

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50857/2021
(22) Anmeldetag: 29.10.2021
(43) Veröffentlicht am: 15.09.2022

(51) Int. Cl.: **H01M 8/2475** (2016.01)
H01M 8/249 (2016.01)

(56) Entgegenhaltungen:
EP 3324475 A1
US 2003077495 A1
WO 2017184987 A1

(71) Patentanmelder:
AVL List GmbH
8020 Graz (AT)

(72) Erfinder:
Brier Bernd Dr.techn.
2345 Brunn am Gebirge (AT)
Fritz Johannes Dipl.-Ing.
8010 Graz (AT)

(74) Vertreter:
Gamper Bettina Dr.
8020 Graz (AT)

(54) **Brennstoffzellensystem für einen stationären Betrieb zum Erzeugen von elektrischem Strom mit einer Prüfvorrichtung für eine Funktionsprüfung**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Brennstoffzellensystem (10) für einen stationären Betrieb zum Erzeugen von elektrischem Strom, aufweisend wenigstens einen Brennstoffzellenstapel (100) mit einem Anodenabschnitt (120) und einem Kathodenabschnitt (130), der Anodenabschnitt (120) aufweisend einen Anodenzuführabschnitt (122) für ein Zuführen von Anodenzuführgas (AZG) und einen Anodenabführabschnitt (124) für ein Abführen von Anodenabgas (AAG), der Kathodenabschnitt (130) aufweisend einen Kathodenzuführabschnitt (132) für ein Zuführen von Kathodenzuführgas (KZG) und einen Kathodenabführabschnitt (134) für ein Abführen von Kathodenabgas (KAG), wobei der wenigstens eine Brennstoffzellenstapel (100) einen trennbaren Elektroanschluss (140) aufweist in elektrisch leitender Verbindung mit einem Gegen-Elektroanschluss (40) des Brennstoffzellensystems (10) zur Aufnahme des erzeugten elektrischen Stroms, wobei der Anodenzuführabschnitt (122) eine trennbare Anodenzuführschnittstelle (123) in fluidkommunizierender Verbindung mit einer Gegen-Anodenzuführschnittstelle (23) des Brennstoffzellensystems (10), der Anodenabführabschnitt (124) eine trennbare Anodenabführschnittstelle (125) in fluidkommunizierender Verbindung mit einer Gegen-

Anodenabführschnittstelle (25) des Brennstoffzellensystems (100), der Kathodenzuführabschnitt (132) eine trennbare Kathodenzuführschnittstelle (133) in fluidkommunizierender Verbindung mit einer Gegen-Kathodenzuführschnittstelle (33) des Brennstoffzellensystems (10) und der Kathodenabführabschnitt (134) eine trennbare Kathodenabführschnittstelle (135) in fluidkommunizierender Verbindung mit einer Gegen-Kathodenabführschnittstelle (35) des Brennstoffzellensystems (10) aufweist, wobei weiter der Gegen-Elektroanschluss (40), die Gegen-Anodenzuführschnittstelle (23), die Gegen-Anodenabführschnittstelle (25), die Gegen-Kathodenzuführschnittstelle (33) und/oder die Gegen-Kathodenabführschnittstelle (35) wenigstens eine Prüfvorrichtung (50) aufweist für eine Funktionsprüfung der jeweiligen Verbindung.

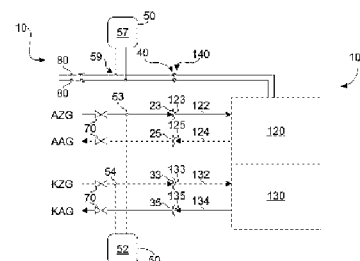


Fig. 1

Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Brennstoffzellensystem (10) für einen stationären Betrieb zum Erzeugen von elektrischem Strom, aufweisend wenigstens einen Brennstoffzellenstapel (100) mit einem Anodenabschnitt (120) und einem Kathodenabschnitt (130), der Anodenabschnitt (120) aufweisend einen Anodenzuführabschnitt (122) für ein Zuführen von Anodenzuführgas (AZG) und einen Anodenabführabschnitt (124) für ein Abführen von Anodenabgas (AAG), der Kathodenabschnitt (130) aufweisend einen Kathodenzuführabschnitt (132) für ein Zuführen von Kathodenzuführgas (KZG) und einen Kathodenabführabschnitt (134) für ein Abführen von Kathodenabgas (KAG), wobei der wenigstens eine Brennstoffzellenstapel (100) einen trennbaren Elektroanschluss (140) aufweist in elektrisch leitender Verbindung mit einem Gegen-Elektroanschluss (40) des Brennstoffzellensystems (10) zur Aufnahme des erzeugten elektrischen Stroms, wobei der Anodenzuführabschnitt (122) eine trennbare Anodenzuführschnittstelle (123) in fluidkommunizierender Verbindung mit einer Gegen-Anodenzuführschnittstelle (23) des Brennstoffzellensystems (10), der Anodenabführabschnitt (124) eine trennbare Anodenabführschnittstelle (125) in fluidkommunizierender Verbindung mit einer Gegen-Anodenabführschnittstelle (25) des Brennstoffzellensystems (100), der Kathodenzuführabschnitt (132) eine trennbare Kathodenzuführschnittstelle (133) in fluidkommunizierender Verbindung mit einer Gegen-Kathodenzuführschnittstelle (33) des Brennstoffzellensystems (10) und der Kathodenabführabschnitt (134) eine trennbare Kathodenabführschnittstelle (135) in fluidkommunizierender Verbindung mit einer Gegen-Kathodenabführschnittstelle (35) des Brennstoffzellensystems (10) aufweist, wobei weiter der Gegen-Elektroanschluss (40), die Gegen-Anodenzuführschnittstelle (23), die Gegen-Anodenabführschnittstelle (25), die Gegen-Kathodenzuführschnittstelle (33) und/oder die Gegen-Kathodenabführschnittstelle (35) wenigstens eine Prüfvorrichtung (50) aufweist für eine Funktionsprüfung der jeweiligen Verbindung.

Fig. 1

Brennstoffzellensystem für einen stationären Betrieb zum Erzeugen von elektrischem Strom mit einer Prüfvorrichtung für eine Funktionsprüfung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Brennstoffzellensystem für einen stationären Betrieb zum Erzeugen von elektrischem Strom mit wenigstens einer Prüfvorrichtung für eine Funktionsprüfung sowie ein Prüfverfahren für eine Funktionsprüfung bei einem solchen Brennstoffzellensystem.

Es ist bekannt, dass Brennstoffzellensysteme eingesetzt werden können, um in einem stationären Betrieb elektrischen Strom zur Verfügung zu stellen. Dabei handelt es sich um dezentrale Kraftwerke, welche durch Zufuhr von Brenngasen, wie beispielsweise Erdgas oder Wasserstoff, elektrischen Strom erzeugen können. Hierfür werden die stationären Brennstoffzellensysteme für ihren Betrieb mit einem oder mehreren Brennstoffzellenstapeln ausgestattet. Diese Brennstoffzellenstapel werden auch als Brennstoffzellenstacks bezeichnet und sind Stapel einzelner Brennstoffzellen, welche zusammen die elektrische Leistung zur Verfügung stellen können. Jede einzelne Brennstoffzelle ist mit einem Anodenabschnitt und einem Kathodenabschnitt ausgebildet, welche über eine Membran voneinander getrennt sind, sodass hier in definierter Weise die elektrochemische Reaktion bei der Umwandlung des Brenngases in Abgase durchgeführt werden kann und dabei die elektrische Stromerzeugung stattfindet.

Nachteilhaft bei den bekannten Lösungen ist es, dass insbesondere beim stationären Betrieb von Brennstoffzellensystemen zum Erzeugen von elektrischem Strom die Brennstoffzellenstapel hin und wieder ausgetauscht werden müssen. Während eine Vielzahl der Komponenten, wie beispielsweise Rohrleitungen, Ventile oder Ähnliches, beim Betrieb des Brennstoffzellensystems nur einem sehr geringen Verschleiß unterliegen, kann ein Brennstoffzellenstapel hinsichtlich der hochkomplexen Technik, insbesondere jedoch hinsichtlich der verwendeten elektrochemischen Bauteile, wie beispielsweise der Membran, einem höheren Verschleiß unterliegen. Daher ist es häufig notwendig, nach einer definierten Betriebsdauer von beispielsweise mehreren Jahren den Brennstoffzellenstapel an Ort und Stelle des stationären Brennstoffzellensystems wieder auszutauschen. Um dies durchzuführen, ist bei den bekannten Lösungen ein Team von Spezialisten notwendig. Zum einen ist ein Installateur notwendig, welcher die fluiddichte Anbindung beim Austausch des Brennstoffzellenstapels gewährleistet und insbesondere eine Druckprüfung durchführt, um sicherzustellen

len, dass im anschließenden Betrieb des Brennstoffzellensystems der neu hinzugefügte Brennstoffzellenstapel den Dichtigkeitserfordernissen genügt. Zusätzlich wird im Spezialistenteam ein Elektriker benötigt, welcher in ähnlicher Weise eine Funktionssicherheit aus elektrischer Sicht gewährleistet. Hierfür ist der Elektriker beispielsweise angehalten, eine Funktionsprüfung durch Widerstandsmessungen oder das Erfassen anderer elektrischer Parameter nach dem Anschluss des neuen Brennstoffzellenstapels durchzuführen. Dadurch, dass ein Team von mehreren Spezialisten aus unterschiedlichen Fachrichtungen notwendig ist, ist es erforderlich, dass mit hohem Kosten- und Zeitaufwand das Team zur stationären Position des Brennstoffzellensystems fährt und dort den Austausch nicht nur durchführt, sondern anschließend die jeweilige Funktionsüberprüfung erfolgt. Neben den entstehenden Reisekosten und dem erhöhten Aufwand durch das Fachpersonal ist auch hier von einer geringeren Verfügbarkeit auszugehen, sodass insbesondere bei einer Vielzahl von im Betrieb befindlichen Brennstoffzellensystemen, diese nicht alle zeitnah mit neuen Brennstoffzellenstapeln ausgestattet werden können.

