

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. September 2022 (15.09.2022)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2022/189103 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01M 8/04119 (2016.01) H01M 8/04537 (2016.01)
H01M 8/04223 (2016.01) H01M 8/04746 (2016.01)
H01M 8/0444 (2016.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2022/053658

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. Februar 2022 (15.02.2022)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2021 105 899.6
11. März 2021 (11.03.2021) DE

(71) Anmelder: **BAYERISCHE MOTOREN WERKE AK-
TIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Petuelring 130, 80809
München (DE).

(72) Erfinder: **WALTHER, Heiko**; Esterberggring 39, 84149
Velden (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,
KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA,
NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO,
RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH,

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR CHECKING THE INERTIZATION STATE OF A FUEL PROVISION SYSTEM

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR ÜBERPRÜFUNG DES INERTISIERUNGSZUSTANDS EINES
BRENNSTOFF-BEREITSTELLUNGSSYSTEMS

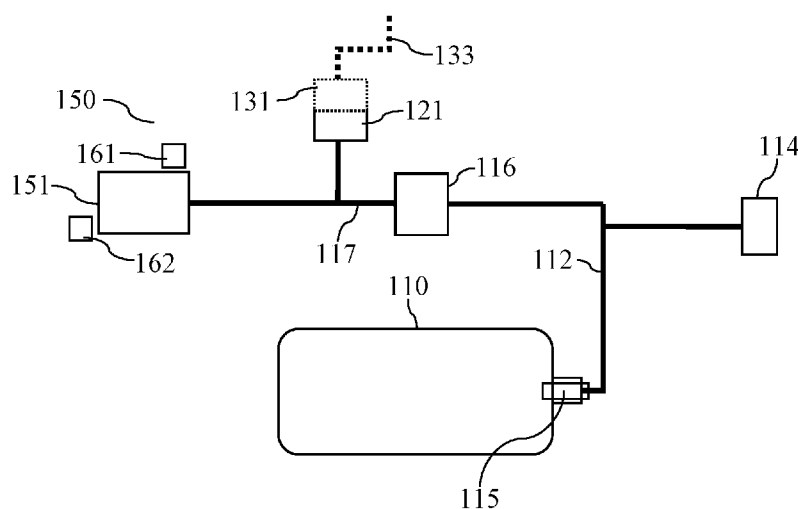


Fig. 1b

(57) **Abstract:** The disclosed technology relates according to the invention to a device (101) for determining state information with respect to an inertization of a fuel provision system (150) with an inert gas, wherein the fuel provision system (150) is configured to supply a fuel cell unit (151) with fuel. The device (101) is configured to bring about that the fuel cell unit (151) is supplied with gas from the fuel provision system (150). Furthermore, the device (101) is configured to determine measurement information with respect to an electric current and/or with respect to an electric voltage which are effected due to the supply of the fuel cell unit (151) with gas from the fuel provision system (150). The device (101) is also configured to determine the state information with respect to the inertization of the fuel provision system (150) on the basis of the measurement information.

(57) **Zusammenfassung:** Die hier offenbarte Technologie betrifft erfindungsgemäß eine Vorrichtung (101) zur Ermittlung von Zustandsinformation in Bezug auf eine Inertisierung eines Brennstoff-Bereitstellungssystems (150) mit einem inerten Gas, wobei das Brennstoff-Bereitstellungssystem (150) eingerichtet ist, eine Brennstoffzelleneinheit (151) mit Brennstoff zu versorgen. Die Vorrichtung (101) ist eingerichtet, zu bewirken, dass die Brennstoffzelleneinheit (151) mit Gas aus dem Brennstoff-Bereitstellungssystem

TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS,
ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(150) versorgt wird. Des Weiteren ist die Vorrichtung (101) eingerichtet, Messinformation in Bezug auf einen elektrischen Strom und/oder in Bezug auf eine elektrische Spannung zu ermitteln, die infolge der Versorgung der Brennstoffzelleneinheit (151) mit Gas aus dem Brennstoff-Bereitstellungssystem (150) bewirkt werden. Die Vorrichtung (101) ist ferner eingerichtet, die Zustandsinformation in Bezug auf die Inertisierung des Brennstoff-Bereitstellungssystems (150) auf Basis der Messinformation zu ermitteln.

