

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer: A 50472/2020 (51) Int. Cl.: **H01M 8/0662** (2016.01)
(22) Anmeldetag: 29.05.2020 **H01M 8/04664** (2016.01)
(45) Veröffentlicht am: 15.10.2022 **G01M 99/00** (2011.01)

(56) Entgegenhaltungen:
WO 2005078841 A2
BUDDINGH, Paul; SCAINI, Vince; CASEY, Leo.
Utilizing waste hydrogen for energy recovery
using fuel cells and associated technologies. In:
Fifty-First Annual Conference 2004 Petroleum and
Chemical Industry Technical Conference, 2004.
IEEE, 2004. S. 127-136.

(73) Patentinhaber:
AVL List GmbH
8020 Graz (AT)
(72) Erfinder:
Standke Michael Dipl.Ing.
55128 Mainz (DE)
(74) Vertreter:
Gamper Bettina Dr.
8020 Graz (AT)

(54) **Prüfstandsystem zum Prüfen von zumindest einer Brennstoffzelle**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Prüfstandsystem (10) zum Prüfen von zumindest einer Brennstoffzelle, aufweisend wenigstens zwei einzelne Prüfstände (20) mit jeweils zumindest einem Prüfstand-Zufuhrabschnitt (22) für eine Zufuhr von Zufuhrgas (Z), aufweisend ein Brennstofffluid, und jeweils zumindest einem Prüfstand-Abgasabschnitt (24) für eine Abfuhr von Abgas (A), aufweisend eine Restmenge an Brennstofffluid, das Prüfstandsystem (10) weiter aufweisend einen Sammel-Abgasabschnitt (30) in fluidkommunizierender Verbindung mit den Prüfstand-Abgasabschnitten (24) für ein Sammeln der Abgase (A), wobei der Sammel-Abgasabschnitt (30) zumindest eine Nutzungsschnittstelle (32) aufweist für eine fluidkommunizierende Verbindung mit einer Nutzungsvorrichtung (200) zur Nutzung der im Abgas (A) enthaltenen Restmenge an Brennstofffluid, wobei an die zumindest eine Nutzungsschnittstelle (32) zumindest eine zentrale Rezirkulationsschnittstelle (240) fluidkommunizierend angeschlossen ist und ein Sammel-Zufuhrabschnitt (40) in fluidkommunizierender Verbindung mit den Prüfstand-Zufuhrabschnitten (22) vorgesehen ist für eine zentrale Zufuhr des Zufuhrgases (Z), wobei die zentrale Rezirkulationsschnittstelle (240) fluidkommunizierend mit dem Sammel-Zufuhrabschnitt (40) ausgebildet ist.



Fig. 1

Beschreibung

PRÜFSTANDSYSTEM ZUM PRÜFEN VON ZUMINDEST EINER BRENNSTOFFZELLE

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Prüfstandsystem zum Prüfen von zumindest einer Brennstoffzelle sowie ein Verfahren für einen Betrieb eines solchen Prüfstandsystems.

[0002] Es ist bekannt, dass bei der Fertigung von Brennstoffzellen diese am Ende der Fertigung gegebenenfalls als aus mehreren Brennstoffzellen gebildeter Brennstoffzellenstapel geprüft werden sollen. Üblicherweise erfolgt dies auf einem Prüfstand, in welchem der Brennstoffzellenstapel mit Brennstofffluid, zum Beispiel in Form von Wasserstoff oder wasserstoffhaltigem Gas, geprüft wird. Diese Prüfung zielt zum Beispiel darauf ab, eine Konditionierung, ein Qualifizieren und/oder ein Spülen des Brennstoffzellenstapels mit dem Brennstofffluid durchzuführen.

[0003] Nachteilhaft bei den bekannten Lösungen ist es, dass diese im Wesentlichen ausschließlich auf einzelfertigung von Brennstoffzellenstapeln ausgelegt sind, also auf eine im Wesentlichen manuelle Fertigung des Brennstoffzellensystems beziehungsweise der darin anzuordnenden Brennstoffzellenstapel. Auch bei Testfeldern mit mehreren Prüfständen sind solche Brennstoffzellenstapel parallel angeordnet und werden entsprechend mit Brennstofffluid für den Testbetrieb versorgt.

[0004] Ein weiterer Nachteil der bekannten Lösungen ist es, dass beim Prüfen auf den Prüfständen Brennstofffluid verwendet wird, welches gemäß den Betriebsbedingungen des jeweiligen Brennstoffzellenstapels nur teilweise in der jeweiligen Brennstoffzelle chemisch umgesetzt wird. Das bedeutet, dass die Abgase aus jedem Prüfstand noch eine Restmenge an Brennstofffluid enthalten, welches mit den Abgasen über einen Kamin in die Umgebung abgeführt wird. Diese Abfuhr ist bei den bekannten Lösungen auch durch die geringen Mengen der zu prüfenden Brennstoffzellenstapel ungefährlich. Jedoch geht auf diese Weise der Energiegehalt in der Restmenge des Brennstofffluides an die Umwelt verloren.

[0005] Ein Prüfstandsystem ist beispielsweise aus der WO 2005078841 A1 bekannt. Eine Nutzung von wasserstoffhaltigen Abgas wird beispielsweise in BUDDINGH, Paul; SCAINI, Vince; CASEY, Leo. Utilizing waste hydrogen for energy recovery using fuel cells and associated technologies. In: Fifty-First Annual Conference 2004 Petroleum and Chemical Industry Technical Conference, 2004. IEEE, 2004. S. 127-136 beschrieben.

[0006] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die voranstehend beschriebenen Nachteile zumindest teilweise zu beheben. Insbesondere ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, in kostengünstiger und einfacher Weise ein großflächiges Prüfen von zumindest einer Brennstoffzelle und/oder Brennstoffzellensystemen und/oder Brennstoffzellenstapeln zu ermöglichen.

[0007] Die voranstehende Aufgabe wird gelöst durch ein Prüfstandsystem mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 12. Weitere Merkmale und Details der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen. Dabei gelten Merkmale und Details, die im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Prüfstandsystem beschrieben sind, selbstverständlich auch im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und jeweils umgekehrt, sodass bezüglich der Offenbarung zu den einzelnen Erfindungsaspekten stets wechselseitig Bezug genommen wird beziehungsweise werden kann.

[0008] Erfindungsgemäß dient ein Prüfstandsystem zum Prüfen von zumindest einer Brennstoffzelle, insbesondere auch von Brennstoffzellenstapeln. Dafür weist das Prüfstandsystem wenigstens zwei einzelne Prüfstände auf. Jeder dieser Prüfstände ist mit zumindest einem Prüfstand-Zufuhrabschnitt für eine Zufuhr von Zufuhrgas ausgestattet, wobei dieses Zufuhrgas Brennstofffluid aufweist. Darüber hinaus weist jeder Prüfstand jeweils zumindest einen Prüfstand-Abgasabschnitt für die Abfuhr von Abgas von diesem Prüfstand auf, wobei dieses Abgas je nach Betriebsweise des Brennstoffzellenstapels eine Restmenge an Brennstofffluid enthält. Das Prüfstandsystem ist weiter mit einem Sammel-Abgasabschnitt in fluidkommunizierender Verbindung

mit den Prüfstand-Abgasabschnitten ausgestattet für ein Sammeln der Abgase. Dabei weist der Sammel-Abgasabschnitt zumindest eine Nutzungsschnittstelle auf für eine fluidkommunizierende Verbindung mit einer Nutzungsvorrichtung zur Nutzung der im Abgas enthaltenen Restmenge von Brennstofffluid.