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 einen Austausch eines Brennstoffzellenstapels auch von einem einzelnen und insbesondere ungelernten Facharbeiter durchführen zu lassen.

Die voranstehende Aufgabe wird gelöst, durch ein Brennstoffzellensystem mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie ein Prüfverfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 13. 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 Brennstoffzellensystem beschrieben sind, selbstverständlich auch im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Prüfverfahren und jeweils umgekehrt, sodass bezüglich der Offenbarung zu den einzelnen Erfindungsaspekten stets wechselseitig Bezug genommen wird beziehungsweise werden kann.

Erfindungsgemäß dient ein Brennstoffzellensystem einem stationären Betrieb zum Erzeugen von elektrischem Strom. Hierfür weist das Brennstoffzellensystem wenigstens einen Brennstoffzellenstapel mit einem Anodenabschnitt und einem Kathodenabschnitt auf. Der Anodenabschnitt weist einen Anodenzuführabschnitt für ein Zufüh-

ren von Anodenzuführgas und einen Anodenabführabschnitt für ein Abführen von Anodenabgas auf. Entsprechend ist der Kathodenabschnitt mit einem Kathodenzuführabschnitt für ein Zuführen von Kathodenzuführgas und mit einem Kathodenabführabschnitt für ein Abführen von Kathodenabgas ausgestattet. Ein erfindungsgemäßes Brennstoffzellensystem zeichnet sich dadurch aus, dass der wenigstens eine Brennstoffzellenstapel einen trennbaren Elektroanschluss aufweist, in elektrisch leitender Verbindung mit einem Gegen-Elektroanschluss des Brennstoffzellensystems zur Aufnahme des erzeugten elektrischen Stroms. Der Anodenzuführabschnitt weist eine trennbare Anodenzuführschnittstelle in fluidkommunizierender Verbindung mit einer Gegen-Anodenzuführschnittstelle des Brennstoffzellensystems auf. In ähnlicher Weise ist auch der Anodenabführabschnitt mit einer trennbaren Anodenabführschnittstelle ausgestattet, in fluidkommunizierender Verbindung mit einer Gegen-Anodenabführschnittstelle des Brennstoffzellensystems. Auch auf der Kathodenseite ist der Kathodenzuführabschnitt mit einer trennbaren Kathodenzuführschnittstelle in fluidkommunizierender Verbindung mit einer Gegen-Kathodenzuführschnittstelle des Brennstoffzellensystems ausgestattet. Darüber hinaus weist auch der Kathodenabführabschnitt eine trennbare Kathodenabführschnittstelle in fluidkommunizierender Verbindung mit einer Gegen-Kathodenabführschnittstelle des Brennstoffzellensystems auf. Darüber hinaus ist bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem der Gegen-Elektroanschluss, die Gegen-Anodenzuführschnittstelle, die Gegen-Anodenabführschnittstelle, die Gegen-Kathodenzuführschnittstelle und/oder die Gegen-Kathodenabführschnittstelle mit wenigstens einer Prüfvorrichtung ausgestattet, für eine Funktionsprüfung der jeweiligen Verbindung.

Der erfindungsgemäße Kerngedanke beruht nun darauf, dass ein stationäres Brennstoffzellensystem zur Verfügung gestellt werden soll, bei dem ein besonders einfacher und kostengünstiger Austausch des Brennstoffzellenstapels erfolgen kann. Ist beispielsweise turnusmäßig nach Ablauf einer vorgegebenen maximalen Betriebsdauer, ein Brennstoffzellenstapel auszutauschen, so kann bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem, dies in sehr einfacher Weise erfolgen, wie dies nachfolgend erläutert wird.

Ein einzelner Servicetechniker kann mit einem neuen Brennstoffzellenstapel zum jeweiligen Brennstoffzellensystem reisen und dort in sehr einfacher Weise die trennbaren Verbindungen am Gegen-Elektroanschluss, an der Gegen-Anodenzuführschnittstelle, der Gegen-Anodenabführabschnittstelle, der Gegen-

Kathodenzuführschnittstelle und der Gegen-Kathodenabführschnittstelle trennen. Damit kann der Brennstoffzellenstapel vom Brennstoffzellensystem entfernt werden. Das Brennstoffzellensystem ist dabei vorzugsweise nicht in Betrieb und ausgeschaltet. Um eine noch höhere Sicherheit zu gewährleisten, können Sperrventile gesperrt sein, wie dies später noch näher erläutert wird. Anschließend erfolgt ein Ersetzen des entfernten Brennstoffzellenstapels mit dem neuen oder neuwertigen Brennstoffzellenstapel durch den gleichen Servicetechniker. Dieser stellt nun die fluidkommunizierenden Verbindungen am Anodenabschnitt und am Kathodenabschnitt wieder her und darüber hinaus die elektrisch leitende Verbindung zwischen dem Elektroanschluss und dem Gegen-Elektroanschluss.

Diese einfache Kontaktierung der Schnittstellen, beispielsweise durch entsprechende fluiddichte Verschraubungen an den Fluidanschlüssen oder einfachen Steckverbindungen am Elektroanschluss, kann der Servicetechniker ohne zusätzliche Fachausbildungen für Druckinstallationen oder elektrotechnische Zusatzausbildungen, durchführen.

Während bei einem bekannten Brennstoffzellensystem jedoch zumindest für die Funktionsprüfung Fachpersonal notwendig war, ist nun bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem in das stationäre Brennstoffzellensystem wenigstens eine Prüfvorrichtung integriert. Diese Prüfvorrichtung ist damit Teil des Brennstoffzellensystems und muss insbesondere weder vom Servicetechniker bedient noch an den Ort des Austausches des Brennstoffzellensystems mitgebracht werden. Vielmehr kann nach erfolgtem Austausch, und insbesondere dem Schließen der oben genannten Verbindungen nach dem Austausch des Brennstoffzellenstapels, eine automatisierte oder zumindest teilweise automatisierte Funktionsprüfung mit der Prüfvorrichtung durchgeführt werden. Dabei kann es sich um mechanische Funktionstests hinsichtlich einer erfolgreichen Montage handeln. Bevorzugt sind jedoch insbesondere die kritischen Funktionstests automatisiert, in Form der Druckdichtigkeitsprüfung und/oder der elektrischen Funktionsprüfung. Beides wird später noch näher erläutert.

Wie aus der voranstehenden Erläuterung einer Austauschsituation für ein erfindungsgemäßes Brennstoffzellensystem ersichtlich wird, kann diese nun nicht nur von einem einzigen Servicetechniker im Vergleich zu einem Team von Fachpersonal bei bekanntem Stand der Technik erfolgen, es sind auch keine speziell ausgebildeten

Fachpersonen mehr notwendig, um eine Funktionsprüfung durchzuführen. Darüber hinaus ist die Funktionsprüfung in Form der Prüfvorrichtung in das jeweilige Brennstoffzellensystem integriert und kann insbesondere auch auf dort bereits vorhandene Sensoren zurückgreifen. Neben der Reduktion der Komplexität führt dies zu einer deutlichen Reduktion des Kostenaufwandes bei der Pflege und Wartung des Betriebs von Brennstoffzellensystemen, insbesondere hinsichtlich des Kosten- und Personalaufwandes beim Austausch eines Brennstoffzellenstapels.

Dabei ist noch darauf hinzuweisen, dass stationär betriebene Brennstoffzellensysteme selbstverständlich auch zwei oder mehr Brennstoffzellenstapel aufweisen können, je nachdem, welche elektrische Leistung benötigt wird. Das erfindungsgemäße Konzept der trennbaren Verbindungen zwischen dem wenigstens einen Brennstoffzellenstapel und den zugehörigen Gegen-Schnittstellen, kann dabei auf eine beliebig große Anzahl von Brennstoffzellenstapeln innerhalb eines Brennstoffzellensystems angewendet werden.

