

(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
17. Januar 2008 (17.01.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/006331 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
Nicht klassifiziert

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2007/001080

(22) Internationales Anmeldedatum:
19. Juni 2007 (19.06.2007)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2006 032 469.2 13. Juli 2006 (13.07.2006) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): WEBASTO AG [DE/DE]; Kraillinger Strasse 5, 82131 Stockdorf (DE).

(72) Erfinder; und

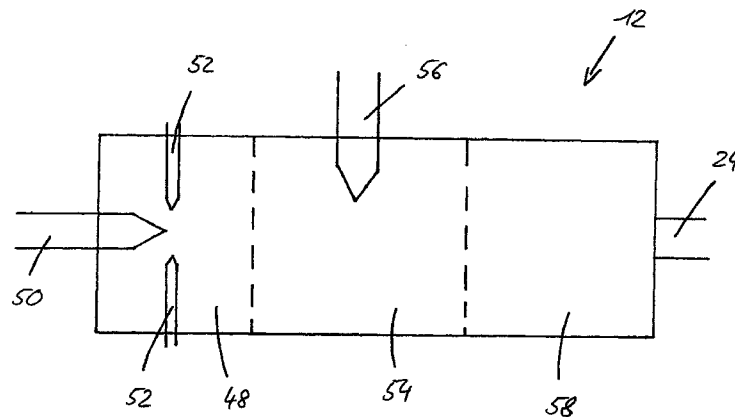
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BOLTZE, Matthias [DE/DE]; Asternstrasse 5, 17039 Wulkenzin (OT Neuen-
dorf) (DE). ROZUMEK, Michael [DE/DE]; Badstüber-
strasse 3, 17033 Neubrandenburg (DE). KÄDING, Stefan
[DE/DE]; Dorfstrasse 47, 17309 Zerrenthin (DE). PFALZ-
GRAF, Manfred [DE/DE]; Schmidtschneiderstrasse 22b,
82211 Herrsching (DE). ENGL, Andreas [DE/DE];
Willibaldstrasse 117, 80689 München (DE). BLEEKER,
Beate [DE/DE]; Waldwissenstrasse 35B, 81375 München
(DE). SÜSSL, Michael [DE/DE]; Uhdestrasse 23C, 81477
München (DE). BEDENBECKER, Markus [DE/DE];
Feldstrasse 22, 82131 Gauting (DE).

(74) Anwalt: SCHUMACHER & WILLSAU; Nymphen-
burger Strasse 42, 80335 München (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: REFORMER FOR A FUEL CELL SYSTEM AND METHOD FOR OPERATING SAID REFORMER

(54) Bezeichnung: REFORMER FÜR EIN BRENNSTOFFZELLENSYSTEM UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES REFORMERS



(57) Abstract: The invention relates to a reformer (12) for a fuel cell system (10). Said reformer comprises an oxidation zone (48) to which stored fuel can be supplied by means of a primary fuel supply device (50; 62) for reaction with an oxidant; and a mixing zone (54), arranged downstream of the oxidation zone (48), to which stored fuel can be supplied by means of a secondary fuel supply device (56; 64) for mixing with substances originating from the oxidation zone (48). The invention is characterized in that the primary fuel supply device (50; 62) and the secondary fuel supply device (56; 64) are adapted to supply fuel in such a manner that the fuel supplied by the primary fuel supply device (50; 62) differs from the fuel supplied by the secondary fuel supply device (56; 64) with respect to the type of fuel and/or its state of aggregation and/or the pressure and/or the temperature at which it is supplied. The invention also relates to a fuel cell system comprising said reformer, to a motor vehicle comprising said fuel cell system and to a method for operating said reformer (12).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Reformer (12) für ein Brennstoffzellensystem (10), umfassend eine Oxi-
dationszone (48), welcher bevorrateter Brennstoff mittels einer primären Brennstoffzuführeinrichtung (50; 62) zur Umsetzung mit
Oxidationsmittel zuführbar ist; und eine stromabwärts der

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2008/006331 A2



(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, 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, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärung gemäß Regel 4.17:

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Oxidationszone (48) angeordnete Mischzone (54), welcher bevorrateter Brennstoff mittels einer sekundären Brennstoffzuführeinrichtung (56; 64) zur Vermischung mit aus der Oxidationszone (48) austretenden Stoffen zuführbar ist. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die primäre Brennstoffzuführeinrichtung (50; 62) und die sekundäre Brennstoffzuführeinrichtung (56; 64) dazu ausgelegt sind, Brennstoff derart zuzuführen, dass sich der von der primären Brennstoffzuführeinrichtung (50; 62) zugeführte Brennstoff von dem von der sekundären Brennstoffzuführeinrichtung (56; 64) zugeführten Brennstoff hinsichtlich Brennstoffsorte und/oder Aggregatzustand und/oder Zufuhrdruck und/oder Zufuhrtemperatur unterscheidet. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Brennstoffzellensystem mit solch einem Reformer, ein Kraftfahrzeug mit solch einem Brennstoffzellensystem und ein Verfahren zum Betreiben solch eines Reformers (12).

Reformer für ein Brennstoffzellensystem und Verfahren zum Betreiben eines Reformers

5

Die Erfindung betrifft einen Reformer für ein Brennstoffzellensystem, umfassend eine Oxidationszone, welcher bevoor-
rateter Brennstoff mittels einer primären Brennstoffzuführ-
einrichtung zur Umsetzung mit Oxidationsmittel zuführbar
10 ist; und eine stromabwärts der Oxidationszone angeordnete
Mischzone, welcher bevorrateter Brennstoff mittels einer
sekundären Brennstoffzuführeinrichtung zur Vermischung mit
aus der Oxidationszone austretenden Stoffen zuführbar ist.