[0009] Ein Brennstoffzellenstapel umfasst üblicherweise 400 einzelne Brennstoffzellen. Diese Brennstoffzellen können je nach Bedürfnis des Herstellers vor Freigabe für den Zusammenbauprozess insbesondere einzeln geprüft werden. Allerdings kann auch ein Brennstoffzellenstapel geprüft werden, wofür das Prüfstandsystem dann zum Prüfen von Brennstoffzellenstapeln ausgebildet ist. Insbesondere sind durch das erfindungsgemäße Prüfstandsystem einzelne Brennstoffzellen und/oder mehrere Brennstoffzellen und/oder Brennstoffzellenstapel prüfbar.

[0010] Grundsätzlich ist das erfindungsgemäße Prüfstandsystem zum Prüfen eines Prüflings wie zumindest einer einzelnen Brennstoffzelle, zumindest eines Brennstoffzellenstapels oder eines Brennstoffzellensystems ausgebildet.

[0011] Ein erfindungsgemäßes Prüfstandsystem basiert also auf der Notwendigkeit Brennstoffzellen oder Brennstoffzellenstapel hinsichtlich ihrer Qualität zu prüfen. Auch können solche Prüfstände zur Konditionierung und/oder zum Spülen der Brennstoffzellen oder Brennstoffzellenstapel verwendet werden. Dabei ist darauf hinzuweisen, dass die einzelnen Prüfstände zum Prüfen von einzelnen Brennstoffzellen genauso verwendet werden können, wie zum Prüfen von ganzen Brennstoffzellensystemen und den darin angeordneten Brennstoffzellenstapeln und/oder Brennstoffzellen. Auch ist es möglich, dass mehrere Brennstoffzellenstapel in einem gemeinsamen Brennstoffzellensystem auf einem solcher Prüfstände geprüft werden.

[0012] Gemäß einem erfindungsgemäßen Kerngedanken erfolgt nun ein Sammeln der Abgase von den zumindest zwei einzelnen Prüfständen. Jeder der Prüfstände wird im Betrieb mit dem Brennstofffluid als Zufuhr gas Abgas an dem jeweiligen Brennstoffzellenstapel erzeugen und dem Prüfstand-Abgasabschnitt zuführen. Aus diesem Prüfstand-Abgasabschnitt wird das jeweilige Abgas nun an den Sammel-Abgasabschnitt übergeben, sodass in diesem vorzugsweise alle Abgase aller einzelnen Prüfstände gesammelt werden können. Im Gegensatz zu bekannten Lösungen, bei welchen die Abgase aus den einzelnen Prüfständen an die Umgebung abgeführt wurden, ist jedoch in erfindungsgemäßer Weise der Sammel-Abgasabschnitt nun mit einer Nutzungsschnittstelle ausgestattet. Diese Nutzungsschnittstelle erlaubt es, eine fluidkommunizierende Verbindung mit einer nachgelagerten Nutzungsvorrichtung herzustellen, um entgegen den bekannten Lösungen das Brennstofffluid, welches als Restmenge noch im gesammelten Abgas vorhanden ist, einer weiteren Nutzung zur Verfügung zu stellen.

[0013] Dabei ist darauf hinzuweisen, dass diese nachgelagerte Nutzungsvorrichtung nicht zwingend Bestandteil des erfindungsgemäßen Prüfstandsystems sein muss. Jedoch ist es möglich, dass bei dem Prüfstandsystem gemäß der vorliegenden Erfindung die Nutzungsvorrichtung nachgelagert der Nutzungsschnittstelle und in fluidkommunizierender Verbindung mit dieser als Teil des Prüfstandsystems ausgebildet ist. Beispiele für solche Nutzungsvorrichtungen können in einfachster Weise der Anschluss an ein externes Gasnetzwerk sein, um die verbliebene Restmenge an Brennstofffluid einem solchen externen Gasnetz als Energieträger zur Verfügung zu stellen. Auch die direkte Verwendung der Restmenge an Brennstofffluid, zum Beispiel durch einen entsprechenden Nachbrenner für die Erzeugung von Wärme oder sogar eine separate Brennstoffzelle zur Nutzung dieser Restmenge für die Erzeugung von Elektrizität und/oder von Abwärme, sind hier denkbar. Selbstverständlich ist, wie das später noch erläutert wird, auch eine gemeinsame und damit zentralisierte Rezirkulation der gesammelten Abgase in die einzelnen Prüfstand-Zufuhrabschnitte möglich.

[0014] Wie aus der voranstehenden Erläuterung ersichtlich wird, können nun in erfindungsgemäßer Weise zumindest die folgenden Vorteile erzielt werden. Darunter ist zum einen der Vorteil zu nennen, dass das Brennstofffluid nicht in die Umwelt gelangt. Bei einer großflächigen Herstellung, zum Beispiel einer Massenproduktion von einer Vielzahl von Brennstoffzellenstapeln, würde die Menge an Brennstofffluid im Abgas möglicherweise eine Grenze übersteigen, welche nicht ohne weiteres in die Umwelt abgeleitet werden könnte. Ein erfindungsgemäßes Prüfstandsystem er-

laubt es nun, das Prüfen der Brennstoffzellenstapel am Ende einer Produktionslinie auch für eine sehr große Anzahl von hergestelltem Brennstoffzellenstapel zu ermöglichen, da eine Abfuhr von Restmenge an Brennstofffluid an die Umgebung reduziert oder sogar vollständig vermieden werden kann. Eine separate Auftrennung oder Reinigung des Abgases ist hier vorteilhaft nicht notwendig, da eine Nutzung dieser Restmenge des Brennstofffluides erfolgt. Es kann allerdings auch zweckmäßig sein, das Abgas separat aufzutrennen oder zu reinigen, abhängig davon wie Nutzungsvorrichtungen von einem Nutzer und/oder Betreiben definiert sind.

[0015] Als weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Ausgestaltung des Prüfstandsystems ist die Nutzung des Energiegehaltes der Restmenge des Brennstofffluides zu nennen. So ist beispielsweise bei der Rückführung der Restmenge des Brennstofffluides aus dem gesammelten Abgas in eine Brennstoffzelle oder in die Prüfstände selbst, der Energiegehalt wiederum in Elektrizität und/oder in Abwärme umsetzbar. Die Gesamteffizienz beim Betrieb des Prüfstandsystems beziehungsweise einer entsprechende Fertigungsanlage wird auf diese Weise deutlich verbessert.

[0016] Es ist noch darauf hinzuweisen, dass ein erfindungsgemäßes Prüfstandsystem sowohl im Forschungsbereich als Prüffeld für eine Vielzahl von Brennstoffzellen als auch im Produktionseinsatz für die Qualifizierung am Ende einer Produktionslinie zum Einsatz kommen kann.

[0017] Weiter ist noch darauf hinzuweisen, dass die erfindungsgemäße Zufuhr von Zufuhrgas und Abfuhr von Abgas sich zumindest auf den Brennstoffpfad des jeweiligen Brennstoffzellenstapels bzw. der jeweiligen Brennstoffzelle bezieht. Beim Betrieb von Brennstoffzellenstapeln oder Brennstoffzellen müssen diese sowohl auf Anodenseite, als auch auf Kathodenseite mit entsprechenden Gasen versorgt werden, um die chemische Umsetzung an den Membranen der Brennstoffzellen zu ermöglichen. Das erfindungsgemäße Prüfstandsystem ist mit dem Prüfstand-Zufuhrabschnitt, dem Prüfstand-Abgasabschnitt und dem Sammel-Abgasabschnitt dabei insbesondere spezifisch für den Strömungspfad der Brennstoffzellenstapel ausgelegt, in welchem das Brennstofffluid, zum Beispiel der Wasserstoff, gefördert wird. Bei üblichen Brennstoffzellenstapeln oder Brennstoffzellen handelt es sich hierbei um den Anodenabschnitt und damit um den Anodenpfad. Sofern im Kathodenabschnitt, also im entgegengesetzten Abschnitt des Brennstoffzellenstapels, ebenfalls Abgase erzeugt werden, deren Inhalte Restmengen von nutzbaren Fluiden beinhalten, kann selbstverständlich der Gedanke eines erfindungsgemäßen Prüfstandsystems auch auf die weiteren Strömungspfade der Prüfstände und der darin angeordneten Brennstoffzellenstapel angewendet werden.

