

(12)

## Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 85/2013  
(22) Anmeldetag: 04.02.2013  
(45) Veröffentlicht am: 15.11.2016

(51) Int. Cl.: **H01M 8/06** (2006.01)  
**B01J 8/02** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
WO 2013117948 A1  
US 2004187386 A1  
US 2008096062 A1

(73) Patentinhaber:  
AVL List GmbH  
8020 Graz (AT)

(72) Erfinder:  
Rechberger Jürgen Dipl.Ing.  
8010 Graz (AT)  
Reissig Michael Dipl.Ing. (FH)  
8010 Graz (AT)

(74) Vertreter:  
BABELUK MICHAEL DIPL.ING. MAG.  
WIEN (AT)

### (54) Katalysatoreinheit für ein Hochtemperatur-Brennstoffzellensystem

(57) Die Erfindung betrifft eine Katalysatoreinheit (10) für ein Hochtemperatur- Brennstoffzellensystem mit einem Reformerkatalysator (11) zur Aufbereitung eines Kraftstoffs für die Brennstoffzelle und einen Oxidationskatalysator (12) für die Abgasnachbehandlung der Brennstoffzelle, wobei der Oxidationskatalysator (12) ringförmig um den zylindrisch ausgeführten Reformerkatalysator (11) angeordnet ist. Erfindungsgemäß sind die Gaspfade des Oxidationskatalysators (12) und des Reformerkatalysators (11) durch ein den Reformerkatalysator (11) aufnehmendes Metallrohr (13) getrennt, wobei das Metallrohr (13) eine Hülse (14) aufweist, die ein Gehäuse für den Reformerkatalysator (11) bildet, sowie ein Innenrohr (15), das die Innenwand des ringförmigen Oxidationskatalysators (12) bildet.

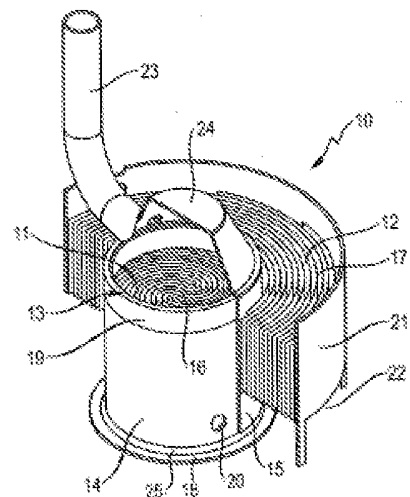


Fig. 1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Katalysatoreinheit für ein Hochtemperatur-Brennstoffzellensystem mit einem Reformerkatalysator zur Aufbereitung eines Kraftstoffs für die Brennstoffzelle und einen Oxidationskatalysator für die Abgasnachbehandlung der Brennstoffzelle, wobei der Oxidationskatalysator ringförmig um den zylindrisch ausgeführten Reformerkatalysator angeordnet ist.

**[0002]** Die oben beschriebene Katalysatoreinheit kann beispielsweise in einer kompakten Energieerzeugungseinheit (Auxiliary Power Unit APU) eines Kraftfahrzeuges zum Einsatz kommen, wo sie zur Bereitstellung von elektrischer und thermischer Energie dient.

**[0003]** So ist beispielsweise aus der AT 502 131 B1 eine Katalysatoreinheit für ein Hochtemperatur-Brennstoffzellensystem bekannt, bei welchem ein zylindrischer Reformerkatalysator in einen Oxidationskatalysator eingebaut ist. Dabei ist in einer Brennkammer für einen Flammenbrenner ein zylindrischer Reformerkatalysator angeordnet, der von einem Oxidationskatalysator ringförmig umfasst wird. Die nicht verbrauchten Brennstoffbestandteile des Anodenabgases werden zusammen mit dem Kathodenabgas in die Brennkammer geführt und im Oxidationskatalysator nachbehandelt. Die gasförmigen Produkte nach der katalytischen Umsetzung gelangen über randseitige Öffnungen des Oxidationskatalysators in eine Ringkammer und verlassen unter Abgabe von Wärme an einem Plattenwärmetauscher die Energieerzeugungseinheit.

**[0004]** Aus der EP 2 255 872 A2 ist ein Oxidationskatalysator mit mehreren Reaktionszonen bekannt. Die zu behandelnden Gase strömen zunächst durch einen zylindrischen, inneren Katalysator, werden dann umgelenkt und im Gegenstrom in einen ringförmigen, äußeren Katalysatorbereich geführt. Die beiden Bereiche sind durch eine zylindrische Trennwand getrennt. Sowohl der innere Katalysator, als auch der äußere Katalysator weisen ein metallisches Trägersubstrat (mash layer bzw. honeycomb layer) für die katalytische Substanz auf. Die dargestellte, serielle Hintereinanderschaltung mehrerer Oxidationsstufen eines Oxidationskatalysators soll den Wirkungsgrad der Vorrichtung erhöhen.

**[0005]** Aus der WO 2013/117948 A1 ist ein Reformier mit katalytischer Verbrennung zur Erzeugung von Wasserstoff bekannt, bei welchem in einem als "combustion zone" (Oxidationskatalysator) und in einem als "reforming zone" (Reformerkatalysator) gekennzeichneten Bereich jeweils metallische Katalysatorträger, sogenannte "Fecralloy sheets" vorliegen, welche mit einem den Reformerkatalysator aufnehmenden Metallrohr in thermischem Kontakt stehen. Der Oxidationskatalysator ist ringförmig um den zylindrisch ausgeführten Reformerkatalysator angeordnet. Ein ähnlicher Sachverhalt wird durch die US 2004/0187386 A1 offenbart.