Vorrichtung und Verfahren zur Überprüfung des Inertisierungszustands eines Brennstoff-Bereitstellungssystems

Die hier offenbarte Technologie betrifft ein Fahrzeug mit einer
5 Brennstoffzelleneinheit zur Erzeugung von elektrischer Energie für eine elektrische Antriebsmaschine des Fahrzeugs, wobei die Brennstoffzelleneinheit aus einem Brennstoff-Bereitstellungssystem des Fahrzeugs mit Brennstoff versorgt wird. Insbesondere betrifft die Erfindung ein Verfahren und eine
10 Vorrichtung zur Überprüfung der Inertisierung des Brennstoff-Bereitstellungssystems eines Fahrzeugs.

Ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug kann eine Brennstoffzelleneinheit mit einer oder mehreren Brennstoffzellen aufweisen, die eingerichtet ist, auf Basis eines Brennstoffs, insbesondere auf Basis von Wasserstoff, elektrische Energie für den
15 Betrieb der elektrischen Antriebsmaschine des Fahrzeugs zu erzeugen. Der Brennstoff für die Brennstoffzelleneinheit wird durch ein Brennstoff-Bereitstellungssystem des Fahrzeugs bereitgestellt, wobei das Brennstoff-Bereitstellungssystem typischerweise ein oder mehrere Behälter, insbesondere Druckbehälter und/oder Kryobehälter, zur Speicherung des Brennstoffs aufweist.

20 In Vorbereitung zu einer Wartungsmaßnahme an dem Brennstoff-Bereitstellungssystem und/oder an der Brennstoffzelleneinheit kann es erforderlich sein, das Brennstoff-Bereitstellungssystem zu inertisieren, wobei im Rahmen der Inertisierung des Brennstoff-Bereitstellungssystems Brennstoff in
25 dem Brennstoff-Bereitstellungssystem, insbesondere in ein oder mehreren Leitungen des Brennstoff-Bereitstellungssystems, durch ein inertes Gas ersetzt wird.

Die Inertisierung eines Brennstoff-Bereitstellungssystems ist typischerweise ein
30 manueller oder ein teilautomatisierter Prozess, der z.B. durch einen Service-Mitarbeiter durchgeführt wird. Bei der Durchführung des manuellen

- 2 -

Inertisierungsprozesses kann es zu Fehlbedienungen des Service-Mitarbeiters und dabei ggf. zu einer unzureichenden Inertisierung des Brennstoff-Bereitstellungssystems kommen.

5

Es ist eine bevorzugte Aufgabe der hier offenbarten Technologie,

- 10 zumindest einen Nachteil von einer vorbekannten Lösung zu verringern oder zu beheben oder eine alternative Lösung vorzuschlagen. Es ist eine bevorzugte Aufgabe der hier offenbarten Technologie, eine effiziente, zuverlässige und sichere Inertisierung eines Brennstoff-Bereitstellungssystems zu ermöglichen.

- 15 Die Aufgabe(n) wird/werden jeweils gelöst durch den Gegenstand der unabhängigen Patentansprüche. Die abhängigen Ansprüche stellen bevorzugte Ausgestaltungen dar.