[0018] Es ist von Vorteil, wenn bei einem erfindungsgemäßen Prüfstandsystem der Sammel-Abgasabschnitt eine Fördervorrichtung zum aktiven Fördern der gesammelten Abgase der zumindest einen Nutzungsschnittstelle aufweist. Eine solche Fördervorrichtung kann zum Beispiel eine Pumpvorrichtung oder eine Verdichtervorrichtung sein. Sie erlaubt es, aktiv, insbesondere in kontrollierter, zum Beispiel gesteuerter oder geregelter, Weise eine Förderung der gesammelten Abgase zu gewährleisten. Damit wird es möglich, zum einen einen Saugbetrieb aus den einzelnen Prüfstand-Abgasabschnitten zur Verfügung zu stellen und zum anderen, alternativ oder zusätzlich, einen Pumpbetrieb, also ein aktives Zuführen der gesammelten Abgase, zur Nutzungsschnittstelle und der daran angeordneten Nutzungsvorrichtung auszubilden. Insbesondere handelt es sich hier um eine sogenannte Rezirkulationsfördervorrichtung, welche es erlaubt, wie später noch näher erläutert, aktiv das gesammelte Abgas unter Förderdruck den Prüfstand-Zufuhrabschnitten rezirkulierend zuzuführen.

[0019] Erfindungsgemäß ist weiter zumindest eine zentrale Rezirkulationsschnittstelle an die zumindest eine Nutzungsschnittstelle fluidkommunizierend angeschlossen.

[0020] Weitere Vorteile können erzielt werden, wenn bei einem erfindungsgemäßen Prüfstandsystem an die zumindest eine Nutzungsschnittstelle eine weitere Nutzungsvorrichtung fluidkommunizierend angeschlossen ist, insbesondere eine der folgenden:

- Externes Gasnetz,
- Zentrales Nutzungs-Brennstoffzellensystem,
- Zentrale Nachbrennervorrichtung.

[0021] Dabei weist die Nutzungsschnittstelle eine Schaltvorrichtung auf zum Schalten zwischen wenigstens zwei Nutzungsvorrichtungen. Insbesondere handelt es sich um zwei unterschiedliche Nutzungsvorrichtungen, zwischen welchen geschaltet werden kann. Diese Schaltvorrichtung kann zum Beispiel qualitativ ausgebildet sein, um vollständig auf die eine oder die andere Nutzungsvorrichtung umzuschalten. Jedoch sind grundsätzlich auch quantitative Schaltvorrichtungen denkbar, um ein quantitatives Aufteilen von unterschiedlichen Teilrestmengen an Brennstofffluid im gesammelten Abgas auf die unterschiedlichen Nutzungsvorrichtungen zu erlauben.

[0022] Bei der voranstehenden Aufzählung handelt es sich um eine nicht abschließende Liste. Selbstverständlich ist es, wie bereits erläutert worden ist, bei einem Prüfstandsystem möglich, dass die Nutzungsvorrichtung außerhalb des Prüfstandsystems ausgebildet ist. Bei diesem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die Nutzungsvorrichtung jedoch Teil oder zumindest teilweise ein Teil des Prüfstandsystems. Beim Anschluss an ein externes Gasnetz ist dabei diese Nutzungsvorrichtung zum Beispiel der Netzwerkanschluss an dieses externe Gasnetz, welcher es nun erlaubt die Restmenge an Brennstofffluid aufzunehmen und der weiteren Nutzung in diesem externen Gasnetz zuzuführen. Unter einem zentralen Nutzungs-Brennstoffzellensystem ist ein Brennstoffzellensystem zu verstehen, welches unabhängig von den einzelnen Prüfständen die Restmenge an Brennstofffluid in elektrische Energie und Abwärme umsetzt. Die auf diese Weise erzeugte elektrische Energie sowie auch die erzeugte Abwärme können dem Betrieb des Prüfstandsystems zugeführt werden. So kann beispielsweise die elektrische Energie aus dem Nutzungs-Brennstoffzellensystem dem Betrieb des gesamten Prüfstandsystems zugeführt werden, sodass die Effizienz im Betrieb des Prüfstandsystems gesteigert werden kann. Die erzeugte Abwärme aus einem zentralen Nutzungs-Brennstoffzellensystem kann zum Beispiel einer Heizfunktionalität eines Gebäudes, in welchem das Prüfstandsystem angeordnet ist, zugeführt werden. Jedoch ist es auch möglich, die Abwärme aus einem Nutzungs-Brennstoffzellensystem zum Temperieren der Brennstoffzellenstapel auf den einzelnen Prüfständen zur Verfügung zu stellen. In ähnlicher Weise kann auch eine zentrale Nachbrennervorrichtung ohne die Erzeugung von elektrischer Energie auf die Erzeugung von Abwärme ausgerichtet sein, welche in gleicher Weise der Räumlichkeit des Prüfstandsystems und/oder der Temperierung der Prüfstände zugeführt werden kann. Unter einer zentralen Rezirkulationsschnittstelle ist zu verstehen, dass die Restmenge an Brennstofffluid im Abgas als Rezirkulationsgas zumindest teilweise in die Prüfstand-Zufuhrabschnitte zurückgeführt und damit rezirkuliert wird. Eine solche Rezirkulation ist als globale oder systemweite Rezirkulation und damit als zentrale Rezirkulation ausgelegt und unterscheidet sich somit insbesondere von lokaler Rezirkulation am jeweiligen Prüfstand selbst oder in einer anderen, gezielten Anwendung einer Brennstoffzelle wie beispielsweise in einem Brennstoffzellenfahrzeug. Dies erlaubt es, eine Rezirkulationsfunktionalität für das gesamte Prüfstandsystem zur Verfügung zu stellen, ohne eine erhöhte Komplexität an den einzelnen Prüfständen vorsehen zu müssen.

[0023] Weiter ist bei einem erfindungsgemäßen Prüfstandsystem ein Sammel-Zufuhrabschnitt in fluidkommunizierender Verbindung mit den Prüfstand-Zufuhrabschnitten vorgesehen für eine zentrale Zufuhr des Zufuhrgases. Insbesondere ist ein solcher Sammel-Zufuhrabschnitt mit der bereits erläuterten Rezirkulationsschnittstelle gekoppelt. Der Sammel-Zufuhrabschnitt kann das Brennstofffluid beziehungsweise das Zufuhrgas, welches das Brennstofffluid enthält, von einer entsprechenden Zufuhrgasquelle und/oder einer Brennstofffluidquelle erhalten. Dabei kann es sich um einen entsprechenden externen Zufuhrgasanschluss oder um einen Gastank handeln, in welchem das Zufuhrgas und/oder das Brennstofffluid gespeichert sind. Die Komplexität des gesamten Prüfstandsystems wird durch das Vorsehen eines gemeinsamen Sammel-Zufuhrabschnitts weiter reduziert.

[0024] Vorteile bringt es darüber hinaus mit sich, wenn bei einem erfindungsgemäßen Prüfstandsystem der Sammel-Zufuhrabschnitt einen Vorratsbehälter für eine Bevorratung von Zufuhrgas aufweist. Ein solcher Vorratsbehälter kann zum Beispiel ein Gastank sein, welcher das Zufuhrgas oder das Brennstofffluid als Teil des Zufuhrgases enthält. Alternativ dazu ist ein Anschluss an eine externe Gasleitung, welche das Zufuhrgas und/oder das Brennstofffluid von extern dem Prüfstandsystem zuführt.