**[0006]** Aufgabe der Erfindung ist es, eine Katalysatoreinheit für ein Hochtemperatur-Brennstoffzellensystem der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, dass eine kompakte Baueinheit, insbesondere für die Anwendung in einer APU gegeben ist, wobei Verbesserungen beim Wärmeübergang sowie bei der Wartung und Pflege der Einheit erzielt werden sollen.

**[0007]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Gaspfade des Oxidationskatalysators und des Reformerkatalysators durch ein den Reformerkatalysator aufnehmendes Metallrohr getrennt sind, wobei das Metallrohr eine Hülse aufweist, die ein Gehäuse für den Reformerkatalysator bildet, sowie ein Innenrohr, das die Innenwand des ringförmigen Oxidationskatalysators bildet. Insbesondere ist vorgesehen, dass der Reformerkatalysator austauschbar in den ringförmigen Oxidationskatalysator einsetzbar ist. Trotz kompakter Bauform sind somit beide Katalysatoren in voneinander unabhängigen Gehäusen fixiert. Der Reformerkatalysator kann somit bei Bedarf auf einfache Weise ausgewechselt werden.

**[0008]** Um den Wärmeaustausch innerhalb der Katalysatoreinheit zu beschleunigen und zu optimieren ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass der Oxidationskatalysator und/oder der Reformerkatalysator einen metallischen Katalysatorträger aufweisen, wobei die Hülse mit dem Katalysatorträger des Reformerkatalysators und das Innenrohr mit dem Katalysatorträger des Oxidationskatalysators in thermischem Kontakt stehen.

**[0009]** Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Katalysatorträger des Oxidationskatalysators und der Katalysatorträger des Reformerkatalysators durch Schweißen mit den jeweils benachbarten Teilen des Metallrohrs verbunden sind. Durch direktes Anschweißen der Substrate im Gehäuse des Reformerkatalysators bzw. des Oxidationskatalysators kann eine sonst übliche Dichtmatte entfallen, die den Wärmeaustausch behindert. Ein besonderer Vorteil dieser Ausgestaltung liegt darin, dass durch die verbesserte Wärmeleitfähigkeit das Temperaturprofil der Katalysatoreinheit (axial und radial) homogenisiert werden kann. Durch die verbesserte Wärmeableitung können insbesondere heiße Zonen (hot spots) in den beiden Katalysatoren verhindert werden.

**[0010]** Gemäß einer Ausführungsvariante der Erfindung kann das eingangs des Reformerkatalysators angeordnete Gasverteilergehäuse (Reformermanifold) einen Ringraum aufweisen, in welchen die Zuleitung für das aufzubereitende Kraftstoff-Gas-Gemisch einmündet, wobei ausgehend vom Ringraum radiale Zugangsöffnungen vom Ringraum zur Eintrittsfläche des Reformerkatalysators angeordnet sind. Durch diese Maßnahme wird eine Homogenisierung des Gasstroms durch den Katalysator erreicht.

**[0011]** Gemäß einer weiteren Ausführungsvariante des Gasverteilergehäuses kann der axiale Abstand  $a$  des tangentialen Einlasses der Zuleitung für das Kraftstoff-Gas-Gemisch von der Eintrittsfläche des Reformerkatalysators zum Durchmesser  $D$  des Reformerkatalysators ein Verhältnis  $a : D$  im Bereich von 0,2 bis 1, vorzugsweise von 0,3 bis 0,6, aufweisen, wodurch sich eine gewünschte Ringströmung eingangsseitig des Reformerkatalysators etabliert. Der tangentielle Einlass kann in einen zylindrischen oder kegelstumpfförmigen Bereich des Gasverteilergehäuses einmünden.

**[0012]** Die Erfindung wird im Folgenden anhand von zum Teil schematischen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

- [0013]** Fig. 1 eine erfindungsgemäße Katalysatoreinheit für ein Hochtemperatur-Brennstoffzellensystem in einer dreidimensionalen, teilweise aufgeschnittenen Darstellung,
- [0014]** Fig. 2 eine schematische Darstellung des Funktionsprinzips und der Einbaulage der Katalysatoreinheit gemäß Fig. 1,
- [0015]** Fig. 3 eine Schnittdarstellung der Katalysatoreinheit gemäß Fig. 1,
- [0016]** Fig. 4 eine Ausführungsvariante der Katalysatoreinheit gemäß Fig. 1 in einer dreidimensionalen Darstellung,
- [0017]** Fig. 5 eine erste Ausführungsvariante eines Gasverteilergehäuses (Reformermanifold) für den Reformerkatalysator der Katalysatoreinheit in einer Schnittdarstellung gemäß Linie V-V in Fig. 6,
- [0018]** Fig. 6 das Gasverteilergehäuse gemäß Fig. 5 in einer axialen Draufsicht, sowie
- [0019]** Fig. 7 eine zweite Ausführungsvariante eines Gasverteilergehäuses (Reformermanifold) für den Reformerkatalysator der Katalysatoreinheit in einem Axialschnitt.

**[0020]** In Fig. 1 ist eine erfindungsgemäße Katalysatoreinheit 10 für ein hier nicht weiter dargestelltes Hochtemperatur-Brennstoffzellensystem mit einem zylindrischen Reformerkatalysator 11 und einen den Reformerkatalysator ringförmig umschließenden Oxidationskatalysator 12 skizziert. Der Reformerkatalysator 11 dient zur Aufbereitung des Kraftstoffs für die Brennstoffzelle BZ (siehe Fig. 2), der mit einem Oxidationsmittel über die Zuleitung 23 zugeführt und mit einem kegelstumpfförmigen Gasverteilergehäuse bzw. Reformermanifold 24 möglichst homogen über die Eintrittsfläche des Reformerkatalysators 11 verteilt wird. Der Oxidationskatalysator 12 dient der Abgasnachbehandlung eines Starterbrenners und des Brennstoffzellensystems.