Neben einem reinen Prüfen kann auch ein Aufzeichnen der Prüfparameter, also zum Beispiel eines Prüfdrucks, der Haltezeit oder gemessener Elektroparameter erfolgen. Dies ermöglicht eine Protokollierung der Prüfergebnisse in qualitativer oder sogar quantitativer Weise. Auch kann eine weiterführende Auswertung der erfassten Parameter erfolgen, um zum Beispiel eine Früherkennung von Defekten durchzuführen.

Es kann von Vorteil sein, wenn bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem die wenigstens eine Prüfvorrichtung als Druck-Prüfvorrichtung ausgebildet ist, für eine Funktionsprüfung in Form einer Dichtigkeitsprüfung des wenigstens einen Brennstoffzellenstapels. Wie bereits erläutert worden ist, ist insbesondere eine Dichtigkeitsprüfung hinsichtlich der Funktionalität im Betrieb des Brennstoffzellensystems wichtig. So soll verhindert werden, dass Gase innerhalb des Brennstoffzellensystems in unerwünschter Weise das Brennstoffzellensystem in die Umgebung verlassen. Dies gilt insbesondere für brennbare Brennstoffe, wie beispielsweise wasserstoffhaltiges oder methanhaltiges Brenngas. Um dies zu gewährleisten, ist bei dieser Ausführungsform die Prüfvorrichtung als Druck-Prüfvorrichtung ausgebildet und dient dazu, die Funktionsprüfung in Form einer Druckdichtigkeitsprüfung durchzuführen. Dies kann in unterschiedlicher Weise erfolgen. Beispielsweise kann ein Prüfdruck angelegt werden, und bestimmt werden, welcher Energieaufwand und/oder welche Volumenströme notwendig sind, um den angelegten Prüfdruck konstant zu halten.

Überschreitet der Energieaufwand und/oder der Volumenstrom einen definierten Grenzwert, so liegt dies mit hoher Wahrscheinlichkeit an einer Leckage mit einem Druckverlust in unerwünscht großer Höhe. Dies lässt auf eine undichte Ausbildung der fluidkommunizierenden Verbindungen und/oder eine entsprechende Leckage innerhalb des neuen Brennstoffzellenstapels schließen, sodass diese Information auch dem Servicetechniker ohne Fachinformationen für eine drucktechnische Ausbildung gegeben werden kann. In umgekehrter Weise kann bei einem positiv verlaufenen Druckdichtigkeitstest die Inbetriebnahme des Brennstoffzellensystems nach dem Austausch des Brennstoffzellenstapels weiterverfolgt und/oder freigegeben werden.

Weitere Vorteile sind erzielbar, wenn bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem die Druck-Prüfvorrichtung einen Anoden-Prüfanschluss an die Gegen-Anodenzuführschnittstelle oder die Gegen-Anodenabführschnittstelle und/oder einen Kathoden-Prüfanschluss an die Gegen-Kathodenzuführschnittstelle oder die Gegen-Kathodenabführschnittstelle aufweist. Bevorzugt sind ein Anoden-Prüfanschluss und ein Kathoden-Prüfanschluss vorgesehen, um auf beiden Seiten der jeweiligen Membran aller Brennstoffzellen im Brennstoffzellenstapel die gewünschte Druckprüfung, insbesondere unabhängig voneinander, durchzuführen. Handelt es sich bei den Membranen innerhalb des Brennstoffzellenstapels um elastisch verformbare Materialien, so ist es von besonderem Vorteil, auf beiden Seiten, also sowohl für den Anodenabschnitt als auch den Kathodenabschnitt, die Druckdichtigkeitsprüfung vorzusehen, um eine einseitige, unerwünschte Belastung der flexiblen Membran, welche zu einer mechanischen Beschädigung führen könnte, mit hoher Sicherheit zu verhindern.

Ebenfalls vorteilhaft ist es, wenn bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem die Druck-Prüfvorrichtung eine Kompressorvorrichtung zum Erzeugen eines Prüfdrucks aufweist. Wie bereits erläutert worden ist, kann dieser Prüfdruck zum Beispiel über eine definierte Zeit gehalten werden, wobei überwacht wird, mit welcher Leistung und/oder mit welchem Volumenstrom das Halten eines stabilen Druckniveaus einhergeht. Je höher der Aufwand ist, um das Druckniveau stabil zu halten, mit umso höherer Wahrscheinlichkeit ist von einer Leckage auszugehen. Es ist jedoch auch möglich, dass der Prüfdruck einmalig angelegt wird und über eine definierte Haltezeit bei ausgeschaltetem Kompressor der Druckabfall überwacht wird. Auch auf diese Weise kann erkannt werden, wenn der Druckabfall zu schnell erfolgt, dass mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Leckage gegeben ist. Auch hier ist bereits

gut zu erkennen, dass die Bewertung der Funktionsprüfung in sehr einfacher Weise durch den Vergleich mit einem oder mehreren Vorgabewerten, zum Beispiel Grenzwerten für die Druckhaltezeit, benötigte Volumenströme oder Kompressorleistungen, erfolgen kann. Dies ist bevorzugt in ein später noch erläutertes Prüfverfahren integriert, sodass der Servicetechniker nach dem erfolgten Austausch des Brennstoffzellenstapels eine sehr einfache qualitative Aussage erhält, ob die Funktionsprüfung erfolgreich war oder nicht. Auch andere Druckquellen, beispielsweise Druckflaschen oder ähnliches sind grundsätzlich denkbar.

Weitere Vorteile bringt es mit sich, wenn bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem die Druck-Prüfvorrichtung wenigstens eine Druck-Sensorvorrichtung aufweist, für eine Erfassung des Innendrucks im Anodenabschnitt und/oder im Kathodenabschnitt des Brennstoffzellenstapels. Dabei sind insbesondere zwei Druck-Sensorvorrichtungen vorgesehen, um beide Abschnitte des Brennstoffzellenstapels zu überwachen. Dies kann sowohl für eine Haltefunktionalität mit laufender Kompressorvorrichtung oder aber auch mit einem eingestellten Prüfdruck und einer Haltezeit Vorteile mit sich bringen, da eine definierte Information über den jeweiligen Innendruck erhalten werden kann. Darüber hinaus sind diese Druck-Sensorvorrichtungen nicht Teil des Brennstoffzellenstapels, welcher ausgetauscht worden ist, sondern Teil des Brennstoffzellensystems, sodass für die Durchführung des Druckdichtigkeitstests keine Kalibrierung dieser Sensorvorrichtungen stattfinden muss. Vielmehr bleiben sie Teil des Brennstoffzellensystems und können auf jeden neuen Brennstoffzellenstapel nach dem Austausch in bereits vorhandener und kalibrierter Weise angewendet werden.

Ebenfalls Vorteile bringt es mit sich, wenn bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem die wenigstens eine Prüfvorrichtung als Elektro-Prüfvorrichtung ausgebildet ist, für eine Funktionsprüfung in Form einer Elektrofunktionsprüfung des wenigstens einem Brennstoffzellenstapels. Grundsätzlich ist es vorteilhaft, wenn jede Funktionsprüfung, welche mit einem erhöhten Fachwissen beim Servicetechniker beim Austausch des Brennstoffzellenstapels einhergeht, automatisiert oder teilautomatisiert durch eine Prüfvorrichtung, integriert in das Brennstoffzellensystem, durchgeführt wird. Neben der Druckdichtigkeitsprüfung ist insbesondere die hier erläuterte Elektrofunktionalitätsprüfung zu erwähnen. Dabei kann diese Prüfung alternativ oder vorzugsweise zusätzlich zur, in den voranstehenden Absätzen erläuterten, Druckprüfung durchgeführt werden. Selbstverständlich sind auch weitere Testverfahren zur

Funktionsprüfung, wie beispielsweise die später noch erwähnte Montageprüfung oder aber auch Prüfungen aus elektrochemischer Sicht, grundsätzlich im Rahmen der vorliegenden Erfindung denkbar.

Weitere Vorteile werden erzielt, wenn bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem die Elektro-Prüfvorrichtung wenigstens eine Elektro-Sensorvorrichtung aufweist, insbesondere zur Bestimmung wenigstens eines der folgenden Elektroparameter:

- elektrischer Widerstand
- elektrische Impedanz

Bei der voranstehenden Aufzählung handelt es sich um eine nicht abschließende Liste. Auch hier sind die entsprechenden Elektro-Sensorvorrichtungen wieder in das Brennstoffzellensystem integriert und werden damit insbesondere nicht mit einem Brennstoffzellenstapel ausgetauscht. Erfolgt also der Austausch und Ersatz durch einen neuen Brennstoffzellenstapel, so können die ursprünglichen Elektro-Sensorvorrichtungen des Brennstoffzellensystems in der vorhandenen und kalibrierten Weise auch automatisch wieder für den neu hinzugefügten Brennstoffzellenstapel eingesetzt werden. Auch ist es auf diese Weise besonders einfach, zusätzliche Anschlüsse an den Elektro-Sensorvorrichtungen, wie beispielsweise den Anschluss an eine Erdung des Brennstoffzellensystems, beizubehalten, und nicht den Servicetechniker beim Austausch des Brennstoffzellenstapels durchführen zu lassen. Die Bestimmung der Elektroparameter kann insbesondere an einzelnen Anschlusspunkten des Brennstoffzellenstapels erfolgen und/oder bevorzugt gegenüber einer Erdung.