[0025] Ebenfalls vorgesehen ist es, dass bei einem erfindungsgemäßen Prüfstandsystem die zentrale Rezirkulationsschnittstelle fluidkommunizierend mit dem Sammel-Zufuhrabschnitt ausgebildet ist. Mit anderen Worten erlaubt dies die bereits erläuterte systemweite Rezirkulation von gesammelten Abgasen und führt auf diese Weise das gesammelte Abgas und damit insbesondere die Restmenge an Brennstofffluid dem Sammel-Zufuhrabschnitt und über diesen den einzelnen Prüfstand-Zufuhrabschnitten zu. Auch ist es auf diese Weise möglich über eine einzige Rezirkulationsschnittstelle alle oder im Wesentlichen alle Prüfstände mit dieser Rezirkulationsfunktionalität auszustatten. Dabei kann die Rezirkulationsschnittstelle direkt in den Sammel-Zufuhrabschnitt oder auch in einen Vorratsbehälter, wie in einem voranstehenden Absatz erläutert worden ist, geführt sein. Damit würde der Vorratsbehälter einen zusätzlichen Puffer bilden, welcher zur Zwischenspeicherung des gesammelten und rezirkulierten Abgases dient. Selbstverständlich ist grundsätzlich auch eine Konzentrationskontrolle und damit eine quantitative Überwachung der Restmenge an Brennstofffluid im Sammel-Abgasabschnitt, in der Nutzungsschnittstelle und/oder in der Rezirkulationsschnittstelle denkbar. Weiter ist je nach Bedarf zusätzlich oder alternativ eine Konditionierung und/oder Reinigung des Brennstofffluids denkbar.

[0026] Weitere Vorteile sind erzielbar, wenn bei einem erfindungsgemäßen Prüfstandsystem die wenigstens zwei Prüfstände identisch oder im Wesentlichen identisch ausgebildet sind. Dies erlaubt es, in modularer Weise einen Prüfstand im Wesentlichen beliebig groß zu gestalten. Auch kann durch die identische oder im Wesentlichen identische Ausgestaltung der einzelnen Prüfstände eine deutlich einfachere und skalierbare Kontrolle aller Prüfstände erfolgen. Nicht zuletzt wird es auf diese Weise möglich, Ergebnisse, welche auf dem jeweiligen Prüfstand bei der Prüfung des Brennstoffzellenstapels erhalten werden, vergleichbar mit anderen Ergebnissen von anderen Prüfständen des gleichen Prüfstandsystems zu halten. Insbesondere sind alle Prüfstände eines erfindungsgemäßen Prüfstandsystems identisch oder im Wesentlichen identisch ausgebildet.

[0027] Vorteilhaft ist es darüber hinaus, wenn bei einem erfindungsgemäßen Prüfstandsystem die wenigstens zwei Prüfstände frei von Rezirkulationsabschnitten für eine Rezirkulation von Abgas am jeweiligen Prüfstand ausgebildet sind. Das bedeutet, dass keine Rezirkulationsfunktionalität lokal am jeweiligen Prüfstand vorgesehen ist. Vielmehr ist eine solche Rezirkulation, sofern gewünscht, ausschließlich als zentrale Rezirkulation mit der bereits erläuterten zentralen Rezirkulationsschnittstelle zur Verfügung gestellt. Damit wird die Komplexität der einzelnen Prüfstände sowohl in der Produktion als auch in der Nutzung deutlich reduziert.

[0028] Ebenfalls von Vorteil ist es, wenn bei einem erfindungsgemäßen Prüfstandsystem der Sammel-Abgasabschnitt separat von der zumindest einen Nutzungsschnittstelle ein Ablassventil aufweist für einen zentralen Ablass von nicht der Nutzungsschnittstelle zugeführtem Abgas. Ein solches Ablassventil kann auch als zentrales Purge-Ventil bezeichnet werden. Das Ablassventil ist dabei bevorzugt stromaufwärts der Nutzungsschnittstelle angeordnet und erlaubt es in qualitativer und/oder in quantitativer Weise nicht benötigtes Abgas separat von der Nutzungsschnittstelle abzuführen. Beispielsweise kann dieses Abführen des nicht genutzten oder nicht zu nutzenden Abgases an die Umgebung erfolgen.

[0029] Ebenfalls von Vorteil kann es sein, wenn bei einem erfindungsgemäßen Prüfstandsystem der Sammel-Abgasabschnitt einen Wasserabscheider aufweist für ein Abscheiden von Wasser aus dem gesammelten Abgas. Ein solcher Wasserabscheider kann auch als zentraler Wasserabscheider vorgesehen werden, welcher es erlaubt, die einzelnen Prüfstände frei von lokalen Wasserabscheidern zur Verfügung zu stellen. Auch hier ist es möglich, die Komplexität des Prüfstandsystems weiter zu reduzieren. Das über den Wasserabscheider abgeschiedene Wasser kann dabei gesammelt und ebenfalls einer zentralen Nutzung zugeführt werden.

[0030] Weitere Vorteile kann es mit sich bringen, wenn bei einem erfindungsgemäßen Prüfstandsystem die zumindest zwei Prüfstände für wenigstens einen der folgenden Einsatzzwecke ausgebildet sind:

- Entwicklungsprüfstand,
- Qualifizierungsprüfstand,

- Konditionierungsprüfstand,
- Spülprüfstand.

[0031] Bei der voranstehenden Liste handelt es sich um eine nicht abschließende Aufzählung. Selbstverständlich können auch einzelne Funktionen in einem Prüfstand kombiniert werden. Vorzugsweise handelt es sich hier um ein Prüffeld in der Entwicklung und/oder um eine sogenannte End-of-Line Qualitätsprüfung bei der Herstellung von Brennstoffzellenstapeln.

[0032] Darüber hinaus ist es von Vorteil, wenn bei einem erfindungsgemäßen Prüfstandsystem die zumindest zwei Prüfstände in den Prüfstand-Zufuhrabschnitten und/oder in den Prüfstand-Abgasabschnitten Kontrollventile aufweisen für eine Kontrolle des Drucks in den Prüfstand-Zufuhrabschnitten und/oder den Prüfstand-Abgasabschnitten. Diese Kontrollventile können auch als Drosselventile oder Druckventile bezeichnet werden, welche es erlauben den Druck, insbesondere innerhalb des Prüfstands und dort innerhalb des zu prüfenden Brennstoffzellenstapels, einzustellen. Bevorzugt kann durch die Kontrolle der Druckdifferenz über den Brennstoffzellenstapel auch der Massenstrom und/oder der Volumenstrom in einfacher und kostengünstiger Weise für jeden Prüfstand kontrolliert werden.

[0033] Weitere Vorteile kann es mit sich bringen, wenn bei einem erfindungsgemäßen Prüfstandsystem der Sammel-Abgasabschnitt einen zentralen Wartungszugang aufweist für einen zentralen Zugang zum Sammel-Abgasabschnitt für Wartungsarbeiten und/oder Reparaturarbeiten. Dies ist insbesondere dadurch gewährleistet, dass der Sammel-Abgasabschnitt zumindest teilweise gut zugängliche Abschnitte aufweist, welche den Wartungszugang zum Beispiel durch eine zentrale Klappe oder durch die außen liegende Anordnung des Sammel-Abgasabschnitts am Prüfstandsystem zur Verfügung stellen. Insbesondere bezieht sich dieser zentrale Wartungszugang auf einen Zugang zu funktionalen Bestandteilen des Sammel-Abgasabschnitts, wie zum Beispiel der beschriebenen Fördervorrichtung oder der Nutzungsschnittstelle.

[0034] Ebenfalls Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren für einen Betrieb eines erfindungsgemäßen Prüfstandsystems, aufweisend die folgenden Schritte:

- Sammeln der Abgase von zumindest zwei Prüfständen in dem Sammel-Abgasabschnitt,
- Zuführen der gesammelten Abgase zu wenigstens einer Nutzungsvorrichtung über die zumindest eine Nutzungsschnittstelle.