**[0021]** In der dargestellten Ausführungsvariante sind die Gaspfade des Oxidationskatalysators 12 und des Reformerkatalysators 11 durch ein den Reformerkatalysator 11 aufnehmendes Metallrohr 13 getrennt, das zweiteilig gestaltet ist und eine Hülse 14 aufweist, die ein Gehäuse

für den Reformerkatalysator 11 bildet, sowie ein Innenrohr 15, das die Innenwand des ringförmigen Oxidationskatalysators 12 bildet. Der Reformerkatalysator 11 kann somit austauschbar in den ringförmigen Oxidationskatalysator 12 eingesetzt werden.

**[0022]** Der Oxidationskatalysator 12 und/oder der Reformerkatalysator 11 weisen bevorzugt einen metallischen Katalysatorträger 16, 17 auf, wobei die Hülse 14 des Metallrohrs 13 mit dem Katalysatorträger 16 des Reformerkatalysators 11 und das Innenrohr 15 mit dem Katalysatorträger 17 des Oxidationskatalysators 12 in thermischem Kontakt steht. Damit können für den Wärmeübergang weit bessere Werte erzielt werden, als bei der Verwendung keramischer Substrate, die üblicherweise mit einer Dichtmatte zum Gehäuse abgedichtet werden.

**[0023]** Bevorzugt besteht der Katalysatorträger 17 des Oxidationskatalysators 12 und der Katalysatorträger 16 des Reformerkatalysators 11 aus einem metallischen Drahtgeflecht oder einer metallischen Lamellenstruktur, die durch Schweißen mit den jeweils benachbarten Teilen 14, 15 des Metallrohrs 13 verbunden sind.

**[0024]** Die Hülse 14 des Reformerkatalysators 11 kann mittels einer Spielpassung, beispielsweise im Bereich von 0,2 mm bis 1,5 mm, auswechselbar in das Innenrohr 15 bzw. die Innenwand des ringförmigen Oxidationskatalysators 12 eingefügt werden.

**[0025]** Erfindungsgemäß weist die Hülse 14 des Reformerkatalysators 11 oder das Innenrohr 15 des Oxidationskatalysators 12 einen Dichtflansch 18 auf, wobei zwischen dem Dichtflansch 18 und dem Ende des Innenrohrs 15 in einer entsprechenden Ausnehmung eine Ringdichtung 25 vorgesehen ist. Am anderen Ende kann eine Quellmatte 19 angeordnet sein. Für Montage- und Demontagezwecke können an der Hülse 14 des Reformerkatalysators 11 Eingriffselemente oder Eingriffsöffnungen 20 für ein Abzugswerkzeug ausgebildet sein.

**[0026]** Der Oxidationskatalysator 12 weist eine rohrförmige Außenwand 21 mit Abgas-Auslassöffnungen 22 in einem über den Katalysatorträger 17 ragenden Bereich auf.

**[0027]** Fig. 2 zeigt in einer schematischen Übersichtsdarstellung die Anordnung der erfindungsgemäßen Katalysatoreinheit 10 samt zylindrischem Reformerkatalysator 11 und ringförmigem Oxidationskatalysator 12 im Verbund mit einem Hochtemperatur-Brennstoffzellensystem BZ mit der Anodenseite A und der Kathodenseite K.

**[0028]** Der Kraftstoff F wird während des Startzyklus mit Hilfe einer Kraftstoffpumpe 35 einem Starterbrenner 26 zugeführt, dessen Abgase in den ringförmigen Oxidationskatalysator 12 geführt werden und den zentral angeordneten Reformerkatalysator 11 aufheizen. Weiters wird der Kraftstoff F mittels Kraftstoffpumpe 36 der Verdampfungseinheit 37 zugeführt und in das Anodenabgas der Rezirkulationsleitung 27 eingebracht, sowie zusammen mit dem benötigten Oxidationsmittel, beispielweise Luft L, mittels Verdichter 28 dem Gasverteilergehäuse bzw. Reformermanifold 24 des Reformerkatalysators 11 zugeführt.

**[0029]** Der Verdichter 29 dient für die Zufuhr des Oxidationsmittels (z.B. Luft L) zur Kathodenseite K des Brennstoffzellensystems BZ, wobei das Oxidationsmittel über einen Wärmetauscher 38 geführt wird, der von den Abgasen des Oxidationskatalysators 12 mit Abwärme beaufschlagt wird. In der Startphase wird auch der Starterbrenner 26 über den Verdichter 29 mit der benötigten Luft versorgt.

**[0030]** Fig. 3 zeigt eine Variante der erfindungsgemäßen Katalysatoreinheit 10 in einer vergrößerten Schnittdarstellung. Das Metallrohr 13, das die Gaspfade des Oxidationskatalysators 12 und des Reformerkatalysators 11 trennt, besteht im Wesentlichen aus der Hülse 14, die ein Gehäuse für den Reformerkatalysator 11 bildet, sowie aus dem Innenrohr 15, das die Innenwand des ringförmigen Oxidationskatalysators 12 bildet. Der umlaufende Dichtflansch 18 weist hier eine Dichtung 25 zur Stirnseite des Innenrohrs 15 auf.

**[0031]** Fig. 4 zeigt eine Ausführungsvariante der Vorrichtung gemäß Fig. 1, bei welcher sowohl der Oxidationskatalysator 12, als auch der Reformerkatalysator 11 einen metallischen Katalysatorträger 16, 17 aufweisen, wobei die Gaspfade der beiden Katalysatoren 11, durch ein den Reformerkatalysator 11 aufnehmendes Metallrohr 13 getrennt sind, welches mit dem Katalysa-

trträger 17 des Oxidationskatalysators 12 und dem Katalysatorträger 16 des Reformerkatalysators 11, beispielsweise durch Schweißen, in thermischem Kontakt steht.