Darüber hinaus kann es von Vorteil sein, wenn bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem die Elektro-Prüfvorrichtung einen Elektro-Prüfanschluss in elektrisch leitender Verbindung mit dem Gegen-Elektroanschluss aufweist. Ein solcher Elektro-Prüfanschluss mit Integration in den Gegen-Elektroanschluss, führt zu einer noch weiter verstärkten Integration der Elektro-Prüfvorrichtung in das Brennstoffzellensystem. Der Elektro-Prüfanschluss kann dabei insbesondere schaltbar ausgebildet sein, sodass er in einer normalen Betriebssituation des Brennstoffzellensystems ausgeschaltet wird, um insbesondere eine vollständige galvanische Tren-

nung zwischen der Elektro-Prüfvorrichtung und dem Gegen-Elektroanschluss gewährleisten zu können.

Ebenfalls von Vorteil kann es sein, wenn bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem wenigstens ein Montagekörper vorgesehen ist, wobei der wenigstens eine Brennstoffzellenstapel wenigstens eine trennbare Montageschnittstelle aufweist, in mechanischer Verbindung mit wenigstens einer Gegen-Montageschnittstelle des Montagekörpers in einer Betriebsposition. Neben der grundsätzlichen Funktionsprüfung kann auch eine grundlegendere Funktionsprüfung durchgeführt werden. Beispielsweise kann die Korrelation aus der hier beschriebenen Montageschnittstelle und der Gegen-Montageschnittstelle eine Betriebsposition definieren, die eine eindeutige Relativpositionierung des Brennstoffzellenstapels, beispielsweise zum Gehäuse des Brennstoffzellensystems, festlegt und vordefiniert. Dies führt insbesondere dazu, dass beim Durchführen der Montageschritte automatisch eine fluidkommunizierende Kontaktierung der erläuterten Fluidschnittstellen am Anodenabschnitt und am Kathodenabschnitt sowie eine elektrisch leitende Verbindung am Elektroanschluss ausgebildet wird. Mit anderen Worten sind die Montageschnittstellen dafür da, in führender Weise alle Funktionsschnittstellen für den Betrieb des Brennstoffzellenstapels automatisch mit auszubilden, wodurch die Fehlmontagewahrscheinlichkeit deutlich reduziert werden kann.

Vorteilhaft ist es, wenn bei einem Brennstoffzellensystem gemäß dem voranstehenden Absatz die wenigstens eine Prüfvorrichtung als Montage-Prüfvorrichtung ausgebildet ist, für eine Funktionsprüfung in Form einer Montage-Sicherheitsprüfung des wenigstens einen Brennstoffzellenstapels. Beispielsweise ist es möglich, mechanische Sensoren oder mechanische Relativpositionierungserkennungen durchzuführen, sodass sichergestellt werden kann, dass beispielsweise Montagemittel an der jeweiligen Montageschnittstelle in die gewünschte Position und in die gewünschte Montagekorrelation gebracht worden sind. Dies ist insbesondere korreliert mit einer Vorprüfung, sodass beispielsweise zuerst die Montagesicherheit abgeprüft wird, bevor anschließend die elektrische und/oder die drucktechnische Sicherheit überprüft wird. Dies dient insbesondere dazu, dass Anlegen eines Drucks oder elektrischer Spannung zu vermeiden, wenn bereits die Montagesicherheit zu einem Negativergebnis gelangt ist.

Darüber hinaus kann es von Vorteil sein, wenn bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem die Gegen-Anodenzuführschnittstelle, die Gegen-Anodenabführschnittstelle, die Gegen-Kathodenzuführschnittstelle und die Gegen-Kathodenabführschnittstelle ein Sperrventil aufweisen, für ein fluiddichtes Absperren der jeweiligen Schnittstelle. Dies erlaubt es, vor dem Austausch eines Brennstoffzellenstapels, diesen komplett vom Brennstoffzellensystem zu trennen. Ist ein Brennstoffzellensystem beispielsweise mit zwei oder deutlich mehr Brennstoffzellenstapeln ausgestattet, so können diese Sperrventile in den fluidkommunizierenden Verbindungen zum auszutauschenden Brennstoffzellenstapel gesperrt werden und der Rest des Brennstoffzellensystems weiterbetrieben werden. Durch dieses Absperren ist es also möglich, im weiterlaufenden Betrieb des Brennstoffzellensystems einen Austausch und darüber hinaus auch die beschriebenen Funktionsprüfungen bei dem auszutauschenden Brennstoffzellenstapel durchzuführen.

Von Vorteil ist es weiter, wenn bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem wenigstens zwei Brennstoffzellenstapel vorgesehen sind. Wie bereits im voranstehenden Absatz erläutert worden ist, kann auf diese Weise ein beliebig großes System für unterschiedlichste benötigte elektrische Leistungen zur Verfügung gestellt werden. Wird ein solches großes Brennstoffzellensystem darüber hinaus mit den bereits erläuterten Sperrventilen ausgestattet, so ist auch ein Austausch von Brennstoffzellenstapeln möglich, wenn die weiteren Brennstoffzellenstapel und damit das Brennstoffzellensystem weiter betrieben werden und fortlaufend elektrischer Strom erzeugt wird.

Ebenfalls Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Prüfverfahren für eine Funktionsprüfung eines neu eingesetzten Brennstoffzellenstapels in einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem. Ein solches Prüfverfahren zeichnet sich durch die folgenden Schritte aus:

- Erfassen eines Austauschs wenigstens eines Brennstoffzellenstapels,
- Durchführen wenigstens einer Funktionsprüfung mit der Prüfvorrichtung.

Ein erfindungsgemäßes Prüfverfahren bringt die gleichen Vorteile mit sich, wie sie ausführlich mit Bezug auf ein erfindungsgemäßes Brennstoffzellensystem erläutert worden sind. Das Erfassen des Austauschs kann in automatischer und/oder manueller Weise erfolgen. Beispielsweise kann beim Austausch das Fehlen des Brennstoff-

zellenstapels in temporärer Weise erkannt werden, sodass durch den Anschluss des neuen Brennstoffzellenstapels, dies als beendeter Austausch erfasst wird und damit die Funktionsprüfung ausgelöst wird. Jedoch ist grundsätzlich auch ein manuelles Starten einer Funktionsprüfung möglich, welches insbesondere in sicherheitsrelevanter Weise erfolgen muss, bevor eine Inbetriebnahme dieses Brennstoffzellenstapels und/oder des gesamten Brennstoffzellensystems stattfinden kann. Insbesondere wird es also möglich, dass ein einzelner Servicetechniker einen Brennstoffzellenstapel austauscht und in automatisierter Weise ein oder mehrere Funktionsprüfungen durchgeführt werden. Dies kann auch als „plug and run“ bezeichnet werden, da ohne tiefergehende technische Kenntnisse hinsichtlich der drucktechnischen Installation, der elektrotechnischen Funktionalität oder weiteren Montagedetails, eine sichere Inbetriebnahme des neuen Brennstoffzellenstapels möglich ist.

Alternativ oder zusätzlich ist es auch möglich das Prüfverfahren auch ohne einen Austausch eines Brennstoffzellenstapels durchzuführen. Erfolgt beispielsweise ein Transport zu einem Einsatzort des Brennstoffzellensystems, so kann durch den Transport, zum Beispiel resultierend aus Vibrationen, ein Defekt aus elektrischer oder drucktechnischer Sicht entstehen. Daher kann ein erfindungsgemäßes Prüfverfahren auch nach einem Transport angewendet werden, um die Betriebssicherheit in der beschriebenen Weise zu prüfen und zu gewährleisten.

Weitere Vorteile sind erzielbar, wenn bei einem erfindungsgemäßen Prüfverfahren die wenigstens eine Funktionsprüfung zumindest einmal wiederholt wird, insbesondere nach einer vorgegebenen Wartezeit. Während bereits grundsätzlich eine vorgegebene Wartezeit für die erste Durchführung einer Funktionsprüfung vorgegeben sein kann, kann es Vorteile mit sich bringen, wenn ein und dieselbe Funktionsprüfung mehrfach durchgeführt wird. Dies gilt insbesondere dann, wenn eine Funktionsprüfung beim ersten Durchlauf zu einem negativen Ergebnis gekommen ist. Beispielsweise kann es zu einer Undichtigkeitssituation kommen, wenn ein Brennstoffzellenstapel noch nicht auf die nötige Temperatur gebracht ist, insbesondere noch ein großer Temperaturunterschied zwischen den sich gegenseitig kontaktierenden Materialien im Anodenabschnitt und im Kathodenabschnitt besteht. So kann eine Wartezeit dazu führen, dass ein Angleichen der Temperaturunterschiede stattfindet und dementsprechend eine anfänglich vorhandene Undichtigkeit sich durch die Temperaturanpassung wieder ausgleicht.