Gemäß einem Aspekt wird eine Vorrichtung zur Ermittlung von

- 20 Zustandsinformation in Bezug auf die Inertisierung eines Brennstoff-Bereitstellungssystems mit einem inerten Gas beschrieben. Das Brennstoff-Bereitstellungssystem kann dabei eingerichtet sein, eine Brennstoffzelleneinheit mit Brennstoff zu versorgen. Die Brennstoffzelleneinheit kann z.B. einen Brennstoffzellenstapel mit ein oder mehreren Brennstoffzellen aufweisen. Die
- 25 Brennstoffzelleneinheit kann eingerichtet sein, auf Basis des Brennstoffs elektrische Energie zu erzeugen. Der Brennstoff kann Wasserstoff umfassen bzw. Wasserstoff, insbesondere H_2 bzw. compressed gaseous hydrogen (CGH₂), sein. Die Brennstoffzelleneinheit ist beispielsweise für mobile Anwendungen wie Kraftfahrzeuge (z.B. Personenkraftwagen, Krafträder, Nutzfahrzeuge) gedacht,
- 30 insbesondere zur Bereitstellung der Energie für mindestens eine Antriebsmaschine zur Fortbewegung des Kraftfahrzeugs. In ihrer einfachsten Form ist eine

Brennstoffzelle ein elektrochemischer Energiewandler, der Brennstoff (z.B. Wasserstoff) und Oxidationsmittel (z.B. Luft, Sauerstoff und/oder Peroxide) in Reaktionsprodukte umwandelt und dabei Elektrizität und Wärme produziert.

- 5 Das Brennstoff-Bereitstellungssystem kann zumindest einen Behälter, insbesondere Druckbehälter, zur Speicherung von Brennstoff umfassen. Der Behälter kann ausgebildet sein, Brennstoff zu speichern, der unter Umgebungsbedingungen gasförmig ist. Das Brennstoff-Bereitstellungssystem kann beispielsweise in einem Kraftfahrzeug eingesetzt werden, das mit
- 10 komprimiertem (auch Compressed Natural Gas oder CNG genannt) oder verflüssigtem (auch Liquid Natural Gas oder LNG genannt) Erdgas oder mit Wasserstoff als Brennstoff betrieben wird. Das Brennstoff-Bereitstellungssystem umfasst typischerweise ein oder mehrere Brennstoff-Leitungen, die ausgebildet sind, Brennstoff von dem zumindest einen Behälter und/oder von einem
- 15 Betankungszugang (insbesondere von einer Betankungskupplung) des Brennstoff-Bereitstellungssystems zu der Brennstoffzelleneinheit zu leiten.

- Der Behälter des Brennstoff-Bereitstellungssystems kann ein composite overwrapped pressure vessel, ein kryogener Druckbehälter und/oder ein
- 20 Hochdruckgasbehälter sein. Hochdruckgasbehälter sind ausgebildet, bei Umgebungstemperaturen Brennstoff dauerhaft bei einem nominalen Betriebsdruck (auch nominal working pressure oder NWP genannt) von mindestens 350 barü (= Überdruck gegenüber dem Atmosphärendruck) oder mindestens 700 barü zu speichern. Ein kryogener Druckbehälter ist geeignet, den
- 25 Brennstoff bei den vorgenannten Betriebsdrücken auch bei Temperaturen zu speichern, die deutlich (z.B. mehr als 50 Kelvin oder mehr als 100 Kelvin) unter der Betriebstemperatur des Kraftfahrzeuges liegen.

- Die Inertisierung des Brennstoff-Bereitstellungssystems kann darauf ausgelegt
- 30 sein, den Brennstoff in dem Brennstoff-Bereitstellungssystem und/oder der Brennstoffzelleneinheit mit einem inerten Gas (insbesondere mit Stickstoff) zu

- 4 -

ersetzen (abgesehen von dem Brennstoff in den ein oder mehreren Druckbehältern des Brennstoff-Bereitstellungssystems). Mit anderen Worten, es kann in einem Inertisierungsprozess bewirkt werden, dass der außerhalb der ein oder mehreren Druckbehälter angeordnete Brennstoff im Wesentlichen vollständig (z.B. zu 99%
5 oder mehr oder zu 99.9% oder mehr) mit dem inerten Gas ersetzt wird. So kann eine sichere Wartung des Brennstoff-Bereitstellungssystems und/oder der Brennstoffzelleneinheit ermöglicht werden. Die in diesem Dokument beschriebene Vorrichtung ist darauf ausgerichtet zu überprüfen, ob sich das Brennstoff-Bereitstellungssystem tatsächlich in dem inerten Zustand befindet (bei
10 dem z.B. 99% oder mehr des Brennstoffs durch das inerte Gas ersetzt wurden).