**[0032]** In den Fig. 5 bis Fig. 7 sind zwei Ausführungsvarianten für das Gasverteilergehäuse 24 dargestellt, das eingangsseitig des Reformerkatalysators 11 angeordnet ist. Es dient dazu, das aufzubereitende Kraftstoff-Gas-Gemisch über die gesamte Eintrittsfläche 30 des Reformerkatalysators 11 zu verteilen, wobei die Zuleitung 23 für das Kraftstoff-Gas-Gemisch radial oder tangential in Bezug auf die Achse 11' des Reformerkatalysators 11 in das Gasverteilergehäuse 24 einmündet.

**[0033]** Bei der in den Fig. 5 und Fig. 6 dargestellten Ausführungsvariante weist das Gasverteilergehäuse 24 einen Ringraum 32 auf, in welchen die Zuleitung 23 für das Kraftstoff-Gas-Gemisch beispielsweise radial einmündet, wobei ausgehend vom Ringraum 32 radiale Zugangsöffnungen 33 in Form eines Lochkranzes vom Ringraum 32 zur Eintrittsfläche 30 des Reformerkatalysators 11 angeordnet sind, sodass der Reformerkatalysators 11 möglichst gleichmäßig mit dem Gemisch aus Anodenabgas, verdampftem Kraftstoff und Oxidationsmittel beaufschlagt wird. Das Reformermanifold gemäß Fig. 5 und Fig. 6 zeichnet sich durch eine kompakte Bauweise mit geringer axialer Bauhöhe aus. Im Rohr 34 kann eine Messeinrichtung, z.B. ein Temperatursensor, in den Ringraum 32 eingebracht werden (siehe Fig. 6).

**[0034]** In der Ausführungsvariante gemäß Fig. 7 weist der axiale Abstand  $a$  des tangentialen Einlasses 31 der Zuleitung 23 für das Kraftstoff-Gas-Gemisch von der Eintrittsfläche 30 des Reformerkatalysators 11 zum Durchmesser  $D$  des Reformerkatalysators 11 ein Verhältnis  $a : D$  im Bereich von 0,2 bis 1, vorzugsweise von 0,3 bis 0,6, auf, sodass sich eine optimale Ringströmung im Inneren des Reformermanifolds 24 ausbilden kann, die eine homogene Gasverteilung an der Eintrittsfläche 30 des Reformerkatalysators 11 erzeugt. Vorteile sind ein kompaktes Design und geringe Druckverluste.

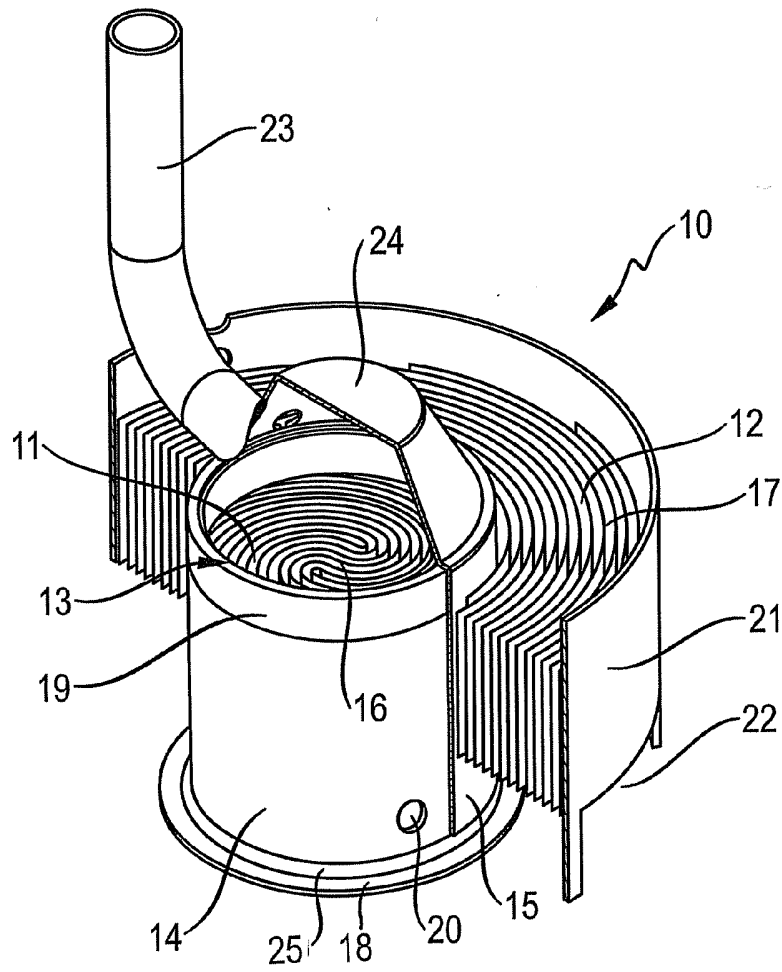
**[0035]** Bevorzugt kann das Gasverteilergehäuse 24 einstückig mit der Innenwand 15 des ringförmigen Oxidationskatalysators 12 hergestellt oder durch Schweißen mit dieser verbunden sein.