Weitere Vorteile kann es mit sich bringen, wenn bei dem nachfolgenden Durchlauf der Funktionsprüfung beispielsweise mit einem erhöhten Druck gearbeitet wird. So kann zum Beispiel die Druckdichtigkeitsprüfung im ersten Schritt mit einem niedrigen Druck durchgeführt werden, um sicherzustellen, dass zumindest eine erste Mindestanforderung erfüllt ist. Erst in einem zweiten Schritt und bei einem zweiten Durchlauf dieser Funktionsprüfung wird nun mit dem gewünschten definierten Prüfdruck gearbeitet, welcher höher als der Vordruck im ersten Durchlauf ist, um sicherzustellen, dass nicht bei einer vorhandenen Leckage ein sofortiges Anlegen des hohen Prüfdrucks zu einer mechanischen Beschädigung einzelner Komponenten des Brennstoffzellenstapels oder sogar des Brennstoffzellensystems führen würde.

Ebenfalls von Vorteil ist es, wenn bei einem erfindungsgemäßen Prüfverfahren die Prüfvorrichtung am Ende der Funktionsprüfung ein Funktionssignal als Ergebnis der Funktionsprüfung ausgibt. Ein solches Funktionssignal ist insbesondere qualitativ ausgebildet und weist ein positives Prüfungsergebnis oder ein negatives Prüfungsergebnis auf. Selbstverständlich sind auch quantitative Inhalte in einem solchen Prüfungsergebnis als Funktionssignal denkbar, um insbesondere einen Hinweis zu geben, an welcher Stelle der Servicetechniker möglicherweise eine Fehlersuche beginnen kann. So kann beispielsweise ein quantitativer Hinweis gegeben werden, bei welchem Druck oder nach welcher Haltezeit die Leckage bei einem Druckdichtigkeitstest erfolgt ist.

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:

- Fig. 1 eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems,
- Fig. 2 die Ausführungsform der Figur 1 während des Austausches eines Brennstoffzellenstapels,
- Fig. 3 die Durchführung mehrerer Funktionsprüfungen nach dem Austausch des Brennstoffzellenstapels,
- Fig. 4 eine weitere Ausführungsform eines Brennstoffzellensystems,

Fig. 5 eine weitere Ausführungsform eines Brennstoffzellensystems,

Fig. 6 eine weitere Ausführungsform eines Brennstoffzellensystems.

In Figur 1 ist schematisch ein Brennstoffzellensystem 10 dargestellt, welches in einem stationären Betrieb elektrischen Strom erzeugen soll. Um dies zu gewährleisten, ist wenigstens ein Brennstoffzellenstapel 100 zur Verfügung gestellt, welcher hier schematisch einen Anodenabschnitt 120 und einen Kathodenabschnitt 130 aufweist. Durch die stapelförmige Anordnung einzelner Brennstoffzellen im Brennstoffzellenstapel 100 weist selbstverständlich jede dieser Brennstoffzellen einen eigenen Anodenabschnitt 120 und einen eigenen Kathodenabschnitt 130 auf, wobei jedoch die fluidtechnische Verbindung in den Brennstoffzellenstapel 100 integriert ist. Damit kann für alle Anodenabschnitte und alle Kathodenabschnitte eine gemeinsame fluidtechnische Anbindung, wie nachfolgend erläutert, erfolgen.

Um die elektrochemische Reaktion innerhalb des Brennstoffzellenstapels 100 zum Erzeugen von elektrischem Strom durchzuführen, ist eine Gasversorgung und eine Gasentsorgung benötigt. Dafür ist hier der Anodenabschnitt 120 mit einem Anodenzuführabschnitt 122 ausgestattet, um Anodenzuführgas AZG als Brenngas zuzuführen. Um die elektrochemische Reaktion zu vervollständigen, wird auf der Seite des Kathodenabschnitts 130 über einen Kathodenzuführabschnitt 132 Kathodenzuführgas KZG zugeführt. Nach erfolgter elektrochemischer Reaktion innerhalb des Brennstoffzellenstapels 100 werden die entstehenden Abgase als Anodenabgas AAG aus dem Anodenabschnitt 120 über den Anodenabführabschnitt 124 und das Kathodenabgas KAG über den Kathodenabführabschnitt 134 abgeführt.

Bei einem stationär betriebenen Brennstoffzellensystem 10, wie es die Figur 1 zeigt, ist nach einer definierten und vorgegebenen Betriebsdauer von beispielsweise 5 bis 10 Jahren der Brennstoffzellenstapel 100 auszutauschen und zu ersetzen. Dies kann zum Beispiel an erfolgter Korrosion und Verschleiß einzelner elektrochemischer Bestandteile, insbesondere der integrierten Membranen, liegen. Jedoch sind auch ungeplante Austauschsituationen, beispielsweise durch das Ersetzen eines Brennstoffzellenstapels 100, mit deutlich effizienterer Betriebsweise denkbar.

Um einen solchen Austausch des Brennstoffzellenstapels 100, gleich aus welchem Grund, nun möglichst einfach durchführen zu können, ist das Brennstoffzellensystem 10 der Figur 1 mit trennbaren Schnittstellen ausgestattet. Über die Fluidschnittstellen

sind hier die Gase dem Brennstoffzellenstapel 100 zuführbar und von diesem abführbar. Im Einzelnen ist der Anodenzuführabschnitt 122 mit einer Schnittstellenkorrelation aus Anodenzuführschnittstelle 123 und Gegen-Anodenzuführschnittstelle 23 ausgestattet. In gleicher Weise weist der Anodenabführabschnitt 124 eine Anodenabführschnittstelle 125 trennbar in fluidkommunizierender Verbindung mit einer Gegen-Anodenabführschnittstelle 25 auf. Auch auf der Seite des Kathodenabschnitts ist der Kathodenzuführabschnitt 132 mit einer Kathodenzuführschnittstelle 133 ausgestattet, welche eine trennbare fluidkommunizierende Verbindung zur Gegen-Kathodenzuführschnittstelle 33 ausbildet. Parallel ist auch der Kathodenabführabschnitt 134 mit einer entsprechenden Kathodenabführschnittstelle 135 in trennbarer, fluidkommunizierender Verbindung mit der Gegen-Kathodenabführschnittstelle 35 ausgestattet. Diese vier Fluidschnittstellen können nun für den Austausch des Brennstoffzellenstapels 100 getrennt werden. Um dies durchzuführen, wird vorzugsweise vorher ein Sperren der hier dargestellten Sperrventile 70 durchgeführt, um ein fluiddichtes Abtrennen vor dem Entfernen des Brennstoffzellenstapels 100 zu gewährleisten. In gleicher Weise kann mit Hilfe der Schaltmittel 80 ein elektrisches Trennen des Gegen-Elektroanschlusses 40 erfolgen. Insbesondere erfolgt dies bei allen Phasen des Gegen-Elektroanschlusses 40, jedoch zumindest bei einer Phase. Neben der elektrischen Sicherheit beim Austausch kann ein Mitmessen elektrischer Bauteile des Brennstoffzellensystems 10 vermieden werden.

Um auch die elektrisch leitende Verbindung möglichst einfach trennen und wiederherstellen zu können, ist im gleichen Konzept ein Elektroanschluss 140, hier zweiphasig ausgebildet, an dem Gegen-Elektroanschluss 40 vorgesehen. Dabei kann es sich zum Beispiel um eine einfache Steckverbindung handeln, welche getrennt und später mit dem neuen Brennstoffzellenstapel 100 wieder geschlossen werden kann.

In der Figur 1 sind zusätzlich noch zwei Prüfvorrichtungen 50 dargestellt. Dabei handelt es sich zum einen um die Elektro-Prüfvorrichtung 57 und zum anderen um die Druck-Prüfvorrichtung 52, welche in den nachfolgenden Figuren noch näher erläutert werden.

Wird nun ein Austausch des Brennstoffzellenstapels 100 gewünscht, so werden die beschriebenen Sperrventile 70 in einen Sperrzustand gebracht. Sobald dies erfolgt ist, können die genannten Fluidschnittstellen sowie die Elektroschnittstellen getrennt werden und der Brennstoffzellenstapel 100 entfernt werden. Anschließend ist eine

Situation erreicht, wie sie die Figur 2 zeigt, nämlich mit einem Brennstoffzellensystem 10 mit entferntem Brennstoffzellenstapel 100. Sobald nun der neue Brennstoffzellenstapel 100 in seine Betriebsposition BP gebracht worden ist, wie dies die Figur 3 zeigt, wird nun nicht sofort der Betrieb des Brennstoffzellensystems 10 wieder aufgenommen, sondern es werden hier zwei Funktionsprüfungen durchgeführt. Bei der ersten Funktionsprüfung handelt es sich um den Einsatz der Prüfvorrichtung 50 in Form der Druck-Prüfvorrichtung 52. Mithilfe einer Kompressorvorrichtung 55 können Prüfdrücke PD, welche vorzugsweise identisch oder im Wesentlichen identisch groß sind, auf den Anodenabschnitt 120 über den Anoden-Prüfanschluss 53 und auf den Kathodenabschnitt 130 über den Kathoden-Prüfanschluss 54 aufgebracht werden. Sobald der definierte Prüfdruck PD durch den Kompressor 55 erreicht worden ist, wird der Kompressor ausgeschaltet und mithilfe der beiden Druck-Sensorvorrichtungen 56 überwacht, wie lange der Prüfdruck PD gehalten wird beziehungsweise über welche Dauer und mit welchem Gradienten er sich reduziert. Je länger der Prüfdruck gehalten wird beziehungsweise je langsamer der Prüfdruck fällt, umso höher ist die Dichtigkeit. Hier kann ein sehr einfacher Grenzwert gegeben werden, beispielsweise die Zeit, über welche ein Mindestprüfdruck gehalten werden muss, um eine einfache und schnelle, und vor allem eindeutige, Bewertung des Prüferfolges definieren zu können.