[0035] Ein erfindungsgemäßes Verfahren bringt damit die gleichen Vorteile mit sich, wie sie ausführlich und mit Bezug auf ein erfindungsgemäßes Prüfstandsystem erläutert worden sind. Selbstverständlich ist hier auch, sofern eine beschriebene Schaltvorrichtung vorgesehen ist, ein Umschalten zwischen unterschiedlichen Nutzungsvorrichtungen möglich. Auch ist es denkbar, dass mit Hilfe einer Sensorvorrichtung die Konzentration an Brennstofffluid in den einzelnen Prüfstand-Abgasabschnitten und/oder im Sammel-Abgasabschnitt ermittelt wird. Mit dieser Information kann insbesondere eine Schaltvorrichtung oder aber die Betriebsweise der Nutzungsschnittstelle angepasst werden.

[0036] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung im Einzelnen beschrieben sind. Es zeigen schematisch:

[0037] Fig. 1 eine Ausführungsform eines Prüfstandsystems,

[0038] Fig. 2 eine weitere Ausführungsform eines Prüfstandsystems,

[0039] Fig. 3 eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Prüfstandsystems,

[0040] Fig. 4 eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Prüfstandsystems,

[0041] Fig. 5 eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Prüfstandsystems,

[0042] Fig. 6 eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Prüfstandsystems.

[0043] In Figur 1 ist eine schematisch besonders einfache Alternative eines Prüfstandsystems

10 dargestellt. Im Rahmen eines Beispiels sind hier zwei Prüfstände 20 in identischer Ausgestaltung dargestellt. Beide Prüfstände 20 sind mit einem Prüfstand-Zufuhrabschnitt 22 für die Zufuhr von Zufuhrgas Z ausgestaltet. Ebenfalls weisen beide Prüfstände 20 ein darauf angeordnetes Brennstoffzellensystem 100 und/oder einen Brennstoffzellenstapel 110 und/oder zumindest eine einzelne Brennstoffzelle auf, welcher Abgas A im Betrieb erzeugt. Das Abgas A wird von jedem Prüfstand 20 über Prüfstand-Abgasabschnitte 24 abgeführt und über eine fluidkommunizierende Verbindung in dem Sammel-Abgasabschnitt 30 gesammelt. Dieses gesammelte Abgas A enthält eine Restmenge an Brennstofffluid, welches nicht in den einzelnen Prüfständen 20 durch die dort angeordneten Brennstoffzellenstapel 110 umgesetzt worden ist. Das gesammelte Abgas A und damit auch die Restmenge an Brennstofffluid wird der Nutzungsschnittstelle 32 zugeführt, über welche eine Nutzung der Restmenge an Brennstofffluid in einer externen Nutzungsvorrichtung 200 möglich wird. Es ist noch darauf hinzuweisen, dass selbstverständlich eine deutlich größere Anzahl als die dargestellten zwei Prüfstände 20 vorgesehen sein können und insbesondere vorgesehen sind. Die Funktionalität des Sammel-Abgasabschnitts 30 ist dabei unabhängig von der tatsächlichen Anzahl der einzelnen Prüfstände 20.

[0044] Die Figur 2 zeigt eine Weiterbildung der Ausführungsform der Figur 1. Insbesondere ist hier ein gemeinsamer Sammel-Zufuhrabschnitt 40 vorgesehen, welcher zum Beispiel von einem später noch erläuterten Vorratsbehälter 42 oder von einem externen Gasanschluss das gewünschte Zufuhrgas Z erhält und auf die einzelnen Prüfstände 20 beziehungsweise die Prüfstand-Zufuhrabschnitte 22 aufteilt. Auch ist in der Figur 2 zu erkennen, dass eine aktive Fördervorrichtung 34 in Form einer Abgaspumpe vorgesehen ist, welche das gesammelte Abgas A fördert und insbesondere auch aus den einzelnen Prüfständen 20 saugen kann. Auch ist der Figur 2, wie auch der Figur 1, über den dargestellten Pfeil ein zentraler Wartungszugang 39 zu erkennen, welcher es erlaubt, insbesondere zu beweglichen Bauteilen für Wartungsarbeiten und/oder Reparaturarbeiten, einen Zugang zu ermöglichen.

[0045] Die Figur 3 ist eine Weiterbildung der Ausführungsform der Figuren 1 und 2. Hier ist als externe Nutzungsvorrichtung 200 eine zentrale Rezirkulationsschnittstelle 240 vorgesehen, welche es erlaubt, das Abgas A aus dem Sammel-Abgasabschnitt 30 einer zentralen Rezirkulation in den Sammel-Zufuhrabschnitt 40 zuzuführen. Damit kann die Restmenge an Brennstofffluid nun in einer rezirkulierten Funktionalität den einzelnen Prüfständen für einen erneuten Durchlauf zur Verfügung gestellt werden, sodass die enthaltene Restmenge an Brennstofffluid in diesem erneuten Durchlauf eingesetzt wird. Bei der Ausführungsform der Figur 3 ist darüber hinaus jeder der einzelnen Prüfstände 20 noch mit Kontrollventilen 26 ausgestattet, welche stromaufwärts und stromabwärts des jeweiligen Brennstoffzellenstapels 110 angeordnet sind. Darüber lässt sich die Drucksituation im Prüfstand-Zufuhrabschnitt 22 und im Prüfstand-Abgasabschnitt 24 einstellen, sodass insbesondere der Druckverlust über dem Prüfstand 20 kontrollierbar wird.

[0046] Die Ausführungsform der Figur 4 zeigt eine weitere Alternative, insbesondere zur Ausführungsform der Figur 3. Hier wird die Rezirkulationsfunktionalität in indirekter Weise zur Verfügung gestellt, nämlich in einen Vorratsbehälter 42. Dieser Vorratsbehälter 42 bevorratet Zufuhrgas Z und kann durch diese zentrale Rezirkulationsschnittstelle 240 nun zusätzlich als Pufferspeicher für das rezirkulierte Abgas A aus dem Sammel-Abgasabschnitt 30 zur Verfügung stehen. Auch ist in der Figur 4 am rechten unteren Ende des Sammel-Abgasabschnitts 30 ein zentraler Wasserabscheider 38 zu erkennen, welches es ermöglicht, für das gesammelte Abgas und damit unabhängig von den einzelnen Prüfständen 20 Wasser aus diesem Abgas abzuscheiden und vorzugsweise abzuführen.

[0047] In der Figur 5 ist eine Variante des Prüfstandsystems 10 dargestellt, welche zwei unterschiedliche Nutzungsvorrichtungen 200 aufweist. Neben der Nutzung in der Rezirkulation über die zentrale Rezirkulationsschnittstelle 240 ist hier ein zentrales Nutzungs-Brennstoffzellensystem 220 und/oder eine zentrale Nachbrennervorrichtung 230 vorgesehen. Über die Schaltvorrichtung 33 als Bestandteil der Nutzungsschnittstelle 32 kann hier insbesondere ein quantitatives Aufteilen auf die unterschiedlichen Nutzungsvorrichtungen 200 erfolgen. Das zentrale Nutzungs-Brennstoffzellensystem 220 dient dabei der Erzeugung von Elektrizität und Abwärme, während eine zentrale Nachbrennervorrichtung 230 im Wesentlichen ausschließlich auf die Erzeugung von

Abwärme ausgelegt ist. Die Abwärme kann in beiden Fällen den einzelnen Prüfständen 20 beziehungsweise dem gesamten Betrieb des Prüfstandsystems 10 zugeführt werden.