15 Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein Brennstoffzellen-
system mit solch einem Reformer und ein Kraftfahrzeug mit
solch einem Brennstoffzellensystem.

Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben
20 eines Reformers eines Brennstoffzellensystems, umfassend
die Schritte: Zuführen von in einem Brennstofftank befind-
lichem Brennstoff zu einer Oxidationszone, in welcher der
Brennstoff mit Oxidationsmittel umsetzbar ist; und Zuführen
von in einem Brennstofftank befindlichem Brennstoff zu ei-
25 ner stromabwärts der Oxidationszone angeordneten Mischzone,
in welcher der Brennstoff mit aus der Oxidationszone aus-
tretenden Stoffen vermischbar ist.

Brennstoffzellensysteme dienen der Umwandlung von chemi-
30 scher Energie in elektrische Energie. Das zentrale Element
bei derartigen Systemen ist eine Brennstoffzelle, bei der
durch die kontrollierte Umsetzung von Wasserstoff und Sau-
erstoff elektrische Energie freigesetzt wird. Brennstoff-

zellensysteme müssen in der Lage sein, in der Praxis übliche Brennstoffe zu verarbeiten. Da in einer Brennstoffzelle Wasserstoff und Sauerstoff umgesetzt werden, muss der verwendete Brennstoff so aufbereitet werden, dass das der Anode der Brennstoffzelle zugeführte Gas einen möglichst hohen Anteil an Wasserstoff besitzt - dies ist Aufgabe des Reformers. Zu diesem Zweck werden einem Reformer Brennstoff und Oxidationsmittel, vorzugsweise Luft, zugeführt. In dem Reformer erfolgt dann eine Umsetzung des Brennstoffs mit dem Oxidationsmittel. Das mittels des Reformers erzeugte Reformat wird der Brennstoffzelle beziehungsweise einem Brennstoffzellenstapel zugeführt, wobei durch die kontrollierte Umsetzung von Wasserstoff, als Bestandteil des Reformats, und Oxidationsmittel elektrische Energie freigesetzt wird. Ein gattungsgemäßer Reformer ist aus der DE 103 59 205 A1 bekannt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, den gattungsgemäßen Reformer, das gattungsgemäße Brennstoffzellensystem, das gattungsgemäße Kraftfahrzeug und das gattungsgemäße Verfahren zum Betreiben eines Reformers derart weiterzubilden, dass ein optimierter Betrieb des Reformers erreicht werden kann.

Diese Aufgabe wird durch die unabhängigen Ansprüche gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Der erfindungsgemäße Reformer baut auf dem gattungsgemäßen Stand der Technik dadurch auf, dass die primäre Brennstoffzuführeinrichtung und die sekundäre Brennstoffzuführeinrichtung dazu ausgelegt sind, Brennstoff derart zuzuführen, dass sich der von der primären Brennstoffzuführeinrichtung

zugeführte Brennstoff von dem von der sekundären Brennstoffzuführeinrichtung zugeführten Brennstoff hinsichtlich Brennstoffsorte und/oder Aggregatzustand und/oder Zufuhrdruck und/oder Zufuhrtemperatur unterscheidet. Der Erfindung liegt dabei die Erkenntnis zugrunde, dass in der Oxidationszone und der Mischzone unterschiedliche Anforderungen an die Qualität der Verdampfung gestellt werden. In der Oxidationszone ist es ausreichend, wenn der Kraftstoff so gut verdampft, dass eine homogene Verbrennung erfolgt und dementsprechend ein homogenes Gasgemisch in die Mischzone eintritt. Hingegen sind in der Mischzone die Anforderungen an die Verdampfung höher. Dort muss es gelingen, eine homogene Verdampfung zu erreichen, und gleichzeitig muss sich der Brennstoffdampf homogen mit dem Gasgemisch aus der Oxidationszone mischen. Vorteilhafterweise löst die vorliegende Erfindung dies dadurch, dass sich der von der primären Brennstoffzuführeinrichtung zugeführte Brennstoff von dem von der sekundären Brennstoffzuführeinrichtung zugeführten Brennstoff hinsichtlich Brennstoffsorte und/oder Aggregatzustand und/oder Zufuhrdruck und/oder Zufuhrtemperatur unterscheidet. Dies hat den Vorteil gegenüber dem Stand der Technik, dass diese Parameter so ausgewählt und angepasst werden können, dass sich optimale Ausgangsbedingungen für die jeweilige Verdampfung in der entsprechenden Zone ergeben. Dies hat den weiteren Vorteil, dass die Leistungsmodularität, d.h. der Arbeitsbereich, des Reformers verbreitert wird, weil der Reformer in verbesserter Weise betrieben werden kann. In der Praxis kann somit in der Oxidationszone des Reformers ein Brennstoff einer Brennstoffsorte (z.B. Diesel) verbrannt werden, wohingegen ein Brennstoff einer anderen Brennstoffsorte (z.B. Benzin) in der Mischzone als Edukt für die Reformierung in das Produktgas aus der Oxidationszonenverbrennung beigemischt wird.

Der erfindungsgemäße Reformer kann in vorteilhafter Weise dadurch weitergebildet sein, dass die primäre Brennstoffzuführeinrichtung eine Niederdruckzuführeinrichtung mit einem Zuführdruck von maximal 10 bar und die sekundäre Brennstoffzuführeinrichtung eine Hochdruckzuführeinrichtung mit einem Zuführdruck von mehr als 50 bar ist. Dadurch, dass die Anforderungen an die Verdampfung in der Mischzone höher sind, ist hier die Verwendung eines teureren Hochdruckzuführsystems vorteilhaft. Hingegen reicht in der Oxidationszone die Verwendung eines kostengünstigeren Niederdruckzuführsystems aus. Dies hätte neben der Einsparung von Energie ebenso den Vorteil, dass durch Verzicht auf eine deutlich teure Hochdruckeinspeisung für die Oxidationszone Kosten eingespart werden können.