Zusätzlich oder alternativ kann bei der Figur 3 auch ein elektrischer Test durchgeführt werden. Hierfür ist die Elektro-Prüfvorrichtung 57 vorgesehen und ist mit einem Elektro-Prüfanschluss 59 an den Gegen-Elektroanschluss 40 gekoppelt. Mithilfe einer Elektro-Sensorvorrichtung 58 können hier elektrische Parameter aus dem Brennstoffzellenstapel 100 überwacht und erfasst werden und ebenfalls eine ähnliche Funktionsbewertung durchgeführt werden. Die Figur 3 zeigt, dass nach der Durchführung der Funktionsprüfung ein Funktionssignal FS von der jeweiligen Prüfvorrichtung 50 ausgegeben wird. Dieses Ausgeben kann an den Servicetechniker erfolgen, sodass dieser in quantitativer und/oder qualitativer Weise eine Information über die Funktionssicherheit nach dem Austausch erhält. Jedoch ist zusätzlich oder alternativ auch die Ausgabe des Funktionssignals an eine Kontrollvorrichtung des Brennstoffzellensystems 10 möglich, sodass deren Betrieb nur dann startet oder aber automatisch startet, wenn die automatisiert erfolgte Funktionsprüfung auch erfolgreich war.

Die Figuren 4, 5 und 6 zeigen weitere Ausführungsformen eines solchen Brennstoffzellensystems 10. Bei der Figur 4 ist eine Variante gemäß der Figur 1 dargestellt, je-

doch ohne eine Elektro-Prüfvorrichtung. Die Figur 5 zeigt alternativ dazu die Ausführungsform der Figur 1, jedoch ohne eine Druck-Prüfvorrichtung 52.

In der Figur 6 wurde die Ausführungsform der Figur 1 um eine weitere Prüfvorrichtung 50 in Form einer Montage-Prüfvorrichtung 51 ergänzt. Hier ist das Brennstoffzellensystem 10 mit einem Montagekörper 60 ausgestattet, wobei dieser Montagekörper 60 hier eine Montagemöglichkeit des Brennstoffzellenstapels 100 zur Verfügung stellt. Dafür greifen Montageschnittstellen 162 des Brennstoffzellenstapels 100 in Gegen-Montageschnittstellen 62 des Montagekörpers 60 ein. Über nicht näher dargestellte mechanische oder elektronische Sensormittel ist es möglich, eine erfolgreiche Montage von einer nicht erfolgreichen Montage zu unterscheiden. Insbesondere erfolgt hier die Montageprüfung mithilfe der Montage-Prüfvorrichtung 51 vor der Durchführung weiterer Funktionsprüfungen.

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

Bezugszeichenliste

10	Brennstoffzellensystem
23	Gegen-Anodenzuführschnittstelle
25	Gegen-Anodenabführschnittstelle
33	Gegen-Kathodenzuführschnittstelle
35	Gegen-Kathodenabführschnittstelle
40	Gegen-Elektroanschluss
50	Prüfvorrichtung
51	Montage-Prüfvorrichtung
52	Druck-Prüfvorrichtung
53	Anoden-Prüfanschluss
54	Kathoden-Prüfanschluss
55	Kompressorvorrichtung
56	Druck-Sensorvorrichtung
57	Elektro-Prüfvorrichtung
58	Elektro-Sensorvorrichtung
59	Elektro-Prüfanschluss
60	Montagekörper
62	Gegen-Montageschnittstelle
70	Sperrventil
80	Schaltmittel

100	Brennstoffzellenstapel
120	Anodenabschnitt
122	Anodenzuführabschnitt
123	Anodenzuführschnittstelle
124	Anodenabführabschnitt
125	Anodenabführschnittstelle
130	Kathodenabschnitt
132	Kathodenzuführabschnitt
133	Kathodenzuführschnittstelle
134	Kathodenabführabschnitt
135	Kathodenabführschnittstelle
140	Elektroanschluss
162	Montageschnittstelle

AZG Anodenzuführgas
AAG Anodenabgas
KZG Kathodenzuführgas
KAG Kathodenabgas
PD Prüfdruck
BP Betriebsposition
FS Funktionssignal

Patentansprüche

1. Brennstoffzellensystem (10) für einen stationären Betrieb zum Erzeugen von elektrischem Strom, aufweisend wenigstens einen Brennstoffzellenstapel (100) mit einem Anodenabschnitt (120) und einem Kathodenabschnitt (130), der Anodenabschnitt (120) aufweisend einen Anodenzuführabschnitt (122) für ein Zuführen von Anodenzuführgas (AZG) und einen Anodenabführabschnitt (124) für ein Abführen von Anodenabgas (AAG), der Kathodenabschnitt (130) aufweisend einen Kathodenzuführabschnitt (132) für ein Zuführen von Kathodenzuführgas (KZG) und einen Kathodenabführabschnitt (134) für ein Abführen von Kathodenabgas (KAG), **dadurch gekennzeichnet, dass** der wenigstens eine Brennstoffzellenstapel (100) einen trennbaren Elektroanschluss (140) aufweist in elektrisch leitender Verbindung mit einem Gegen-Elektroanschluss (40) des Brennstoffzellensystems (10) zur Aufnahme des erzeugten elektrischen Stroms, wobei der Anodenzuführabschnitt (122) eine trennbare Anodenzuführschnittstelle (123) in fluidkommunizierender Verbindung mit einer Gegen-Anodenzuführschnittstelle (23) des Brennstoffzellensystems (10), der Anodenabführabschnitt (124) eine trennbare Anodenabführschnittstelle (125) in fluidkommunizierender Verbindung mit einer Gegen-Anodenabführschnittstelle (25) des Brennstoffzellensystems (100), der Kathodenzuführabschnitt (132) eine trennbare Kathodenzuführschnittstelle (133) in fluidkommunizierender Verbindung mit einer Gegen-Kathodenzuführschnittstelle (33) des Brennstoffzellensystems (10) und der Kathodenabführabschnitt (134) eine trennbare Kathodenabführschnittstelle (135) in fluidkommunizierender Verbindung mit einer Gegen-Kathodenabführschnittstelle (35) des Brennstoffzellensystems (10) aufweist, wobei weiter der Gegen-Elektroanschluss (40), die Gegen-Anodenzuführschnittstelle (23), die Gegen-Anodenabführschnittstelle (25), die Gegen-Kathodenzuführschnittstelle (33) und/oder die Gegen-Kathodenabführschnittstelle (35) wenigstens eine Prüfvorrichtung (50) aufweist für eine Funktionsprüfung der jeweiligen Verbindung.
2. Brennstoffzellensystem (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Prüfvorrichtung (50) als Druck-Prüfvorrichtung (52) ausgebildet ist für eine Funktionsprüfung in Form einer Druckdichtigkeitsprüfung des wenigstens einen Brennstoffzellenstapels (100).

3. Brennstoffzellensystem (10) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druck-Prüfvorrichtung (52) einen Anoden-Prüfanschluss (53) an die Gegen-Anodenzuführschnittstelle (23) oder die Gegen-Anodenabführschnittstelle (25) und/oder einen Kathoden-Prüfanschluss (54) an die Gegen-Kathodenzuführschnittstelle (33) oder die Gegen-Kathodenabführschnittstelle (35) aufweist.
4. Brennstoffzellensystem (10) nach einem der Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druck-Prüfvorrichtung (52) eine Kompressorvorrichtung (55) zum Erzeugen eines Prüfdrucks (PD) aufweist.
5. Brennstoffzellensystem (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druck-Prüfvorrichtung (52) wenigstens eine Druck-Sensorvorrichtung (56) aufweist für eine Erfassung des Innendrucks im Anodenabschnitt (120) und/oder im Kathodenabschnitt (130) des Brennstoffzellenstapels (100).
6. Brennstoffzellensystem (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Prüfvorrichtung (50) als Elektro-Prüfvorrichtung (57) ausgebildet ist für eine Funktionsprüfung in Form einer Elektrofunktionsprüfung des wenigstens einen Brennstoffzellenstapels (100).
7. Brennstoffzellensystem (10) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Elektro-Prüfvorrichtung (57) wenigstens eine Elektro-Sensorvorrichtung (58) aufweist, insbesondere zur Bestimmung wenigstens eines der folgenden Elektroparameter:
 - Elektrischer Widerstand
 - Elektrische Impedanz
8. Brennstoffzellensystem (10) nach einem der Ansprüche 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Elektro-Prüfvorrichtung (57) einen Elektro-Prüfanschluss (59) in elektrisch leitender Verbindung mit dem Gegen-Elektroanschluss (40) aufweist.

