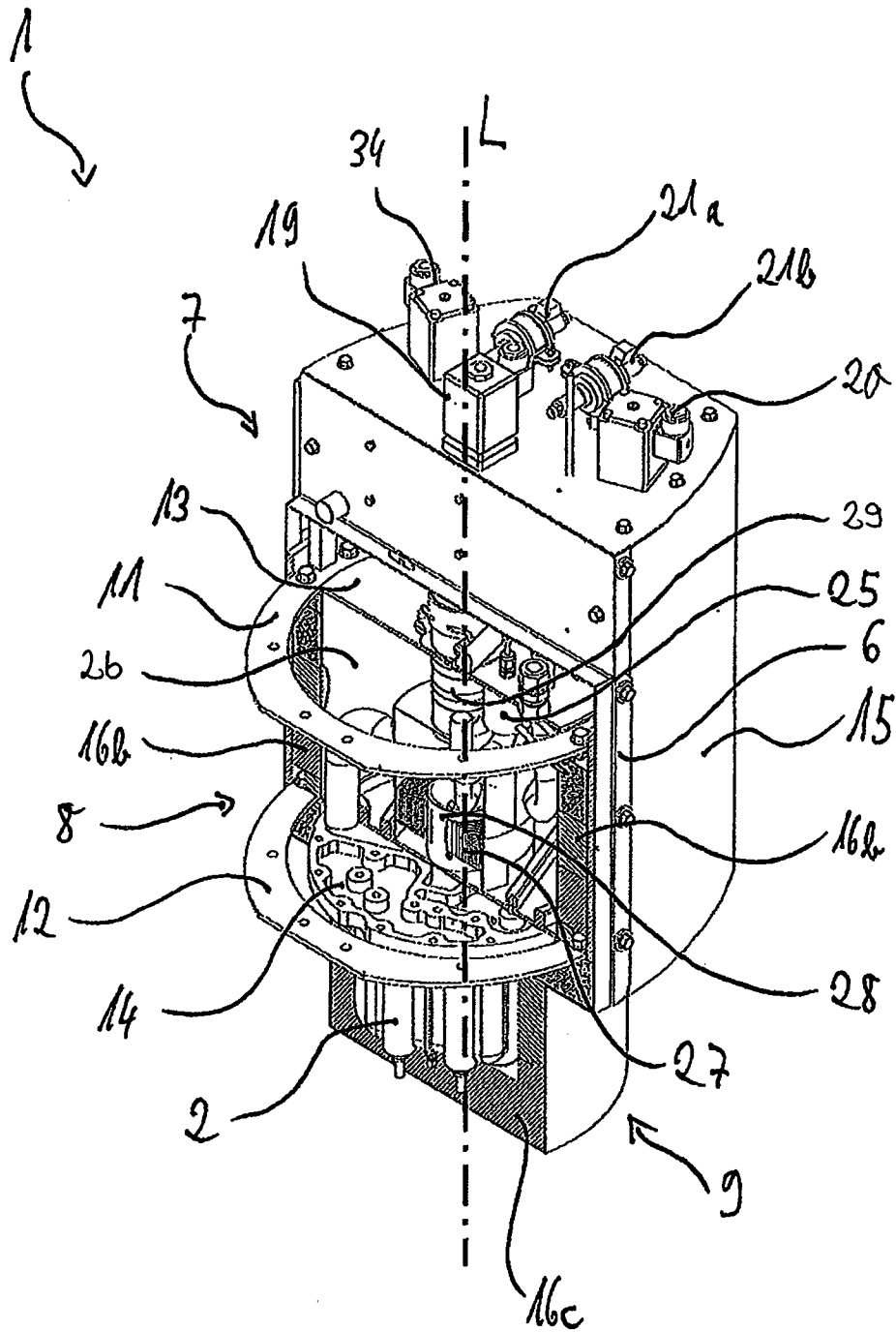


Fig. 3

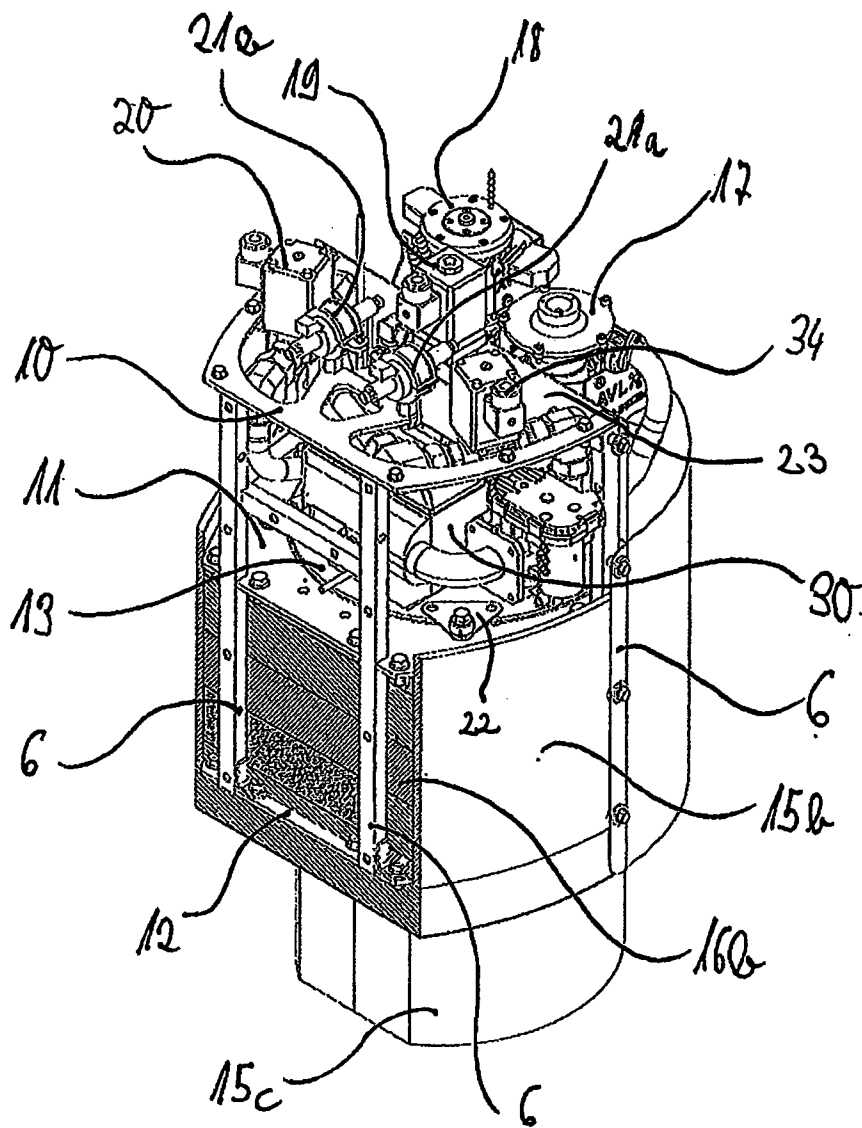


Fig. 4

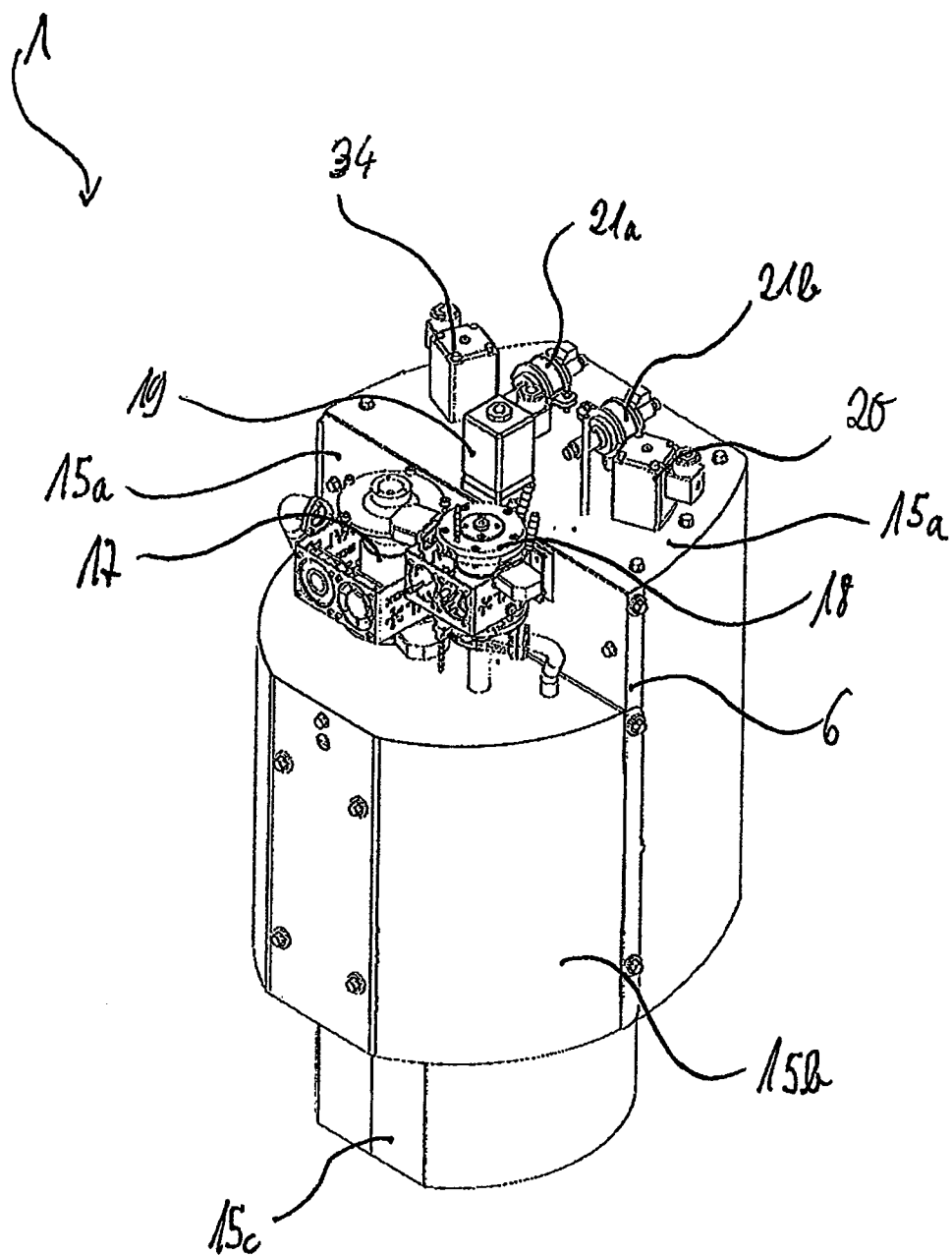


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/000290

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. C01B3/32 H01M8/06
ADD.

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
C01B H01M

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 414 092 A1 (DELPHI TECH INC [US]) 28 April 2004 (2004-04-28) paragraph [0015] - paragraph [0028]; figures 2,8,9,11,12 -----	1-16
X	WO 99/44252 A1 (HYDROGEN BURNER TECHN INC [US]) 2 September 1999 (1999-09-02) page 5 - page 13; figures 1A, 1B -----	1-16
X	DE 44 46 841 A1 (MTU FRIEDRICHSHAFEN GMBH [DE]) 4 July 1996 (1996-07-04) figure 2 -----	1-16
X	DE 10 2007 039594 A1 (AVL LIST GMBH [AT]) 10 April 2008 (2008-04-10) cited in the application figures ----- -/--	1-16