15

Insbesondere ist in diesem Zusammenhang vorgesehen, dass die sekundäre Brennstoffzuführeinrichtung eine Hochdruckzuführeinrichtung mit einem Zuführdruck von 50 bis 100 bar ist.

20

Alternativ kann vorgesehen sein, dass die sekundäre Brennstoffzuführeinrichtung eine Hochdruckzuführeinrichtung mit einem Zuführdruck von 900 bis 1100 bar ist.

25 Ferner kann der erfindungsgemäße Reformer dadurch weitergebildet sein, dass die primäre Brennstoffzuführeinrichtung dazu ausgelegt ist, mit einem ersten Brennstofftank verbunden zu werden, und die sekundäre Brennstoffzuführeinrichtung dazu ausgelegt ist, mit einem separaten zweiten Brennstofftank verbunden zu werden. Aufgrund der verschiedenen Verdampfungstemperaturen, -enthalpien und -geschwindigkeiten von verschiedenen Brennstoffsorten kann durch die Versorgung der Oxidationszone und der Mischzone mit unterschiedlichen Brennstoffsorten die Brennstoffsorte so ausge-

30

wählt werden, dass in der jeweiligen Zone die Verdampfung und die damit verbundene Umsetzung optimal abläuft.

Des Weiteren stellt die Erfindung ein Brennstoffzellensystem und ein Kraftfahrzeug mit solch einem Brennstoffzellensystem bereit, die die vorstehend beschriebenen Vorteile in übertragener Weise liefern.

Das gattungsgemäße Verfahren kann in vorteilhafter Weise dadurch weitergebildet sein, dass sich der der Oxidationszone zugeführte Brennstoff von dem der Mischzone zugeführten Brennstoff hinsichtlich Brennstoffsorte und/oder Aggregatzustand und/oder Zuführdruck und/oder Zuführtemperatur unterscheidet. Auch im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt der Erfindung die Erkenntnis zugrunde, dass in der Oxidationszone und der Mischzone unterschiedliche Anforderungen an die Qualität der Verdampfung gestellt werden. In der Oxidationszone ist es ausreichend, wenn der Kraftstoff so gut verdampft, dass eine homogene Verbrennung erfolgt und dementsprechend ein homogenes Gasgemisch in die Mischzone eintritt. Hingegen sind in der Mischzone die Anforderungen an die Verdampfung höher. Dort muss es gelingen, eine homogene Verdampfung zu erreichen, und gleichzeitig muss sich der Brennstoffdampf homogen mit dem Gasgemisch aus der Oxidationszone mischen. Vorteilhafterweise löst die vorliegende Erfindung dies dadurch, dass sich der von der primären Brennstoffzuführeinrichtung zugeführte Brennstoff von dem von der sekundären Brennstoffzuführeinrichtung zugeführten Brennstoff hinsichtlich Brennstoffsorte und/oder Aggregatzustand und/oder Zuführdruck und/oder Zuführtemperatur unterscheidet. Dies hat den Vorteil gegenüber dem Stand der Technik, dass diese Parameter so ausgewählt und angepasst werden können, dass sich optimale Ausgangsbedingungen für die jeweilige Verdampfung in der ent-

sprechenden Zone ergeben. Dies hat den weiteren Vorteil, dass die Leistungsmodularität, d.h. der Arbeitsbereich, des Reformers verbreitert wird, weil der Reformer in verbesserter Weise betrieben werden kann. In der Praxis kann somit
5 in der Oxidationszone des Reformers ein Brennstoff einer Brennstoffsorte (z.B. Diesel) verbrannt werden, wohingegen ein Brennstoff einer anderen Brennstoffsorte (z.B. Benzin) in der Mischzone als Edukt für die Reformierung in das Produktgas aus der Oxidationszonenverbrennung beigemischt
10 wird.

Ferner kann das erfindungsgemäße Verfahren dadurch weitergebildet sein, dass der der Oxidationszone zugeführte Brennstoff mit einem Zuführdruck von maximal 10 bar und der
15 der Mischzone zugeführte Brennstoff mit einem Zuführdruck von mehr als 50 bar zugeführt wird.

Insbesondere ist dabei vorgesehen, dass der der Mischzone zugeführte Brennstoff mit einem Zuführdruck von 50 bis 100
20 bar zugeführt wird.

Alternativ kann dabei vorgesehen sein, dass der der Mischzone zugeführte Brennstoff mit einem Zuführdruck von 900 bis 1100 bar zugeführt wird.
25

Darüber hinaus kann das erfindungsgemäße Verfahren so weitergebildet sein, dass der der Oxidationszone zugeführte Brennstoff aus einem ersten Brennstofftank und der der Mischzone zugeführte Brennstoff aus einem separaten zweiten
30 Brennstofftank zugeführt wird. Aufgrund der verschiedenen Verdampfungstemperaturen, -enthalpien und -geschwindigkeiten von verschiedenen Brennstoffsorten kann durch die Versorgung der Oxidationszone und der Mischzone mit unterschiedlichen Brennstoffsorten die Brennstoffsorte so ausge-

wählt werden, dass in der jeweiligen Zone die Verdampfung und die damit verbundene Umsetzung optimal abläuft.

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend mit Bezug auf die begleitenden Zeichnungen beispielhaft erläutert.