## Patentansprüche

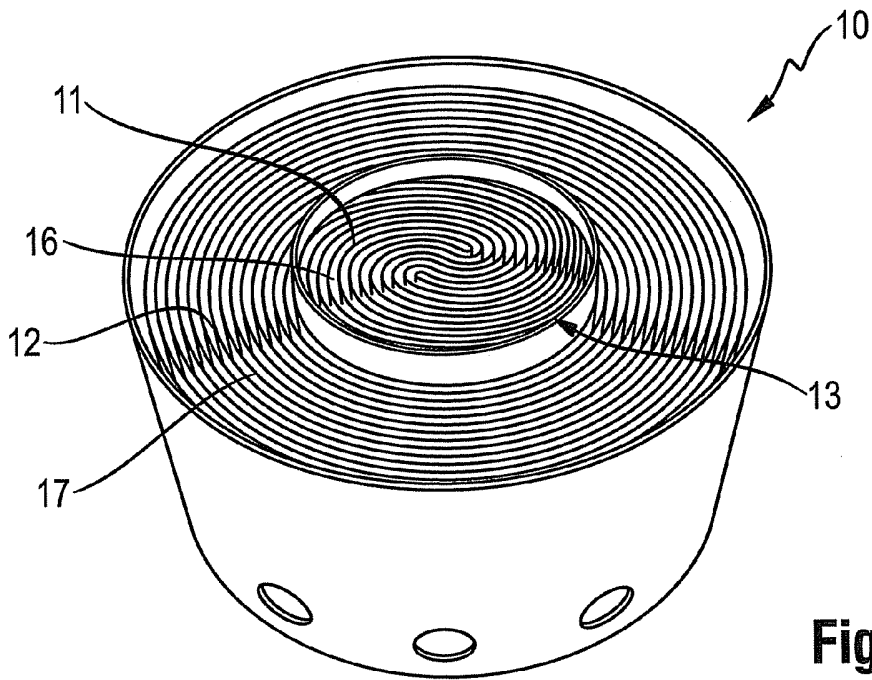
1. Katalysatoreinheit (10) für ein Hochtemperatur-Brennstoffzellensystem mit einem Reformerkatalysator (11) zur Aufbereitung eines Kraftstoffs für die Brennstoffzelle und einem Oxidationskatalysator (12) für die Abgasnachbehandlung der Brennstoffzelle, wobei der Oxidationskatalysator (12) ringförmig um den zylindrisch ausgeführten Reformerkatalysator (11) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gaspfade des Oxidationskatalysators (12) und des Reformerkatalysators (11) durch ein den Reformerkatalysator (11) aufnehmendes Metallrohr (13) getrennt sind, wobei das Metallrohr (13) eine Hülse (14) aufweist, die ein Gehäuse für den Reformerkatalysator (11) bildet, sowie ein Innenrohr (15), das die Innenwand des ringförmigen Oxidationskatalysators (12) bildet.
2. Katalysatoreinheit (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Reformerkatalysator (11) austauschbar in den ringförmigen Oxidationskatalysator (12) einsetzbar ist.
3. Katalysatoreinheit (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Oxidationskatalysator (12) und/oder der Reformerkatalysator (11) einen metallischen Katalysatorträger (16, 17) aufweisen, wobei die Hülse (14) mit dem Katalysatorträger (16) des Reformerkatalysators (11) und das Innenrohr (15) mit dem Katalysatorträger (17) des Oxidationskatalysators (12) in thermischem Kontakt stehen.
4. Katalysatoreinheit (10) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Katalysatorträger (17) des Oxidationskatalysators (12) und der Katalysatorträger (16) des Reformerkatalysators (11) durch Schweißen mit den jeweils benachbarten Teilen des Metallrohrs (13) verbunden sind.
5. Katalysatoreinheit (10) nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Katalysatorträger (17) des Oxidationskatalysators (12) und der Katalysatorträger (16) des Reformerkatalysators (11) aus einem metallischen Drahtgeflecht oder einer metallischen Lamellenstruktur bestehen.
6. Katalysatoreinheit (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hülse (14) des Reformerkatalysators (11) mittels einer Spielpassung, beispielsweise im Bereich von 0,2 mm bis 1,5 mm, in das Innenrohr (15) des Oxidationskatalysators (12) eingefügt ist.
7. Katalysatoreinheit (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hülse (14) des Reformerkatalysators (11) oder das Innenrohr (15) des Oxidationskatalysators (12) einen Dichtflansch (18) aufweisen, und zwischen dem Dichtflansch (18) und dem Ende des Innenrohrs (15) eine Ringdichtung (25) vorgesehen ist.
8. Katalysatoreinheit (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass an der Hülse (14) des Reformerkatalysators (11) Eingriffselemente oder Eingriffsöffnungen (20) für ein Abzugswerkzeug ausgebildet sind.
9. Katalysatoreinheit (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Oxidationskatalysator (12) eine rohrförmige Außenwand (21) mit Abgas-Auslassöffnungen (22) in einem über den Katalysatorträger (17) ragenden Bereich aufweist.
10. Katalysatoreinheit (10) für ein Hochtemperatur-Brennstoffzellensystem mit einem Reformerkatalysator (11) zur Aufbereitung eines Kraftstoffs für die Brennstoffzelle und einen Oxidationskatalysator (12) für die Abgasbehandlung der Brennstoffzelle, wobei der Oxidationskatalysator (12) ringförmig um den zylindrisch ausgeführten Reformerkatalysator (11) angeordnet ist, wobei sowohl der Oxidationskatalysator (12) als auch der Reformerkatalysator (11) einen metallischen Katalysatorträger (16, 17) aufweisen, und die Gaspfade des Oxidationskatalysators (12) und des Reformerkatalysators (11) durch ein den Reformerkatalysator (11) aufnehmendes Metallrohr (13) getrennt sind, welches mit dem Katalysatorträger (17) des Oxidationskatalysators (12) und dem Katalysatorträger (16) des Reformerkatalysators (11) in thermischem Kontakt steht, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Katalysatorträger (17) des Oxidationskatalysators (12) und der Katalysatorträger (16) des Reformerkatalysators (11) durch Schweißen mit dem Metallrohr (13) verbunden sind.