[0048] Die Figur 6 zeigt eine weitere Ausgestaltung, welche das gesammelte Abgas A über den Sammel-Abgasabschnitt 30 einem externen Gasnetz 210 als Nutzungsvorrichtung 200 zuführt. Hier ist zusätzlich noch eine Purge- beziehungsweise Ablasffunktionalität über das Ablasventil 36 im Sammel-Abgasabschnitt 30 vorgesehen, welche es erlaubt, insbesondere in quantitativer Weise kontrolliert, einen Teil des gesammelten Abgases A aus dem Sammel-Abgasabschnitt 30 abzulassen.

[0049] Die voranstehende Erläuterung der Ausführungsformen beschreibt die vorliegende Erfindung ausschließlich im Rahmen von Beispielen.

[0050] Grundsätzlich ist es auch vorteilhaft, wenn nicht ein gesamter Brennstoffzellenstapel 110 (welcher beispielsweise aus 400 Brennstoffzellen besteht), sondern eine oder mehrere einzelne Brennstoffzellen geprüft werden wie oben beschrieben. Sprich die beschriebenen Ausführungsbeispiele sind auf eine einzelne Brennstoffzelle anwendbar.

BEZUGSZEICHENLISTE

- 10 Prüfstandssystem
- 20 Prüfstand
- 22 Prüfstand-Zufuhrabschnitt
- 24 Prüfstand-Abgasabschnitt
- 26 Kontrollventil
- 30 Sammel-Abgasabschnitt
- 32 Nutzungsschnittstelle
- 33 Schaltvorrichtung
- 34 Fördervorrichtung
- 36 Ablassventil
- 38 Wasserabscheider
- 39 Wartungszugang
- 40 Sammel-Zufuhrabschnitt
- 42 Vorratsbehälter

- 100 Brennstoffzellensystem
- 110 Brennstoffzellenstapel

- 200 Nutzungsvorrichtung
- 210 Externes Gasnetz
- 220 Zentrales Nutzungs-Brennstoffzellensystem
- 230 Zentrale Nachbrennervorrichtung
- 240 Zentrale Rezirkulationsschnittstelle

- Z Zufuhrgas
- A Abgas

Patentansprüche

1. Prüfstandsystem (10) zum Prüfen von zumindest einer Brennstoffzelle, aufweisend wenigstens zwei einzelne Prüfstände (20) mit jeweils zumindest einem Prüfstand-Zufuhrabschnitt (22) für eine Zufuhr von Zufuhrgas (Z), aufweisend ein Brennstofffluid, und jeweils zumindest einem Prüfstand-Abgasabschnitt (24) für eine Abfuhr von Abgas (A), aufweisend eine Restmenge an Brennstofffluid, das Prüfstandsystem (10) weiter aufweisend einen Sammel-Abgasabschnitt (30) in fluidkommunizierender Verbindung mit den Prüfstand-Abgasabschnitten (24) für ein Sammeln der Abgase (A), wobei der Sammel-Abgasabschnitt (30) zumindest eine Nutzungsschnittstelle (32) aufweist für eine fluidkommunizierende Verbindung mit einer Nutzungsvorrichtung (200) zur Nutzung der im Abgas (A) enthaltenen Restmenge an Brennstofffluid, **dadurch gekennzeichnet**, dass an die zumindest eine Nutzungsschnittstelle (32) zumindest eine zentrale Rezirkulationsschnittstelle (240) fluidkommunizierend angeschlossen ist und ein Sammel-Zufuhrabschnitt (40) in fluidkommunizierender Verbindung mit den Prüfstand-Zufuhrabschnitten (22) vorgesehen ist für eine zentrale Zufuhr des Zufuhrgases (Z), wobei die zentrale Rezirkulationsschnittstelle (240) fluidkommunizierend mit dem Sammel-Zufuhrabschnitt (40) ausgebildet ist.
2. Prüfstandsystem (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sammel-Abgasabschnitt (30) eine Fördervorrichtung (34) zum aktiven Fördern der gesammelten Abgase (A) zur zumindest einen Nutzungsschnittstelle (32) aufweist.
3. Prüfstandsystem (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass an die zumindest eine Nutzungsschnittstelle (32) eine weitere Nutzungsvorrichtung (200) fluidkommunizierend angeschlossen ist, insbesondere eine der folgenden:
 - Externes Gasnetz (210)
 - Zentrales Nutzungs-Brennstoffzellensystem (220)
 - Zentrale Nachbrennervorrichtung (230),wobei die Nutzungsschnittstelle (32) eine Schaltvorrichtung (33) aufweist zum Schalten zwischen wenigstens zwei Nutzungsvorrichtungen (200).
4. Prüfstandsystem (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sammel-Zufuhrabschnitt (40) einen Vorratsbehälter (42) für eine Bevorratung von Zufuhrgas (Z) aufweist.
5. Prüfstandsystem (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die wenigstens zwei Prüfstände (20) identisch oder im Wesentlichen identisch ausgebildet sind.
6. Prüfstandsystem (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die wenigstens zwei Prüfstände (20) frei von Rezirkulationsabschnitten für eine Rezirkulation von Abgas (A) am jeweiligen Prüfstand (20) ausgebildet sind.
7. Prüfstandsystem (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sammel-Abgasabschnitt (30) separat von der zumindest einen Nutzungsschnittstelle (32) ein Ablassventil (36) aufweist für einen zentralen Ablass von nicht der Nutzungsschnittstelle (32) zugeführtem Abgas (A).
8. Prüfstandsystem (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sammel-Abgasabschnitt (30) einen Wasserabscheider (38) aufweist für ein Abscheiden von Wasser aus dem gesammelten Abgas (A).
9. Prüfstandsystem (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest zwei Prüfstände (20) für wenigstens einen der folgenden Einsatzzwecke ausgebildet sind:
 - Entwicklungsprüfstand
 - Qualifizierungsprüfstand

- Konditionierungsprüfstand
 - Spülprüfstand
10. Prüfstandsystem (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest zwei Prüfstände (20) in den Prüfstand-Zufuhrabschnitten (22) und/oder in den Prüfstand-Abgasabschnitten (24) Kontrollventile (26) aufweisen für eine Kontrolle des Drucks in den Prüfstand-Zufuhrabschnitten (22) und/oder den Prüfstand-Abgasabschnitten (24).
11. Prüfstandsystem (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sammel-Abgasabschnitt (30) einen zentralen Wartungszugang (39) aufweist für einen zentralen Zugang zum Sammel-Abgasabschnitt (30) für Wartungsarbeiten und/oder Reparaturarbeiten.
12. Verfahren für einen Betrieb eines Prüfstandsystems (10) mit den Merkmalen eines der Ansprüche 1 bis 11, aufweisend die folgenden Schritte:
- Sammeln der Abgase (A) von zumindest zwei Prüfständen (20) in dem Sammel-Abgasabschnitt (30),
 - Zuführen der gesammelten Abgase (A) zu wenigstens einer Nutzungsvorrichtung (200) über die zumindest eine Nutzungsschnittstelle (32).