Es zeigen:

10 Figur 1 eine schematische Darstellung eines Brennstoffzellensystems gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel;

15 Figur 2 eine schematische Darstellung eines Reformers gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel;

20 Figur 3 eine schematische Darstellung eines Brennstoffzellensystems gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel; und

25 Figur 4 eine schematische Darstellung eines Reformers gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel.

Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Brennstoffzellensystems gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel. Das in einem Kraftfahrzeug installierte Brennstoffzellensystem 10 umfasst einen Reformer 12, dem über einen ersten Brennstoffstrang 14 aus einem ersten Brennstofftank 16 Brennstoff zugeführt wird. Ferner wird dem Reformer 12 mittels eines zweiten Brennstoffstrangs 18 aus einem zweiten Brennstofftank 20 Brennstoff zugeführt. Als Brennstoffsorten kommen Diesel, Benzin, Biogas, Erdgas und weitere aus dem Stand der Technik bekannte Brennstoffsorten in Frage. Im Rahmen des ersten Ausführungsbeispiels unterscheidet

sich dabei die Brennstoffsorte im ersten Brennstofftank 16 von der Brennstoffsorte im zweiten Brennstofftank 20, so ist beispielsweise vorteilhaft, im ersten Brennstofftank 16 Diesel und im zweiten Brennstofftank 20 Benzin zu bevorraten. Weiterhin wird dem Reformer 12 über einen ersten Oxidationsmittelstrang 22 Oxidationsmittel, beispielsweise Luft, zugeführt. Das von dem Reformer 12 erzeugte Reformat wird über einen Reformatstrang 24 einem Brennstoffzellenstapel 26 zugeführt. Bei dem Reformat handelt es sich um ein wasserstoffhaltiges Gas, das in dem Brennstoffzellenstapel 26 mit Hilfe von über einen Kathodenzuluftstrang 28 geförderter Kathodenzuluft unter Erzeugung von Strom und Wärme umgesetzt wird. Der erzeugte Strom ist über elektrische Anschlüsse 30 abgreifbar. Im dargestellten Fall wird das Anodenabgas über einen Anodenabgasstrang 32 einer Mischeinheit 34 eines Nachbrenners 36 zugeführt. Dem Nachbrenner 36 ist über einen dritten Brennstoffstrang 38 Brennstoff aus dem ersten Brennstofftank 16 zuführbar. Ferner ist dem Nachbrenner 36 über einen zweiten Oxidationsmittelstrang 40 Oxidationsmittel zuführbar. In dem Nachbrenner 36 erfolgt eine Umsetzung des abgereicherten Anodenabgases mit dem geförderten Brennstoff und Oxidationsmittel zu einem Verbrennungsabgas, welches in einer Mischeinheit 42 mit Kathodenabluft vermischt wird, die über einen Kathodenabluftstrang 44 von dem Brennstoffzellenstapel 26 zu der Mischeinheit 42 gefördert wird. Das Verbrennungsabgas, welches nahezu keine Schadstoffe enthält, durchströmt einen Wärmetauscher 46 zum Vorwärmen der Kathodenzuluft und verläßt schließlich das Brennstoffzellensystem 10.

30

Figur 2 zeigt eine schematische Darstellung des Reformers gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel. Der Reformer 12 umfasst eine Oxidationszone 48, welcher mit einer primären Brennstoffzuführeinrichtung 50 Brennstoff zuführbar ist.

Die Brennstoffzuführeinrichtung 50 ist mit dem ersten Brennstoffstrang 14 verbunden, so dass der primären Brennstoffzuführeinrichtung 50 die Brennstoffsorte zugeführt wird, welche im ersten Brennstofftank 16 bevorratet ist.

5 Ferner ist eine mit dem ersten Oxidationsmittelstrang 22 verbundene Oxidationsmittelzuführeinrichtung 52 vorgesehen, mittels der Oxidationsmittel der Oxidationszone 48 zuführbar ist. Innerhalb der Oxidationszone 48 findet eine Umsetzung von Brennstoff und Oxidationsmittel in einer Verbren-

10 nung bzw. exothermen vollständigen Oxidationsreaktion statt. Der dabei entstehende heiße Produktgasstrom tritt dann stromabwärts, d.h. rechts in Fig. 2 in eine Mischzone 54 ein. Die einzelnen Zonen des Reformers sind in Fig. 2 zeichnerisch durch gestrichelte Linien voneinander ge-

15 trennt. Die Zonen können durch bauliche Merkmale voneinander getrennt sein oder fließend ineinander übergehen. In der Mischzone 54 wird dem entstandenen Produktgasstrom mittels einer sekundären Brennstoffzuführeinrichtung 56 zusätzlicher Brennstoff beigemischt. Im vorliegenden Beispiel

20 ist die primäre und sekundäre Brennstoffzuführeinrichtung 50, 56 jeweils eine Einspritzdüse und vorzugsweise eine Venturidüse, jedoch kann der Brennstoff auch mittels einer Brennstoffzuführeinrichtung der Verdampfungsbauart, die eine poröse Verdampfungseinheit aufweist, der Oxidationszone

25 48 bzw. der Mischzone 54 zugeführt werden. Die sekundäre Brennstoffzuführeinrichtung 56 ist mit dem zweiten Brennstoffstrang 18 verbunden, so dass im zweiten Brennstofftank 20 bevorrateter Brennstoff von einer anderen Brennstoffsorte als im ersten Brennstofftank 16, der sekundären Brennstoffzuführeinrichtung 56 zuführbar ist. Zusätzlich kann

30 vorgesehen sein, dass der Mischzone 54 Oxidationsmittel zugeführt wird. Das mit dem zusätzlichen Brennstoff vermischte Gasgemisch tritt in eine Reformierungszone 58 ein, wo es in einer endothermen Reaktion in ein wasserstoffreiches

Gasgemisch umgesetzt wird, vorzugsweise mittels eines dort angeordneten Katalysators. Dieses Reformat, d.h. wasserstoffreiche Gasgemisch, verläßt den Reformer 12 über den Reformatstrang 24 und steht zur weiteren Nutzung für den Brennstoffzellenstapel 26 zur Verfügung.