9. Brennstoffzellensystem (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Montagekörper (60) vorgesehen ist, wobei der wenigstens eine Brennstoffzellenstapel (100) wenigstens eine trennbare Montageschnittstelle (162) aufweist in mechanischer Verbindung mit wenigstens einer Gegen-Montageschnittstelle (62) des Montagekörpers (60) in einer Betriebsposition (BP).
10. Brennstoffzellensystem (10) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Prüfvorrichtung (50) als Montage-Prüfvorrichtung (51) ausgebildet ist für eine Funktionsprüfung in Form einer Montagesicherheitsprüfung des wenigstens einen Brennstoffzellenstapels (100).
11. Brennstoffzellensystem (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gegen-Anodenzuführschnittstelle (23), die Gegen-Anodenabführschnittstelle (25), die Gegen-Kathodenzuführschnittstelle (33) und die Gegen-Kathodenabführschnittstelle (35) ein Sperrventil (70) aufweisen für ein fluiddichtes Absperren der jeweiligen Schnittstelle.
12. Brennstoffzellensystem (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens zwei Brennstoffzellenstapel (100) vorgesehen sind.
13. Prüfverfahren für eine Funktionsprüfung eines neu eingesetzten Brennstoffzellenstapels (100) in einem Brennstoffzellensystem (10) mit den Merkmalen eines der Ansprüche 1 bis 12, **gekennzeichnet durch** die folgenden Schritte:
 - Erfassen eines Austauschs wenigstens eines Brennstoffzellenstapels (100)
 - Durchführen wenigstens einer Funktionsprüfung mit der Prüfvorrichtung (50)
14. Prüfverfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Funktionsprüfung zumindest einmal wiederholt wird, insbesondere nach einer vorgegebenen Wartezeit.

15. Prüfverfahren nach einem der Ansprüche 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Prüfvorrichtung (50) am Ende der Funktionsprüfung ein Funktionssignal (FS) als Ergebnis der Funktionsprüfung ausgibt.