11. Katalysatoreinheit (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Reformerkatalysator (11) eingangsseitig ein Gasverteilergehäuse (24) aufweist, das das aufzubereitende Kraftstoff-Gas-Gemisch über die gesamte Eintrittsfläche (30) des Reformerkatalysators (11) verteilt, wobei die Zuleitung (23) für das Kraftstoff-Gas-Gemisch radial oder tangential in Bezug auf die Achse (11') des Reformerkatalysators (11) in das Gasverteilergehäuse (24) einmündet.
12. Katalysatoreinheit (10) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gasverteilergehäuse (24) einen Ringraum (32) aufweist, in welchen die Zuleitung (23) für das Kraftstoff-Gas-Gemisch einmündet, wobei ausgehend vom Ringraum (32) radiale Zugangsöffnungen (33) vom Ringraum (32) zur Eintrittsfläche (30) des Reformerkatalysators (11) angeordnet sind.
13. Katalysatoreinheit (10) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der axiale Abstand  $a$  des tangentialen Einlasses (31) der Zuleitung (23) für das Kraftstoff-Gas-Gemisch von der Eintrittsfläche (30) des Reformerkatalysators (11) zum Durchmesser  $D$  des Reformerkatalysators (11) ein Verhältnis  $a : D$  im Bereich von 0,2 bis 1, vorzugsweise von 0,3 bis 0,6, aufweist.
14. Katalysatoreinheit (10) nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gasverteilergehäuse (24) mit der Innenwand des ringförmigen Oxidationskatalysators (12) einstückig hergestellt oder durch Schweißen verbunden ist.

**Hierzu 5 Blatt Zeichnungen**



**Fig. 1**



**Fig. 4**

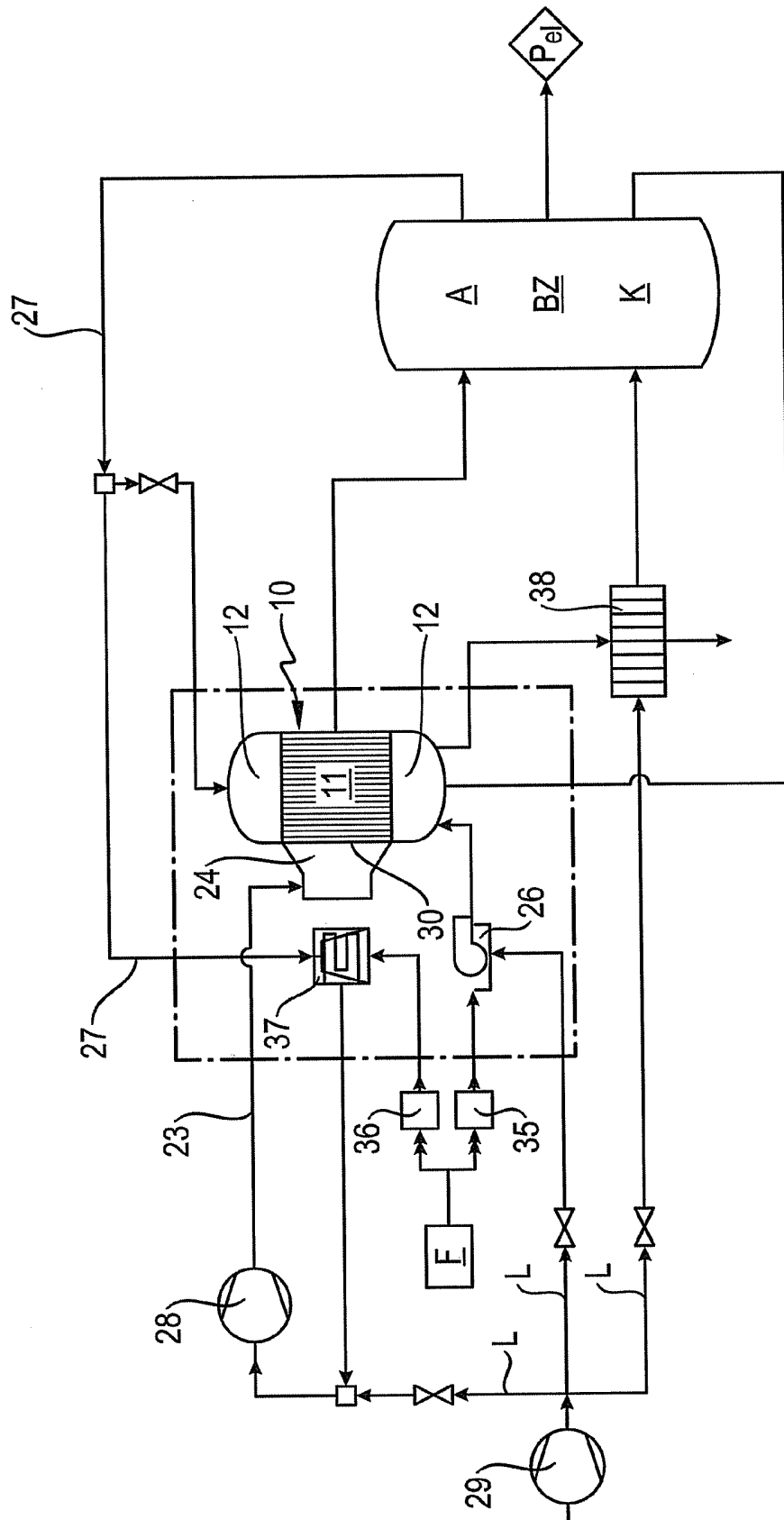
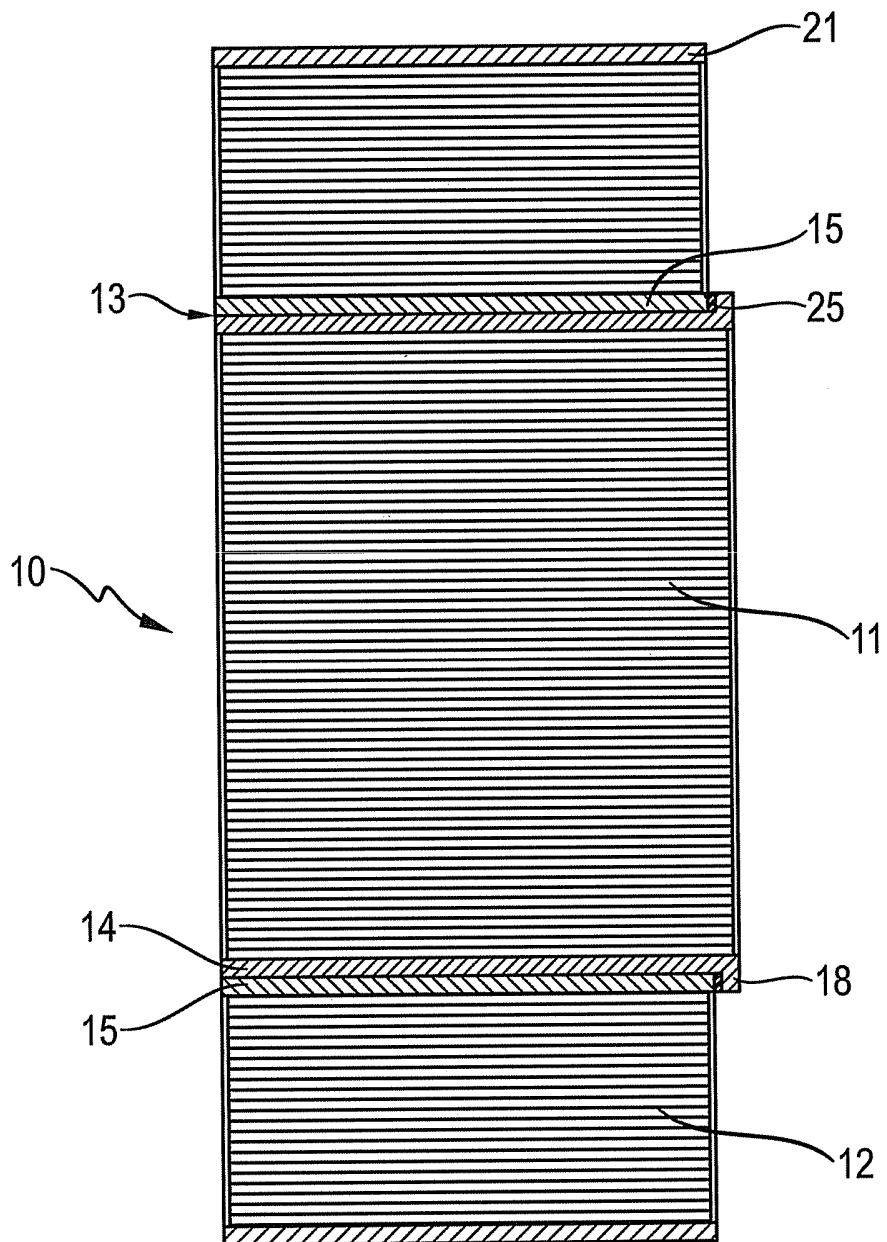