In einer Abwandlung des ersten Ausführungsbeispiels wird im ersten Brennstofftank 16 und im zweiten Brennstofftank 20 Brennstoff derselben Brennstoffsorte bevorratet, welcher sich jedoch durch seinen Aggregatzustand (d.h. gasförmig, flüssig) unterscheidet. Dabei kann beispielsweise in einem der Brennstofftanks ein bestimmter Brennstoff in flüssiger Form vorliegen und in dem anderen Brennstofftank Brennstoff derselben Brennstoffsorte in einem gasförmigen Zustand vorliegen, was dadurch erreicht wird, dass sowohl in einem Brennstofftank als auch im zugehörigen Brennstoffstrang ein höherer Druck vorliegt als im anderen Brennstoffstrang, der den Brennstoff in einem gasförmigen Zustand beibehält.

Bezugszeichen, welche im folgenden zu den im ersten Ausführungsbeispiel verwendeten identisch sind, kennzeichnen zum ersten Ausführungsbeispiel identische Elemente mit gleicher Funktionalität, deren Beschreibung zur Vermeidung von Wiederholungen weggelassen wird.

25

Figur 3 zeigt eine schematische Darstellung eines Brennstoffzellensystems gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel. Das Brennstoffzellensystem 10 des zweiten Ausführungsbeispiels unterscheidet sich von dem in Figur 1 dargestellten Brennstoffzellensystem dadurch, dass anstatt des ersten und zweiten Brennstofftanks 16 und 20 nur ein einziger Brennstofftank 60 in dem Kraftfahrzeug installiert ist. Dieser Brennstofftank 60 versorgt den ersten, zweiten und dritten

Brennstoffstrang 14, 18 und 38 mit Brennstoff der selben Brennstoffsorte.

Figur 4 zeigt eine schematische Darstellung eines Reformers gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel. Der Reformer 12 des zweiten Ausführungsbeispiels weist anstatt der primären Brennstoffzuführeinrichtung aus Fig. 2 eine primäre Brennstoffzuführeinrichtung 62 auf, die als Niederdruckzuführsystem ausgebildet ist. Vorzugsweise ist die primäre Brennstoffzuführeinrichtung 62 eine Niederdruckeinspritzeinrichtung mit einer Einstoffdüse, jedoch kann sie auch eine Brennstoffzuführeinrichtung der Verdampfungsbauart sein, die eine poröse Verdampfungseinheit, beispielsweise eine Vliesverdampfungseinheit, aufweist. Das Niederdruckzuführsystem arbeitet mit einem Zuführdruck von bis zu 10 bar. Ferner weist der Reformer 12 des zweiten Ausführungsbeispiels eine sekundäre Brennstoffzuführeinrichtung 64 auf, welche als Hochdruckzuführsystem ausgeführt ist. Das Hochdruckzuführsystem ist ein Einspritzsystem, welches mit 900 bis 1100 bar betrieben wird, und kann vorzugsweise mit ca. 1000 bar betrieben werden. Dieser Druck ist beispielsweise mit einem Common-Rail-System realisierbar. Alternativ, kann das Hochdruckzuführsystem mit einem Zuführdruck von 50 bis 100 bar betrieben werden, was beispielsweise mittels einem Druckstoßeinspritzsystem realisierbar ist.

In einer Abwandlung des zweiten Ausführungsbeispiels ist die primäre Brennstoffzuführeinrichtung 62 als Einspritzdüse ausgebildet und die sekundäre Brennstoffzuführeinrichtung 64 als Brennstoffzuführeinrichtung der Verdampfungsbauart ausgebildet, die eine poröse Verdampfungseinheit, beispielsweise eine Vliesverdampfungseinheit, aufweist.

In einer zweiten Abwandlung des zweiten Ausführungsbeispiels sind die primäre Brennstoffzuführeinrichtung 62 und die sekundäre Brennstoffzuführeinrichtung 64 so ausgebildet oder werden derart betrieben, dass der von der primären Brennstoffzuführeinrichtung 62 zugeführte Brennstoff bei der Zuführung in die entsprechende Zone des Reformers 12 eine andere Temperatur aufweist als der von der sekundären Brennstoffzuführeinrichtung 64 zugeführte Brennstoff. Alternativ dazu kann diese unterschiedliche Zuführtemperatur des Brennstoffes auch mittels einer Heiz- bzw. Kühlvorrichtung im ersten und/oder zweiten Brennstoffstrang 14, 18 erreicht werden. Dieser Temperaturunterschied kann auch dazu führen, dass der Brennstoff an der primären Brennstoffzuführeinrichtung 62 in einem anderen Aggregatzustand zugeführt wird als an der sekundären Brennstoffzuführeinrichtung 64.

Es wird explizit darauf hingewiesen, dass obwohl die einzelnen Ausführungsbeispiele und deren Abwandlungen separat anhand von zugeordneten Figuren beschrieben wurden, jegliche Kombination der einzelnen Ausführungsbeispiele und Abwandlungen innerhalb des Rahmens der Erfindung ist. Beispielsweise ist durchaus eine Kombination des ersten und zweiten Ausführungsbeispiels möglich, bei der unterschiedliche Brennstoffsorten an einen Reformer zugeführt werden, welcher eine Hoch- und Niederdruckbrennstoffzuführeinrichtung aufweist.

Obwohl in den beschriebenen Figuren dies nicht explizit dargestellt ist, können in den Brennstoffsträngen 14, 18 und 38, in den Oxidationsmittelsträngen 22 und 40 sowie im Kathodenzuluftstrang 28 entsprechende Fördereinrichtungen wie beispielsweise Pumpen bzw. Gebläse und/oder Steuerventile zur Durchflussregelung vorgesehen sein.

Die in der vorstehenden Beschreibung, in den Zeichnungen sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der Erfindung wesentlich sein.