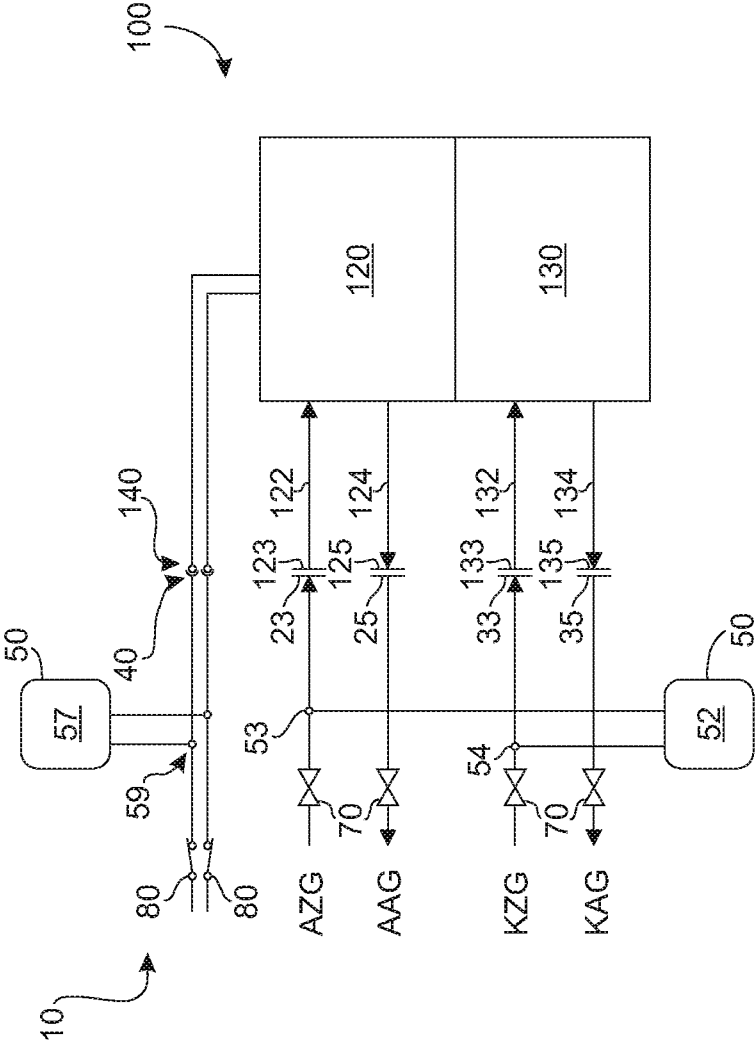


Fig. 1

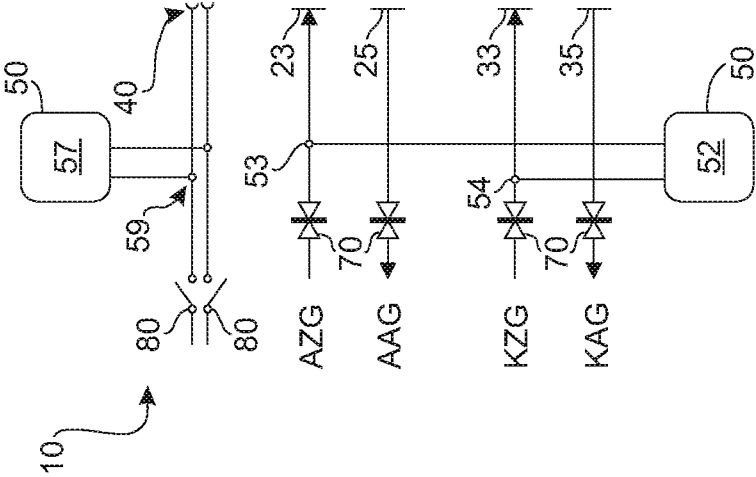


Fig. 2

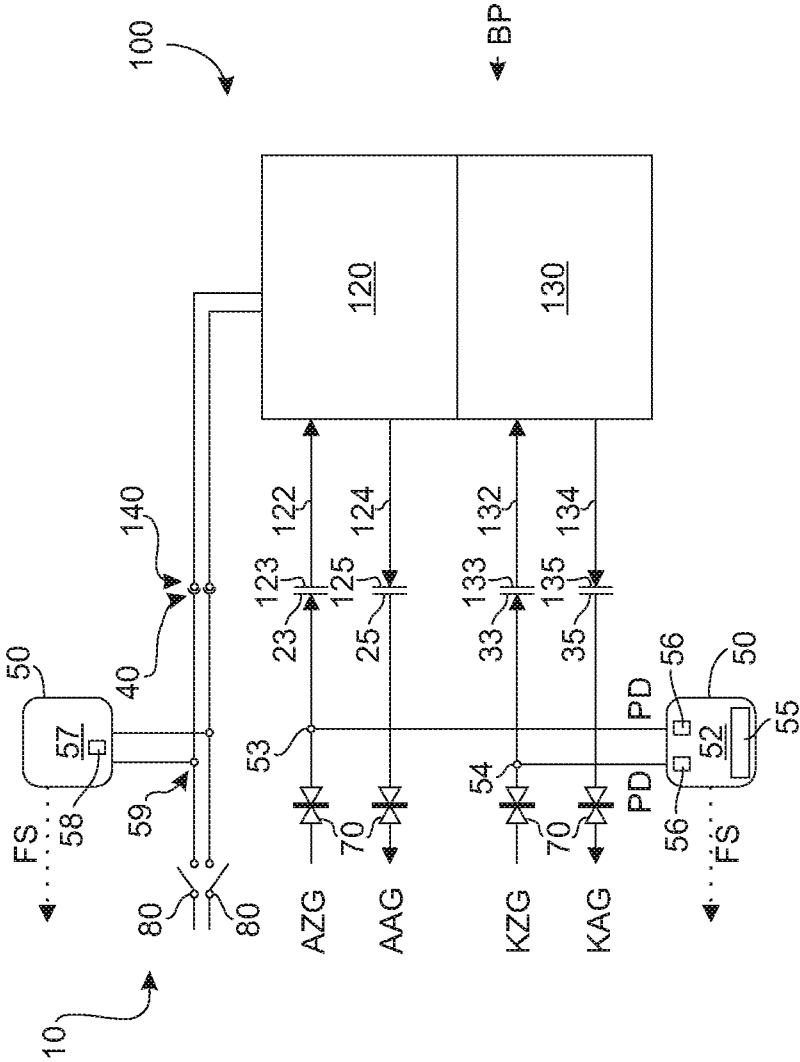


Fig. 3

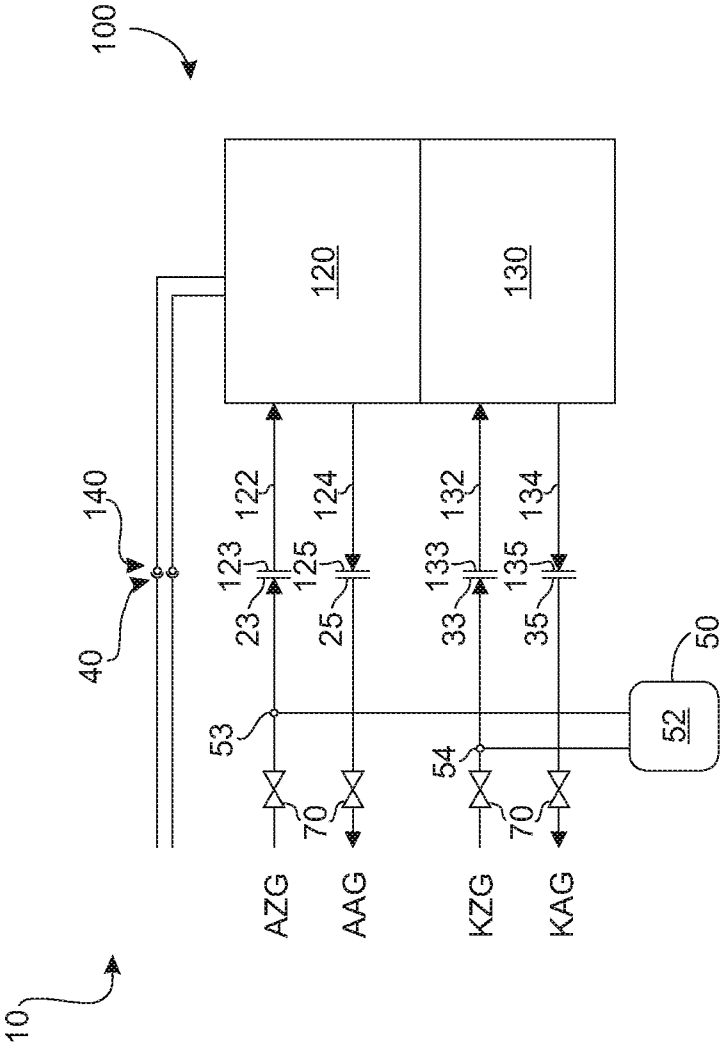


Fig. 4

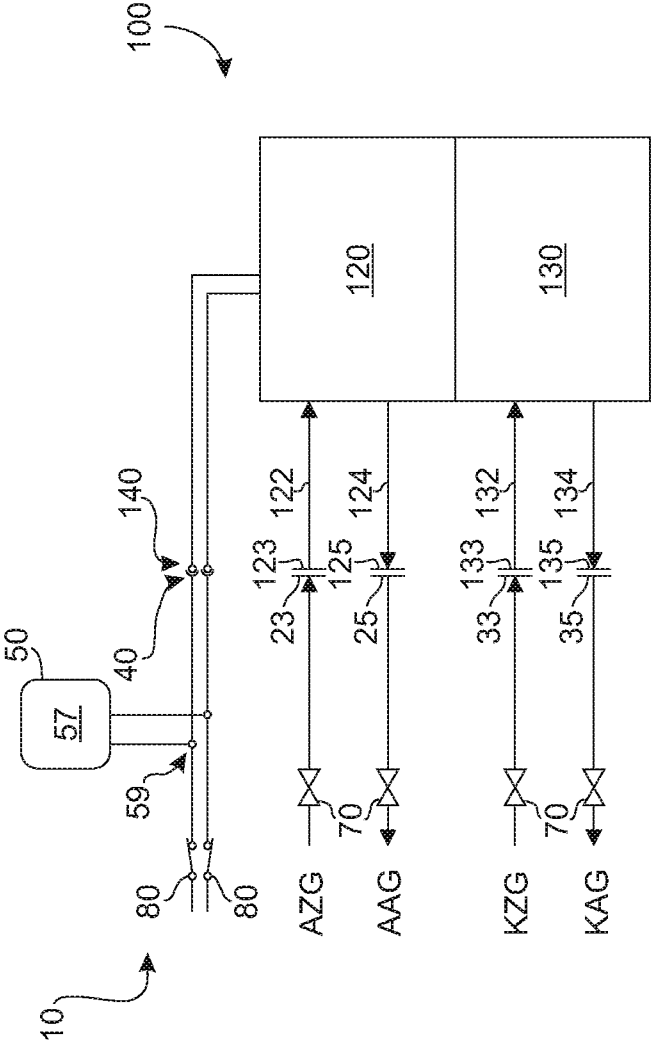


Fig. 5

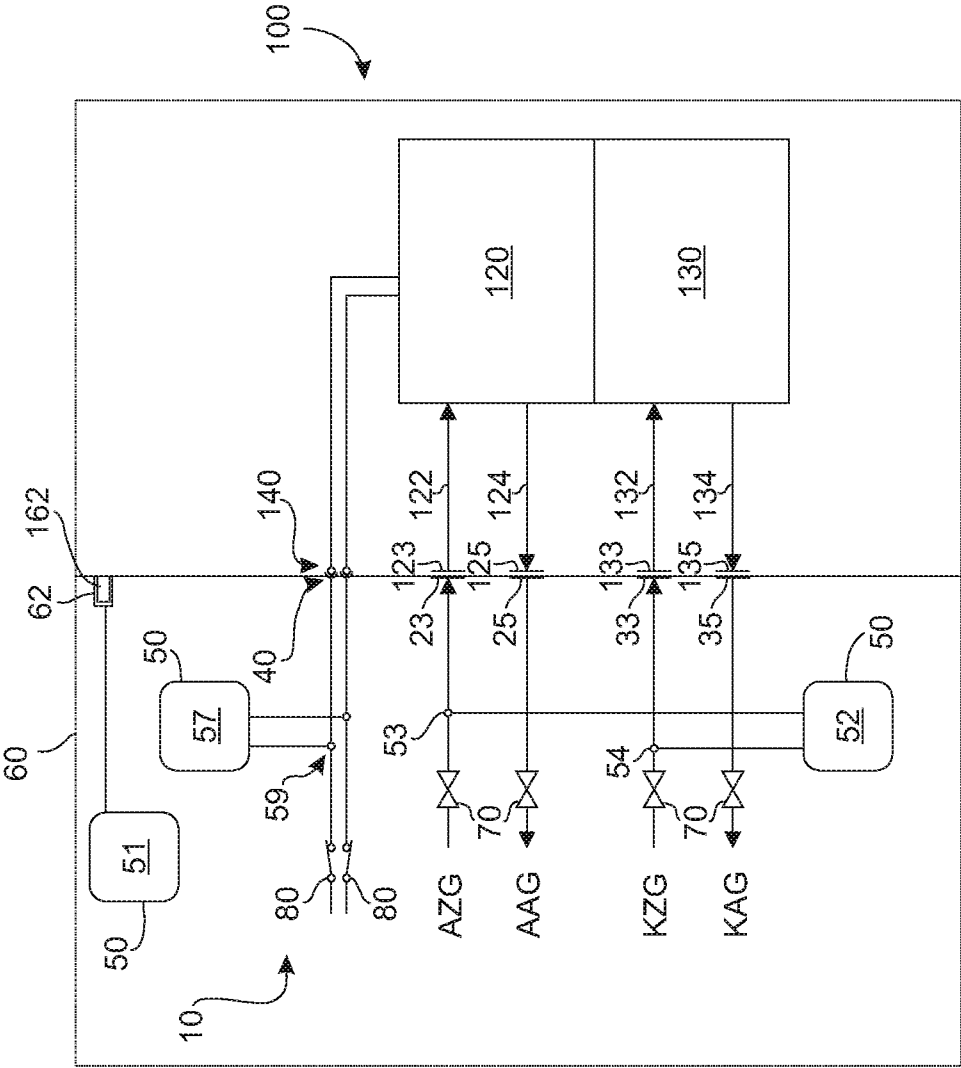


Fig. 6

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:
H01M 8/2475 (2016.01); H01M 8/249 (2016.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:
H01M 8/2475 (2016.02); H01M 8/249 (2016.02); H01M 2250/10 (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
H01M

Konsultierte Online-Datenbank:
EPODOC, WPI, Volltextpatentdatenbanken EN, DE, Nichtpatentliteratur

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 29.10.2021 eingereichten Ansprüchen 1-15 erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	EP 3324475 A1 (SIEMENS AG [DE]) 23. Mai 2018 (23.05.2018) gesamtes Dokument	1-15
X	US 2003077495 A1 (SCARTOZZI JOHN P [US], SPINK SCOTT [US], DEVRIES PETER D [US]) 24. April 2003 (24.04.2003) gesamtes Dokument	1, 2, 5
A	WO 2017184987 A1 (FUELCELL ENERGY INC [US]) 26. Oktober 2017 (26.10.2017) gesamtes Dokument	1-15

Datum der Beendigung der Recherche:
14.06.2022

Seite 1 von 1

Prüfer(in):
PLESSL Christof

^{*)} Kategorien der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.