Die Vorrichtung ist eingerichtet, zu bewirken, dass die Brennstoffzelleneinheit mit Gas aus dem Brennstoff-Bereitstellungssystem versorgt wird. Dabei kann insbesondere bewirkt werden, dass der Brennstoffzelleneinheit (ggf.
15 ausschließlich) Gas aus den ein oder mehreren Brennstoff-Leitungen bereitgestellt wird. Alternativ oder ergänzend kann bewirkt werden, dass der Brennstoffzelleneinheit Gas bereitgestellt wird, während der Druckbehälter geschlossen ist und/oder ohne, dass dabei Brennstoff aus dem (oder aus irgendeinem) Druckbehälter entnommen wird. Es kann somit bewirkt werden,
20 dass die Brennstoffzelleneinheit mit dem Gas versorgt, insbesondere gespült wird, das sich in dem Brennstoff-Bereitstellungssystem außerhalb irgendeines Druckbehälters des Brennstoff-Bereitstellungssystems befindet.

Die Vorrichtung kann ferner eingerichtet sein, Messinformation in Bezug auf den
25 elektrischen Strom und/oder in Bezug auf die elektrische Spannung zu ermitteln, die infolge der Versorgung (insbesondere der Spülung) der Brennstoffzelleneinheit mit Gas aus dem Brennstoff-Bereitstellungssystem bewirkt werden. Es kann somit ermittelt werden, ob das Gas aus dem Brennstoff-Bereitstellungssystem eine Spannung und/oder einen Strom in der
30 Brennstoffzelleneinheit bewirkt (was darauf schließen ließe, dass das Gas weiterhin Brennstoff aufweist). Die Messinformation kann anhand einer Strom-

und/oder Spannungs-Messeinheit der Brennstoffzelleneinheit ermittelt bzw. erfasst werden.

Des Weiteren ist die Vorrichtung eingerichtet, die Zustandsinformation in Bezug
5 auf die Inertisierung des Brennstoff-Bereitstellungssystems auf Basis der
Messinformation zu ermitteln. Dabei kann auf Basis der Messinformation
insbesondere Zustandsinformation ermittelt werden, die die Konzentration von
Brennstoff in dem Gas aus dem Brennstoff-Bereitstellungssystem anzeigt.
Alternativ oder ergänzend kann die Zustandsinformation den Grad der
10 Inertisierung des Brennstoff-Bereitstellungssystems anzeigen. Alternativ oder
ergänzend kann die Zustandsinformation anzeigen, ob sich das Brennstoff-
Bereitstellungssystem in einem inerten Zustand befindet oder nicht. Alternativ
oder ergänzend kann die Zustandsinformation anzeigen, ob das Gas aus dem
Brennstoff-Bereitstellungssystem eine Konzentration an Brennstoff aufweist, die
15 gleich wie oder kleiner als ein vordefinierter Konzentrations-Schwellenwert (z.B.
von 1% oder von 0,1%) ist.

Es kann somit im Anschluss an die Durchführung eines Inertisierungsprozesses
Zustandsinformation in Bezug auf den tatsächlichen Inertisierungszustand des
20 Brennstoff-Bereitstellungssystems ermittelt werden. So kann eine besonders
sichere Wartung des Brennstoff-Bereitstellungssystems ermöglicht werden.

Die Vorrichtung kann eingerichtet sein, eine Maßnahme in Bezug auf die
Inertisierung des Brennstoff-Bereitstellungssystems zu bewirken, wobei die
25 Maßnahme von der ermittelten Zustandsinformation abhängt. Die Maßnahme
kann dabei die Ausgabe eines Hinweises umfassen, z.B. die Ausgabe eines
Hinweises dahingehend, ob sich das Brennstoff-Bereitstellungssystem in einem
inerten Zustand befindet oder nicht, und/oder die Ausgabe eines Hinweises in
Bezug auf die Konzentration von Brennstoff in dem Gas aus dem Brennstoff-
30 Bereitstellungssystem. So kann die Sicherheit der Wartung des Brennstoff-
Bereitstellungssystems weiter erhöht werden.