5

10

15

20

25

30

Bezugszeichenliste:

	10	Brennstoffzellensystem
	12	Reformer
5	14	erster Brennstoffstrang
	16	erster Brennstofftank
	18	zweiter Brennstoffstrang
	20	zweiter Brennstofftank
	22	erster Oxidationsmittelstrang
10	24	Reformatstrang
	26	Brennstoffzellenstapel
	28	Kathodenzuluftstrang
	30	elektrische Anschlüsse
	32	Anodenabgasstrang
15	34	Mischeinheit
	36	Nachbrenner
	38	dritter Brennstoffstrang
	40	zweiter Oxidationsmittelstrang
	42	Mischeinheit
20	44	Kathodenabluftstrang
	46	Wärmetauscher
	48	Oxidationszone
	50	primäre Brennstoffzuführeinrichtung
	52	Oxidationsmittelzuführeinrichtung
25	54	Mischzone
	56	sekundäre Brennstoffzuführeinrichtung
	58	Reformierungszone
	60	Brennstofftank
	62	primäre Brennstoffzuführeinrichtung
30	64	senkundäre Brennstoffzuführeinrichtung

ANSPRÜCHE

5

1. Reformer (12) für ein Brennstoffzellensystem (10), umfassend:

10

- eine Oxidationszone (48), welcher bevorrateter Brennstoff mittels einer primären Brennstoffzuführeinrichtung (50; 62) zur Umsetzung mit Oxidationsmittel zuführbar ist; und

15

- eine stromabwärts der Oxidationszone (48) angeordnete Mischzone (54), welcher bevorrateter Brennstoff mittels einer sekundären Brennstoffzuführeinrichtung (56; 64) zur Vermischung mit aus der Oxidationszone (48) austretenden Stoffen zuführbar ist,

20

dadurch gekennzeichnet, dass die primäre Brennstoffzuführeinrichtung (50; 62) und die sekundäre Brennstoffzuführeinrichtung (56; 64) dazu ausgelegt sind, Brennstoff derart zuzuführen, dass sich der von der primären Brennstoffzuführeinrichtung (50; 62) zugeführte Brennstoff von dem von der sekundären Brennstoffzuführeinrichtung (56; 64) zugeführten Brennstoff hinsichtlich Brennstoffsorte und/oder Aggregatzustand und/oder Zufuhrdruck und/oder Zuführtemperatur unterscheidet.

30

2. Reformer (12) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die primäre Brennstoffzuführeinrichtung (62) eine Niederdruckzuführeinrichtung mit einem Zufuhrdruck von maximal 10 bar und die sekundäre Brennstoffzuführeinrichtung

(64) eine Hochdruckzuführeinrichtung mit einem Zuführdruck von mehr als 50 bar ist.

3. Reformer (12) gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die sekundäre Brennstoffzuführeinrichtung (64) eine Hochdruckzuführeinrichtung mit einem Zuführdruck von 50 bis 100 bar ist.

4. Reformer (12) gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die sekundäre Brennstoffzuführeinrichtung (64) eine Hochdruckzuführeinrichtung mit einem Zuführdruck von 900 bis 1100 bar ist.

5. Reformer (12) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die primäre Brennstoffzuführeinrichtung (50) dazu ausgelegt ist, mit einem ersten Brennstofftank (16) verbunden zu werden, und die sekundäre Brennstoffzuführeinrichtung (56) dazu ausgelegt ist, mit einem separaten zweiten Brennstofftank (20) verbunden zu werden.

6. Brennstoffzellensystem (10) mit einem Reformer (12) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche.

7. Kraftfahrzeug mit einem Brennstoffzellensystem (10) gemäß Anspruch 6.

8. Kraftfahrzeug gemäß Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwei Brennstofftanks (16, 20) vorgesehen sind, wobei einer der Brennstofftanks (16) mit der primären Brennstoffzuführeinrichtung (50) des Reformers (12) verbunden ist und der zweite Brennstofftank (20) mit der sekundären Brennstoffzuführeinrichtung (56) verbunden ist.

9. Verfahren zum Betreiben eines Reformers (12) eines Brennstoffzellensystems (10), umfassend die Schritte:

- 5 - Zuführen von in einem Brennstofftank (16; 60) befindlichem Brennstoff zu einer Oxidationszone (48), in welcher der Brennstoff mit Oxidationsmittel umsetzbar ist; und
- 10 - Zuführen von in einem Brennstofftank (20; 60) befindlichem Brennstoff zu einer stromabwärts der Oxidationszone (48) angeordneten Mischzone (54), in welcher der Brennstoff mit aus der Oxidationszone (48) austretenden Stoffen vermischbar ist,

15 **dadurch gekennzeichnet**, dass sich der der Oxidationszone (48) zugeführte Brennstoff von dem der Mischzone (54) zugeführten Brennstoff hinsichtlich Brennstoffsorte und/oder Aggregatzustand und/oder Zuführdruck und/oder Zuführtemperatur unterscheidet.

20

10. Verfahren gemäß Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der der Oxidationszone (48) zugeführte Brennstoff mit einem Zuführdruck von maximal 10 bar und der der Mischzone (54) zugeführte Brennstoff mit einem Zuführdruck von mehr
25 als 50 bar zugeführt wird.