Hierzu 6 Blatt Zeichnungen

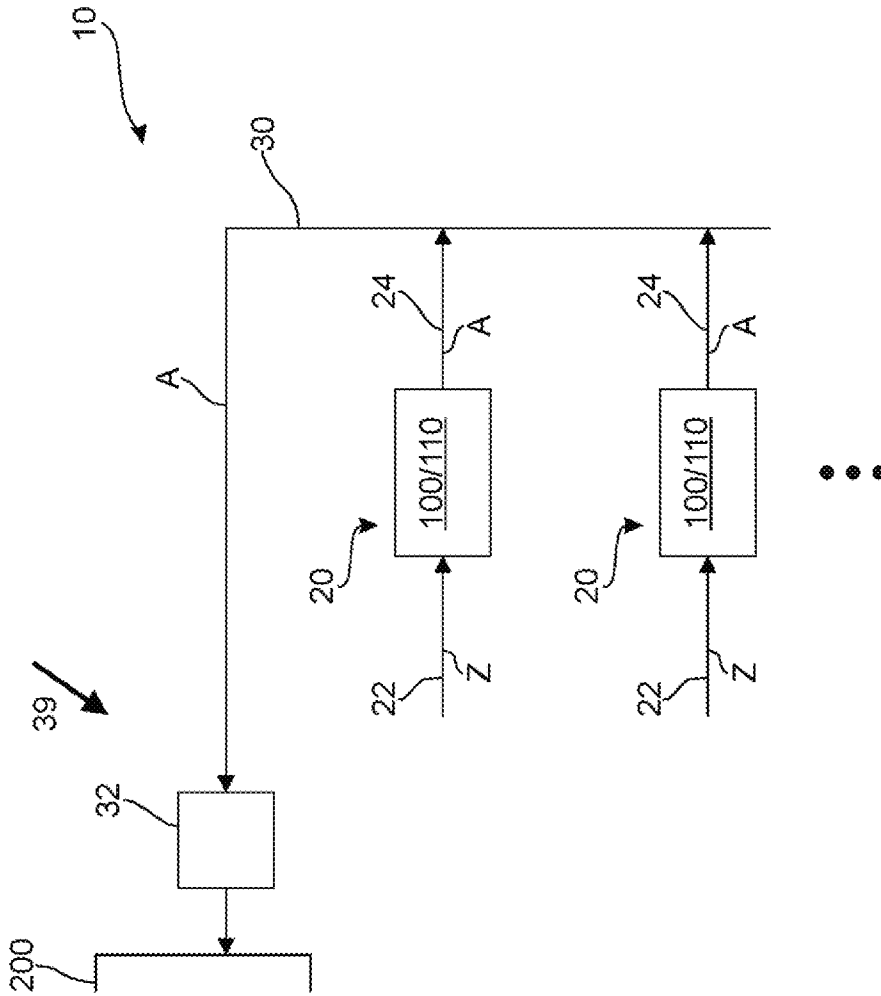


Fig. 1

3/6

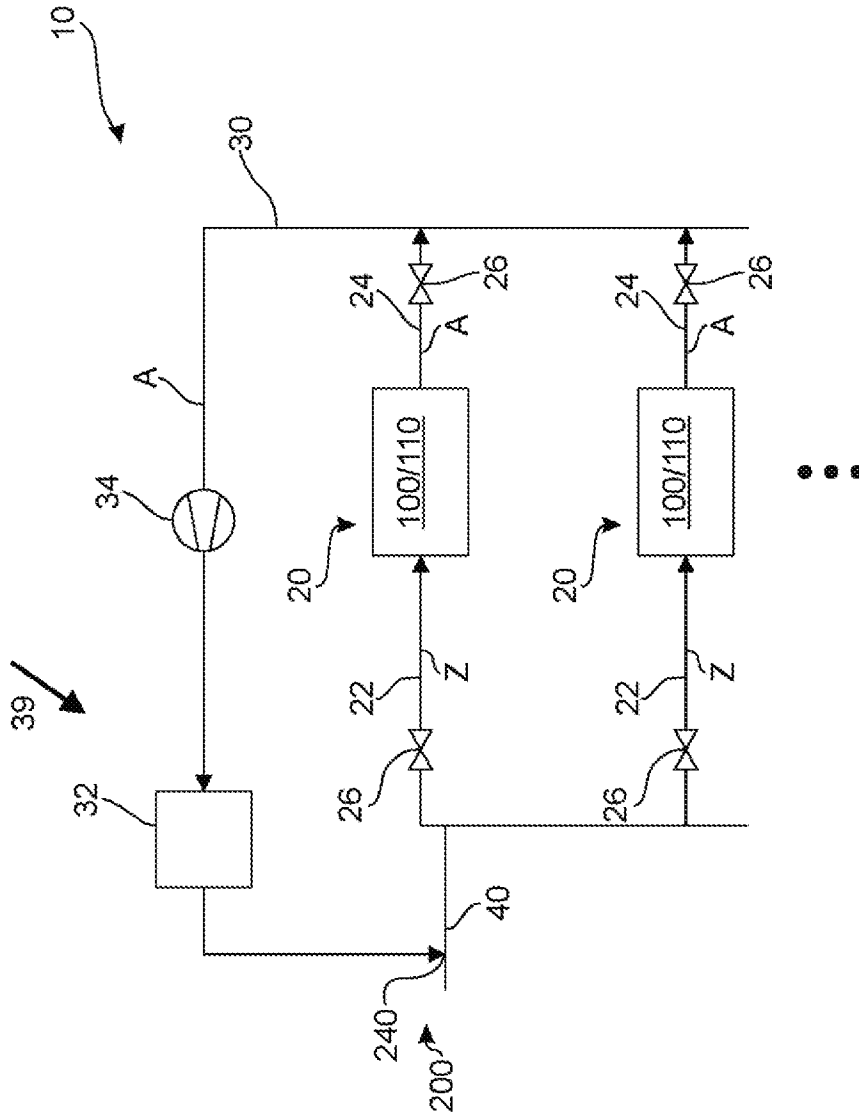


Fig. 3

4/6