Die Vorrichtung kann eingerichtet sein, zu bestimmen, ob ein Inertisierungsprozess des Brennstoff-Bereitstellungssystems erfolgt ist. Wie bereits oben dargelegt, kann der Inertisierungsprozess darauf ausgelegt sein, Brennstoff in den ein oder mehreren Brennstoff-Leitungen des Brennstoff-Bereitstellungssystems und/oder in der Brennstoffzelleneinheit (im Wesentlichen vollständig, etwa zu 99% oder mehr, oder zu 99,9% oder mehr) durch das inerte Gas zu ersetzen. Beispielsweise kann über eine Benutzerschnittstelle eine Abfrage an einen Nutzer dahingehend erfolgen, ob ein Inertisierungsprozess durchgeführt wurde. Es kann dann auf Basis einer Nutzereingabe in Reaktion auf die Abfrage bestimmt werden, ob ein Inertisierungsprozess durchgeführt wurde oder nicht.

Die Vorrichtung kann eingerichtet sein, zu bewirken, dass die Brennstoffzelleneinheit (ggf. nur dann) mit Gas aus dem Brennstoff-Bereitstellungssystem versorgt wird, um die Zustandsinformation zu ermitteln, wenn bestimmt wurde, dass zuvor ein Inertisierungsprozess des Brennstoff-Bereitstellungssystems erfolgt ist. Mit anderen Worten, die in diesem Dokument beschriebene Überprüfung des Inertisierungszustands kann selektiv (ggf. nur dann) erfolgen, wenn bestimmt wurde, dass zuvor ein Inertisierungsprozess durchgeführt wurde. So kann eine besonders sichere und zuverlässige Ermittlung des Inertisierungszustands ermöglicht werden.

Die Vorrichtung kann eingerichtet sein, Messinformation in Bezug auf die Höhe der elektrischen Spannung und/oder die Höhe bzw. die Stärke des elektrischen Stroms zu ermitteln. Es kann dann in besonders präziser Weise auf Basis der Messinformation (insbesondere auf Basis der Spannungshöhe bzw. der Stromstärke) Zustandsinformation ermittelt werden, die die Konzentration von Brennstoff in dem Gas aus dem Brennstoff-Bereitstellungssystem anzeigt.

Die Vorrichtung kann eingerichtet sein, Messinformation in Bezug auf das Vorliegen von Brennstoff in dem Abgas der Brennstoffzelleneinheit zu ermitteln,

- 7 -

das infolge der Versorgung der Brennstoffzelleneinheit mit Gas aus dem Brennstoff-Bereitstellungssystem bewirkt wird. Die Messinformation kann dabei insbesondere, die Konzentration und/oder die Menge an Brennstoff in dem Abgas der Brennstoffzelleneinheit anzeigen. Die Messinformation kann anhand eines
5 Abgas- und/oder Brennstoff-Sensors der Brennstoffzelleneinheit ermittelt werden.

Die Zustandsinformation kann dann in besonders präziser Weise auch auf Basis der Messinformation in Bezug auf das Vorliegen von Brennstoff in dem Abgas der Brennstoffzelleneinheit ermittelt werden. Insbesondere kann auf Basis der
10 Messinformation Zustandsinformation ermittelt werden, die die Konzentration von Brennstoff in dem Gas aus dem Brennstoff-Bereitstellungssystem anzeigt.

Gemäß einem weiteren Aspekt wird eine weitere Vorrichtung zur Ermittlung von Zustandsinformation in Bezug auf die Inertisierung eines Brennstoff-
15 Bereitstellungssystems mit einem inerten Gas beschrieben. Die in diesem Dokument beschriebenen Maßnahmen sind auch auf diese Vorrichtung anwendbar.