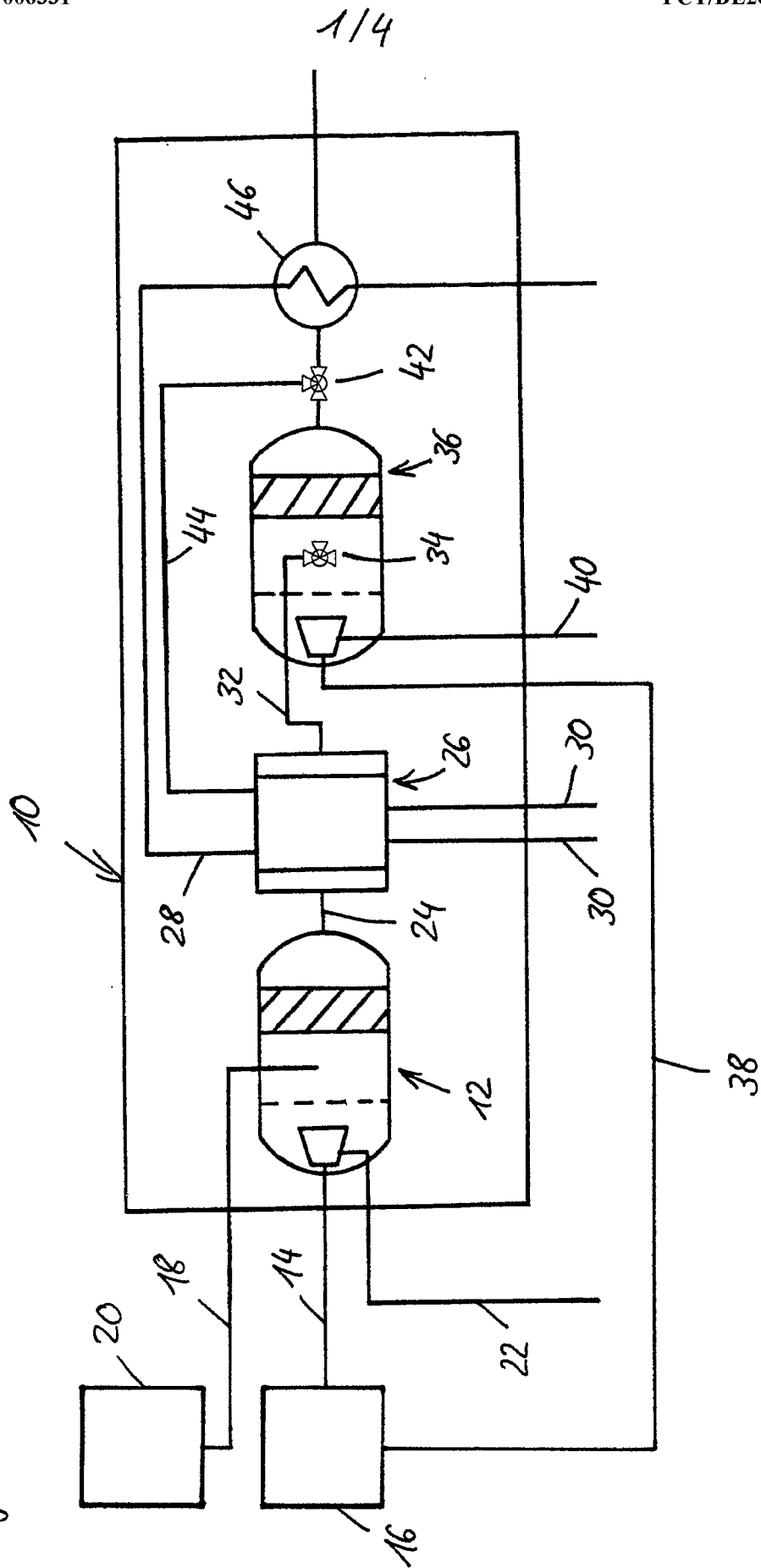
30

11. Verfahren gemäß Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der der Mischzone (54) zugeführte Brennstoff mit einem Zuführdruck von 50 bis 100 bar zugeführt wird.

12. Verfahren gemäß Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der der Mischzone (54) zugeführte Brennstoff mit einem Zuführdruck von 900 bis 1100 bar zugeführt wird.

13. Verfahren gemäß einem Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der der Oxidationszone (48) zugeführte Brennstoff aus einem ersten Brennstofftank (16) und der der Mischzone (54) zugeführte Brennstoff aus einem separaten
5 zweiten Brennstofftank (20) zugeführt wird.