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 April 2014

Date of mailing of the international search report

30/04/2014

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Engelen, Karen

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2014/000290

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2007/136080 A1 (HONDA MOTOR CO LTD [JP]; HOMMA HIROKI [JP]) 29 November 2007 (2007-11-29) figures -----	1-16
X	US 2011/269032 A1 (FISCHER BERNHARD A [US] ET AL) 3 November 2011 (2011-11-03) figure 2 -----	1-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/000290

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
EP 1414092	A1	28-04-2004	EP	1414092	A1	28-04-2004
			US	2003235751	A1	25-12-2003

WO 9944252	A1	02-09-1999	AU	3311499	A	15-09-1999
			CA	2320761	A1	02-09-1999
			CN	1292157	A	18-04-2001
			EP	1060533	A1	20-12-2000
			JP	2002505510	A	19-02-2002
			US	6033793	A	07-03-2000
			WO	9944252	A1	02-09-1999

DE 4446841	A1	04-07-1996	DE	4446841	A1	04-07-1996
			EP	0807321	A1	19-11-1997
			WO	9620506	A1	04-07-1996

DE 102007039594	A1	10-04-2008	AT	502131	A2	15-01-2007
			DE	102007039594	A1	10-04-2008
			US	2008081233	A1	03-04-2008

WO 2007136080	A1	29-11-2007	AT	481752	T	15-10-2010
			EP	2022121	A1	11-02-2009
			JP	5021238	B2	05-09-2012
			JP	2007311160	A	29-11-2007
			US	2009263689	A1	22-10-2009
			WO	2007136080	A1	29-11-2007

US 2011269032	A1	03-11-2011	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. C01B3/32 H01M8/06
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 C01B H01M

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 414 092 A1 (DELPHI TECH INC [US]) 28. April 2004 (2004-04-28) Absatz [0015] - Absatz [0028]; Abbildungen 2,8,9,11,12 -----	1-16
X	WO 99/44252 A1 (HYDROGEN BURNER TECHN INC [US]) 2. September 1999 (1999-09-02) Seite 5 - Seite 13; Abbildungen 1A, 1B -----	1-16
X	DE 44 46 841 A1 (MTU FRIEDRICHSHAFEN GMBH [DE]) 4. Juli 1996 (1996-07-04) Abbildung 2 -----	1-16
X	DE 10 2007 039594 A1 (AVL LIST GMBH [AT]) 10. April 2008 (2008-04-10) in der Anmeldung erwähnt Abbildungen ----- -/-	1-16

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

23. April 2014

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

30/04/2014

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Engelen, Karen

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2007/136080 A1 (HONDA MOTOR CO LTD [JP]; HOMMA HIROKI [JP]) 29. November 2007 (2007-11-29) Abbildungen -----	1-16
X	US 2011/269032 A1 (FISCHER BERNHARD A [US] ET AL) 3. November 2011 (2011-11-03) Abbildung 2 -----	1-16

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/000290

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1414092	A1	28-04-2004	EP	1414092	A1	28-04-2004
			US	2003235751	A1	25-12-2003

WO 9944252	A1	02-09-1999	AU	3311499	A	15-09-1999
			CA	2320761	A1	02-09-1999
			CN	1292157	A	18-04-2001
			EP	1060533	A1	20-12-2000
			JP	2002505510	A	19-02-2002
			US	6033793	A	07-03-2000
			WO	9944252	A1	02-09-1999

DE 4446841	A1	04-07-1996	DE	4446841	A1	04-07-1996
			EP	0807321	A1	19-11-1997
			WO	9620506	A1	04-07-1996

DE 102007039594	A1	10-04-2008	AT	502131	A2	15-01-2007
			DE	102007039594	A1	10-04-2008
			US	2008081233	A1	03-04-2008

WO 2007136080	A1	29-11-2007	AT	481752	T	15-10-2010
			EP	2022121	A1	11-02-2009
			JP	5021238	B2	05-09-2012
			JP	2007311160	A	29-11-2007
			US	2009263689	A1	22-10-2009
			WO	2007136080	A1	29-11-2007

US 2011269032	A1	03-11-2011	KEINE			