Die Vorrichtung ist eingerichtet, zu bewirken, dass die Brennstoffzelleneinheit
20 mit Gas aus dem Brennstoff-Bereitstellungssystem versorgt wird. Des Weiteren kann die Vorrichtung eingerichtet sein, Messinformation in Bezug auf das Vorliegen von Brennstoff in dem Abgas der Brennstoffzelleneinheit zu ermitteln, das infolge der Versorgung der Brennstoffzelleneinheit mit Gas aus dem Brennstoff-Bereitstellungssystem bewirkt wird. Die Vorrichtung ist ferner
25 eingerichtet, die Zustandsinformation in Bezug auf die Inertisierung des Brennstoff-Bereitstellungssystems auf Basis der Messinformation zu ermitteln.

Gemäß einem weiteren Aspekt wird ein (Straßen-) Kraftfahrzeug (insbesondere ein Personenkraftwagen oder ein Lastkraftwagen oder ein Bus oder ein Motorrad)
30 beschrieben, das die in diesem Dokument beschriebene Vorrichtung umfasst. Das Fahrzeug kann insbesondere einen elektrischen Antriebsmotor zum Antrieb des

Fahrzeugs aufweisen. Des Weiteren kann das Fahrzeug eine Brennstoffzelleneinheit umfassen, die eingerichtet ist, auf Basis eines Brennstoffs elektrischen Strom für den Betrieb des Antriebsmotors zu generieren. Außerdem kann das Fahrzeug ein Brennstoff-Bereitstellungssystem umfassen, das
5 eingerichtet ist, die Brennstoffzelleneinheit mit Brennstoff zu versorgen.

Gemäß einem weiteren Aspekt wird ein Verfahren zur Ermittlung von Zustandsinformation in Bezug auf die Inertisierung eines Brennstoff-Bereitstellungssystems mit einem inerten Gas beschrieben. Das Brennstoff-
10 Bereitstellungssystem ist eingerichtet, eine Brennstoffzelleneinheit mit Brennstoff zu versorgen. Das Verfahren umfasst das Bewirken, dass die Brennstoffzelleneinheit mit Gas aus dem Brennstoff-Bereitstellungssystem versorgt wird. Des Weiteren umfasst das Verfahren das Ermitteln von
15 Messinformation in Bezug auf den elektrischen Strom und/oder in Bezug auf die elektrische Spannung, die infolge der Versorgung der Brennstoffzelleneinheit mit Gas aus dem Brennstoff-Bereitstellungssystem bewirkt werden. Alternativ oder ergänzend umfasst das Verfahren das Ermitteln von Messinformation in Bezug auf das Vorliegen von Brennstoff in dem Abgas der Brennstoffzelleneinheit, das infolge der Versorgung der Brennstoffzelleneinheit mit Gas aus dem Brennstoff-
20 Bereitstellungssystem bewirkt wird. Außerdem umfasst das Verfahren das Ermitteln von Zustandsinformation in Bezug auf die Inertisierung des Brennstoff-Bereitstellungssystems auf Basis der Messinformation.

Gemäß einem weiteren Aspekt wird ein Software (SW) Programm beschrieben.
25 Das SW Programm kann eingerichtet werden, um auf einem Prozessor (z.B. auf einem Steuergerät eines Fahrzeugs) ausgeführt zu werden, und um dadurch das in diesem Dokument beschriebene Verfahren auszuführen.

Gemäß einem weiteren Aspekt wird ein Speichermedium beschrieben. Das
30 Speichermedium kann ein SW Programm umfassen, welches eingerichtet ist, um

auf einem Prozessor ausgeführt zu werden, und um dadurch das in diesem Dokument beschriebene Verfahren auszuführen.

- Es ist zu beachten, dass die in diesem Dokument beschriebenen Verfahren,
- 5 Vorrichtungen und Systeme sowohl alleine, als auch in Kombination mit anderen in diesem Dokument beschriebenen Verfahren, Vorrichtungen und Systemen verwendet werden können. Des Weiteren können jegliche Aspekte der in diesem Dokument beschriebenen Verfahren, Vorrichtungen und Systemen in vielfältiger Weise miteinander kombiniert werden. Insbesondere können die Merkmale der
- 10 Ansprüche in vielfältiger Weise miteinander kombiniert werden.