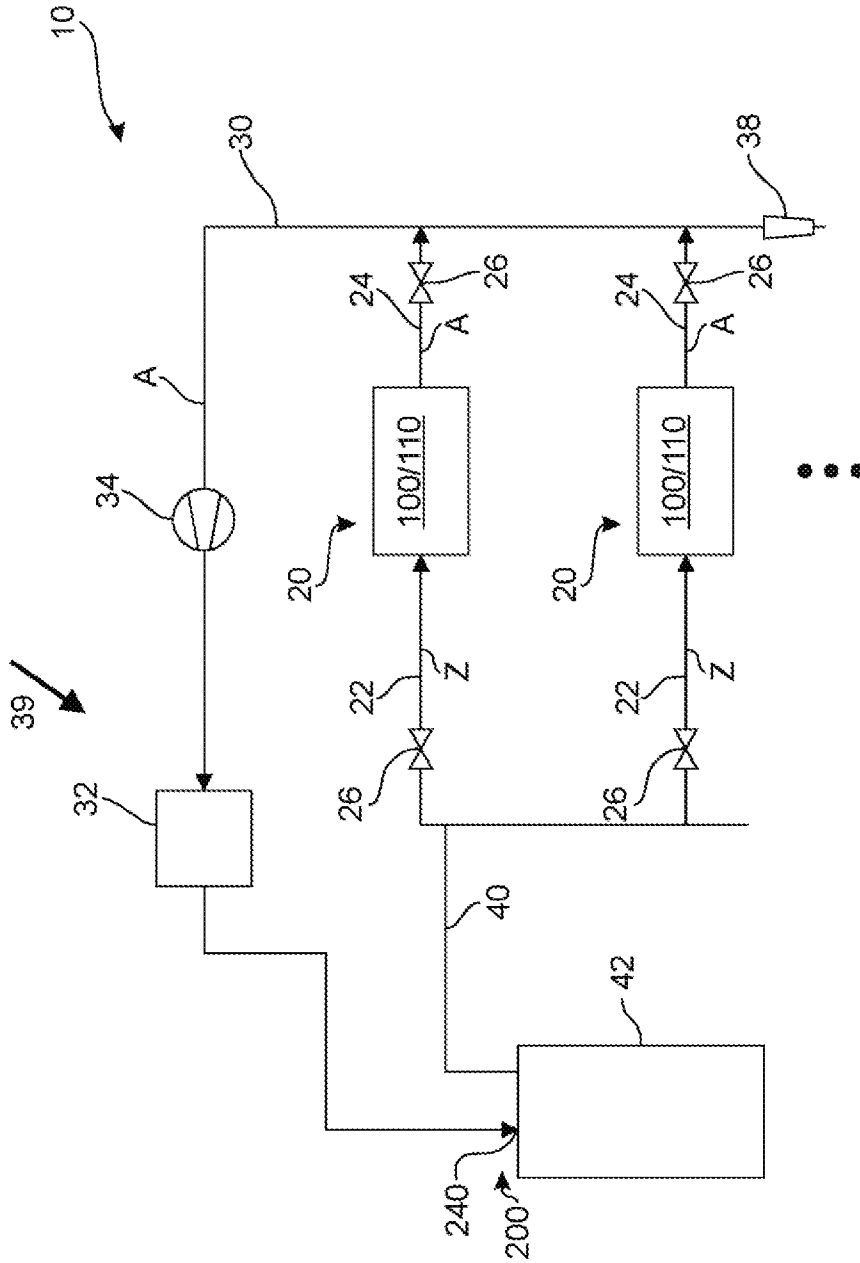


Fig. 4

5/6

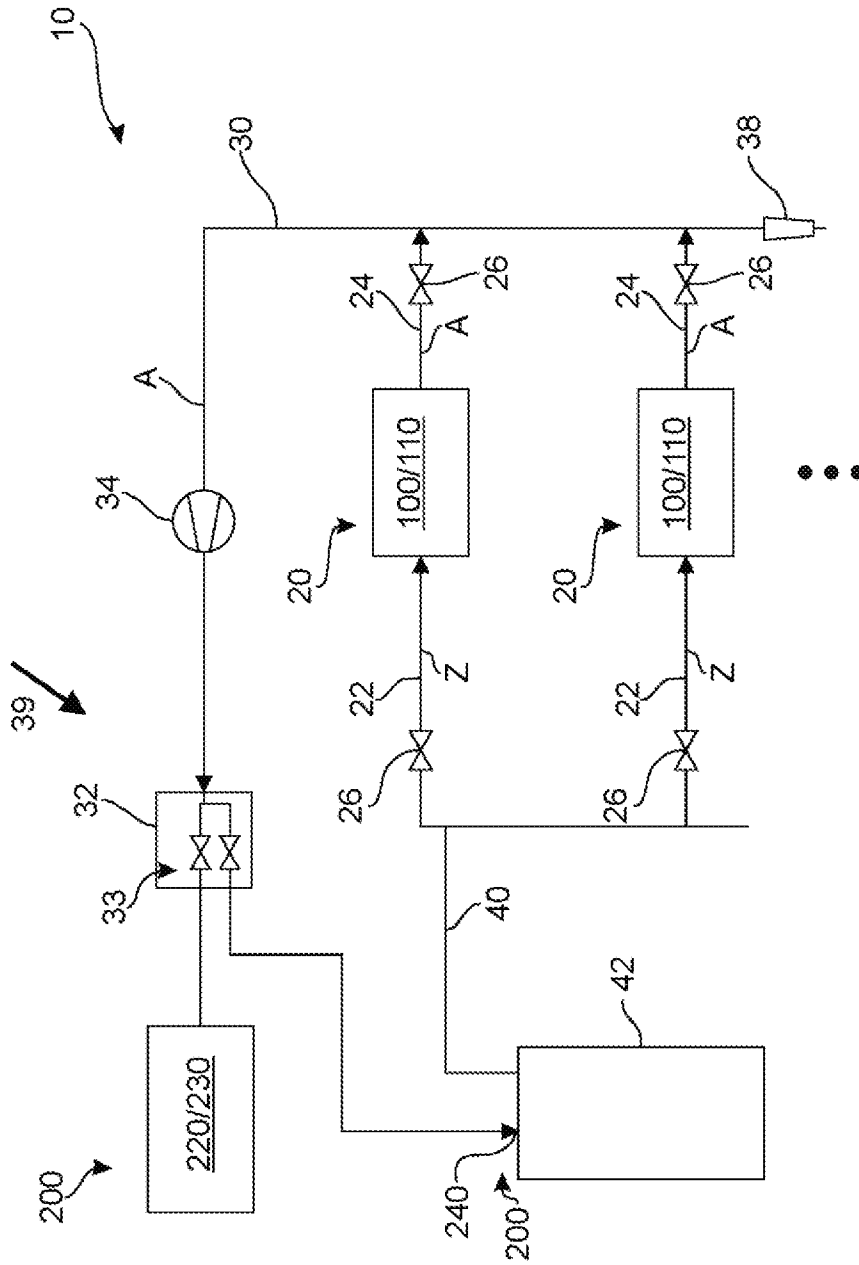


Fig. 5

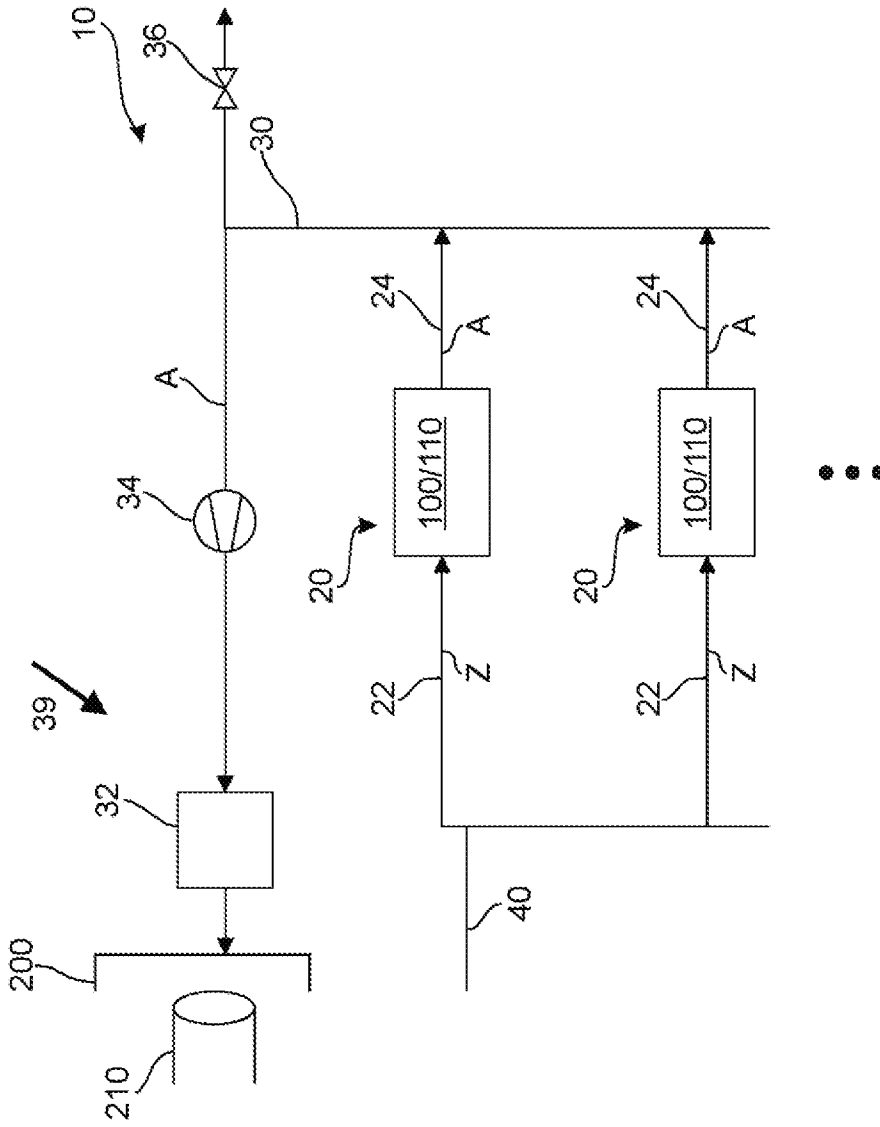


Fig. 6