Fig. 2



**Fig. 3**

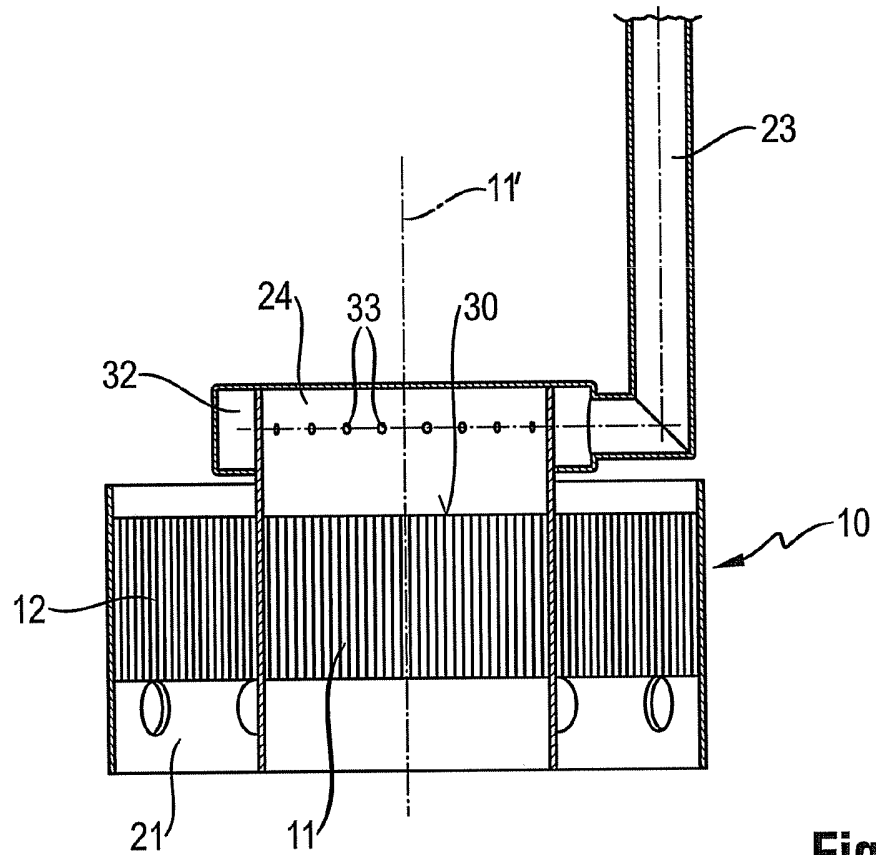


Fig. 5

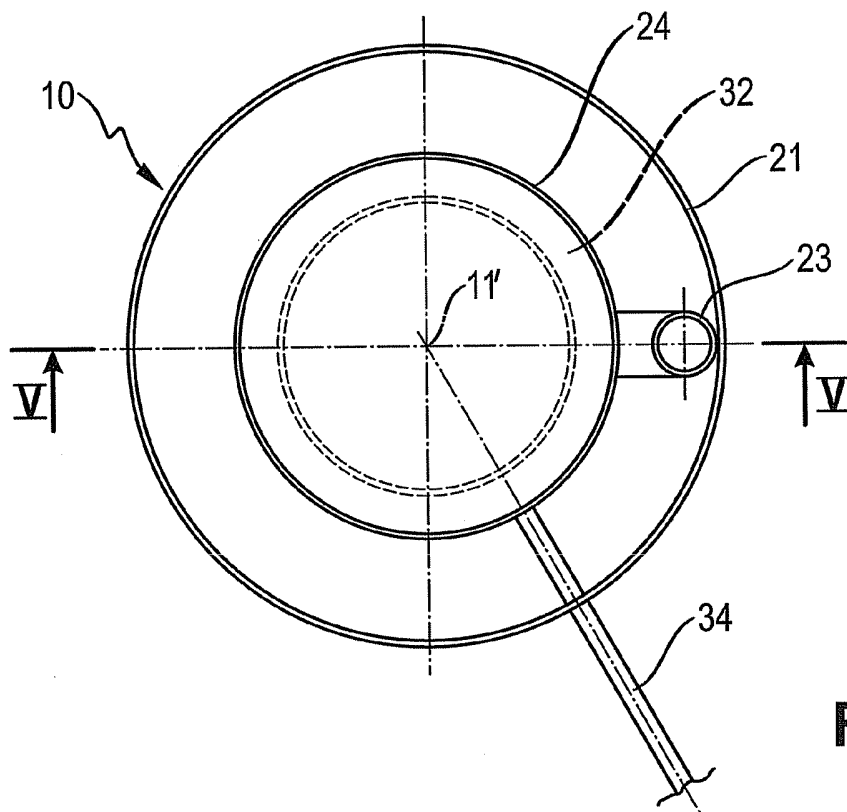
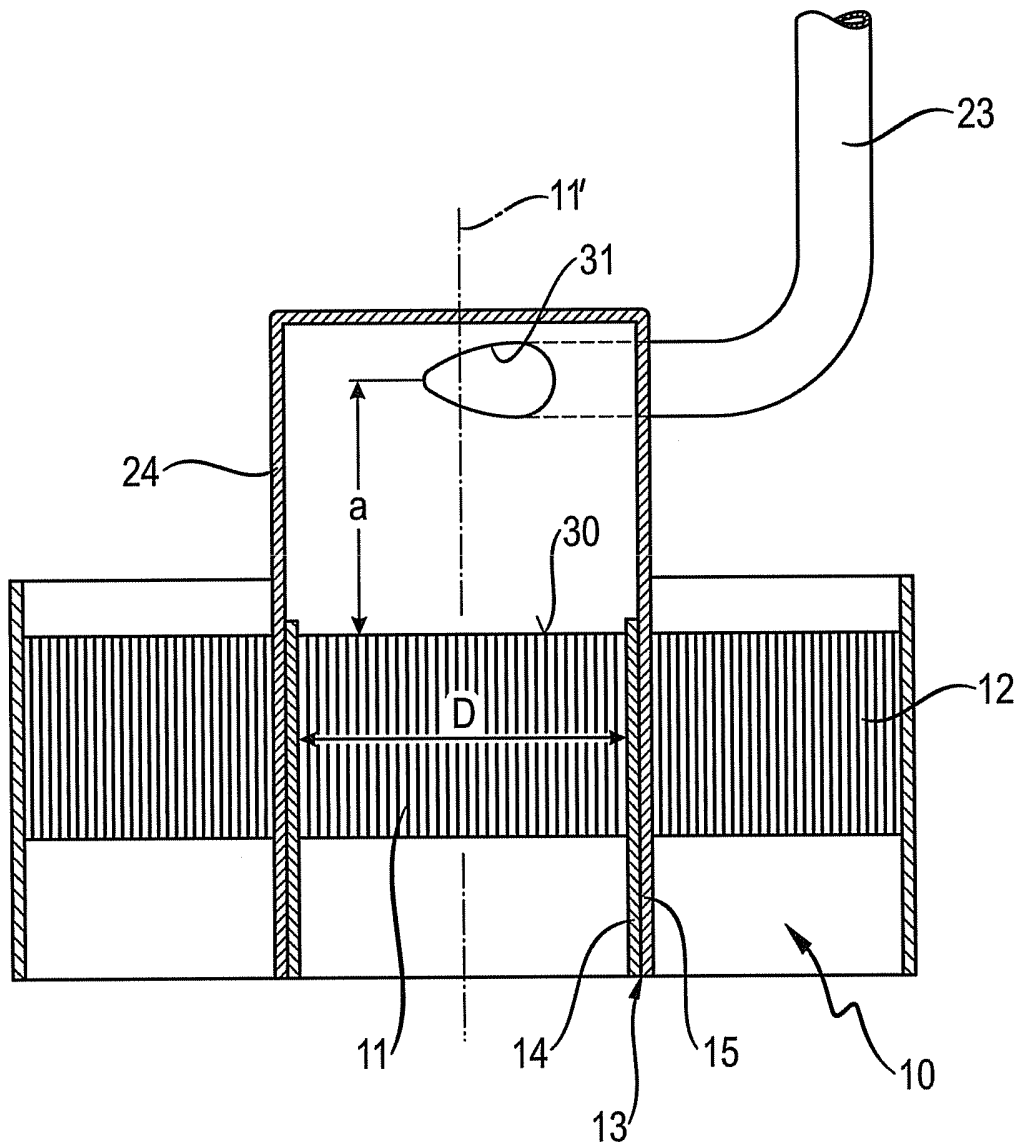


Fig. 6



**Fig. 7**