Im Weiteren wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher beschrieben. Dabei zeigen

- Figur 1a ein beispielhaftes Fahrzeug mit einem Brennstoff-Bereitstellungssystem;
- 15 Figur 1b ein beispielhaftes Brennstoff-Bereitstellungssystem; und
- Figuren 2a und 2b Ablaufdiagramme von beispielhaften Verfahren zur Ermittlung von Zustandsinformation in Bezug auf die Inertisierung eines Brennstoff-Bereitstellungssystems.

- 20 Wie eingangs dargelegt, befasst sich das vorliegende Dokument mit der effizienten und zuverlässigen Inertisierung eines Brennstoff-Bereitstellungssystems. In diesem Zusammenhang zeigt Fig. 1a ein beispielhaftes Fahrzeug 100 mit einem Brennstoff-Bereitstellungssystem 150, das ausgebildet ist, eine Brennstoffzelleneinheit des Fahrzeugs 100 (die ggf. Teil des Brennstoff-
- 25 Bereitstellungssystems 150 ist) mit einem Brennstoff, insbesondere mit Wasserstoff bzw. H_2 , zu versorgen. Des Weiteren umfasst das Fahrzeug 100 eine (Überwachungs-) Vorrichtung 101, die eingerichtet ist, Zustandsinformation in Bezug auf einen Zustand des Brennstoff-Bereitstellungssystems 150 zu ermitteln. Der Zustand kann sich auf die Inertisierung, insbesondere auf den Grad der
- 30 Inertisierung, des Brennstoff-Bereitstellungssystems 150 beziehen.

Die Vorrichtung 101 kann ferner eingerichtet sein, in Abhängigkeit von der ermittelten Zustandsinformation eine Maßnahme in Bezug auf das Brennstoff-Bereitstellungssystem 150, etwa eine Schutzmaßnahme zum Schutz des Brennstoff-Bereitstellungssystems 150, zu bewirken. Beispielsweise kann über
5 eine Benutzerschnittstelle 102 des Fahrzeugs 100 angezeigt werden, ob das Brennstoff-Bereitstellungssystem 150 einen ausreichend hohen Grad der Inertisierung aufweist oder nicht.

Fig. 1b zeigt ein beispielhaftes Brennstoff-Bereitstellungssystem 150. Das
10 Brennstoff-Bereitstellungssystem 150 umfasst typischerweise einen Druckbehälter 110, der dazu verwendet werden kann, Brennstoff (insbesondere Wasserstoff) für die Brennstoffzelleneinheit 151 zu speichern. Der Druckbehälter 110 ist über zumindest eine Brennstoff-Leitung 112, 117 mit der Brennstoffzelleneinheit 151 verbunden.

15 Der Druckbehälter 110 weist ein steuerbares Ventil 115 auf, durch das Brennstoff aus dem Druckbehälter 110 in die Brennstoff-Leitung 112 geführt werden kann. Das Ventil 115 des Druckbehälters 110 ist typischerweise in einem Ruhezustand verschlossen, so dass über das Ventil 115 kein Brennstoff aus dem Druckbehälter
20 110 austreten kann. Das Ventil 115 des Druckbehälters 110 kann ausgebildet sein, in Reaktion auf ein Steuersignal, etwa ein Steuersignal der Vorrichtung 101, geöffnet zu werden.

Der Druckbehälter 110 kann über einen Betankungszugang 114 (z.B. über einen
25 Tanknippel) mit Brennstoff betankt werden. Insbesondere kann über den Betankungszugang 114 Brennstoff aus einer Tanksäule über die Brennstoff-Leitung 112 in den Druckbehälter 110 gefördert werden.

Die Brennstoffzelleneinheit 151 wird typischerweise mit einem relativ niedrigen
30 Betriebsdruck (z.B. im Bereich von 10-20 barü) betrieben, wobei der Niederdruck für die Brennstoffzelleneinheit 151 meist substantiell unter dem Hochdruck (z.B.