Fig. 1



2/4

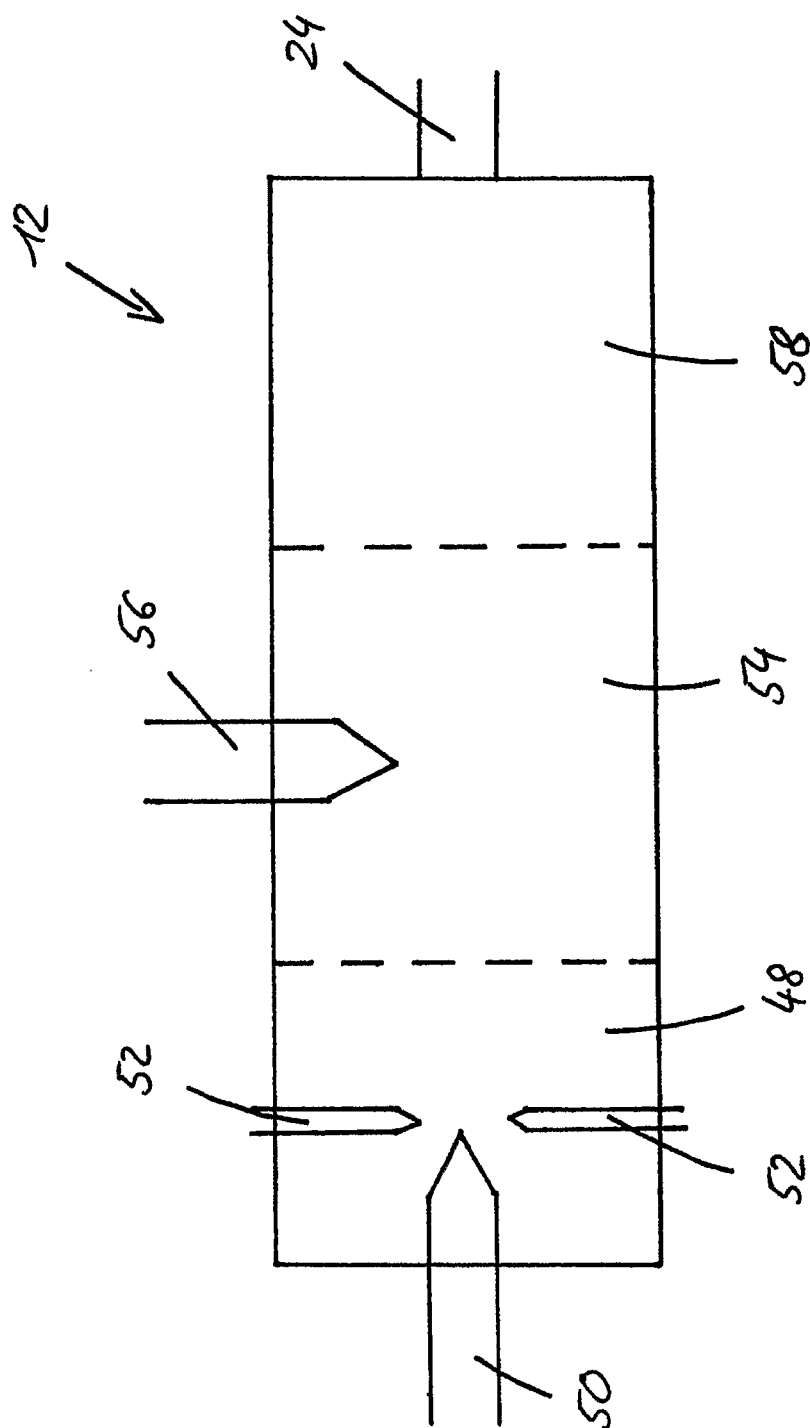


Fig. 2

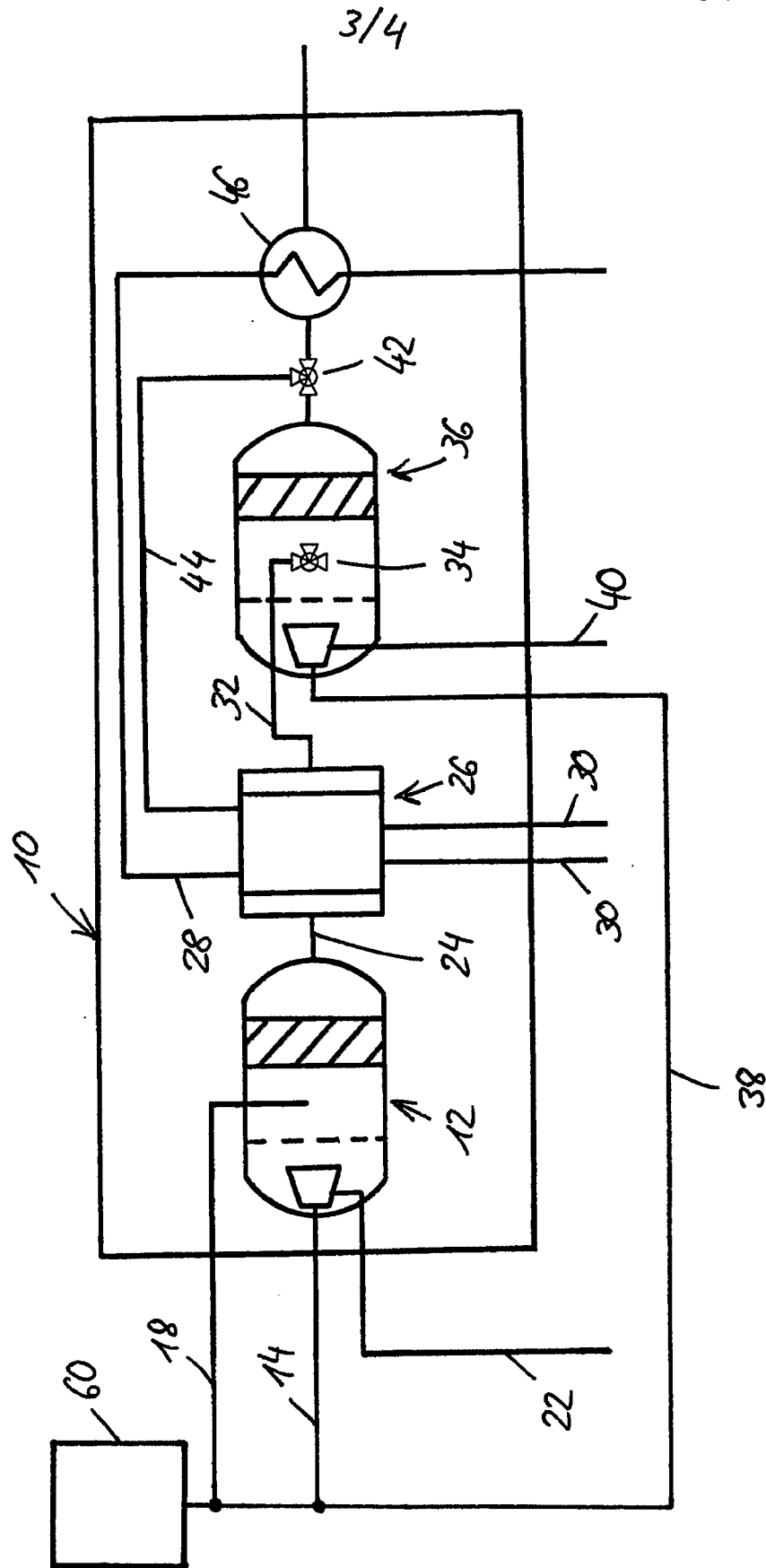


Fig. 3

4/4

Fig. 4