- 11 -

im Bereich von 700 barü) in der Brennstoff-Leitung 112 und im Druckbehälter 110 liegt. Zwischen dem Druckbehälter 110 und der Brennstoffzelle 101 kann daher ein Druckwandler 116 (insbesondere ein Druckregler) angeordnet sein, der eingerichtet ist, Brennstoff aus der Hochdruck-Brennstoff-Leitung 112 (der einen
5 relativ hohen Druck aufweist) in eine Niederdruck-Brennstoff-Leitung 117 (mit einem relativ niedrigen Druck) zu überführen. Der Brennstoff wird dann über die Niederdruck-Brennstoff-Leitung 117 zu der Brennstoffzelleneinheit 151 geführt.

Durch das Öffnen des Ventils 115 des Druckbehälters 110 kann Brennstoff aus
10 dem Druckbehälter 110 in die Brennstoff-Leitung 112, 117 gelangen. Das Brennstoff-Bereitstellungssystem 150 kann ein Entlastungsventil 121 aufweisen, durch das Brennstoff aus der Brennstoff-Leitung 112, 117 in eine Umgebung des Brennstoff-Bereitstellungssystems 150, insbesondere in eine Umgebung des Fahrzeugs 100, abgeführt werden kann. Insbesondere kann ein Fahrzeug-externer
15 Entlastungsschlauch 133 mittels eines Kupplungselements 131 mit dem Entlastungsventil 121 verbunden werden. Durch Ankupplung des Entlastungsschlauchs 133 kann das Entlastungsventil 121 geöffnet werden, so dass Brennstoff aus dem Brennstoff-Bereitstellungssystem 150 abgeführt werden kann.

20 Im Vorfeld zu Wartungsarbeiten an dem Brennstoff-Bereitstellungssystem 150 kann es erforderlich sein, das Brennstoff-Bereitstellungssystem 150 zu inertisieren bzw. in einen inerten Zustand zu überführen. Der inerte Zustand kann z.B. erreicht sein, wenn der Anteil an Brennstoff, insbesondere an H₂, in den Komponenten
25 außerhalb des Druckbehälters 110, insbesondere in den ein oder mehreren Brennstoff-Leitungen 112, 117, gleich wie oder kleiner als ein vordefinierter Konzentrations-Schwellenwert (etwa von 0,1%) ist.

Die Inertisierung des Brennstoff-Bereitstellungssystems 150 kann derart erfolgen,
30 dass

- 12 -

- 1) der Gasdruck in dem Brennstoff-Bereitstellungssystem 150 (außerhalb des Druckbehälters 110), d.h. insbesondere in den ein oder mehreren Brennstoff-Leitungen 112, 117 und/oder in der Brennstoffzelleneinheit 151, reduziert wird, z.B. auf 0 barü; zu diesem Zweck kann z.B. das Entlastungsventil 121 geöffnet werden, um Gas aus dem Brennstoff-Bereitstellungssystem 150 abzulassen; alternativ oder ergänzend kann das Gas über die Brennstoffzelleneinheit 151 aus dem Brennstoff-Bereitstellungssystem 150 geführt werden; und anschließend
- 2) ein inertes Gas, z.B. Stickstoff, in das Brennstoff-Bereitstellungssystem 150 geleitet wird, und dabei der Gasdruck in dem Brennstoff-Bereitstellungssystem 150 (außerhalb des Druckbehälters 110) wieder erhöht wird, z.B. auf 15 barü). Das inerte Gas kann dabei über den Betankungszugang 114 zugeführt werden.
- Die o.g. Schritte stellen einen Zyklus des Inertisierungsprozesses dar, wobei in einem Zyklus die Konzentration an Brennstoff in dem Bereitstellungssystem (außerhalb des Druckbehälters 110) um einen bestimmten Faktor, z.B. um den Faktor 10, reduziert werden kann. Der Inertisierungsprozess kann mehrere Zyklen aufweisen, um iterativ zu bewirken, dass die Brennstoff-Konzentration in dem Bereitstellungssystem (außerhalb des Druckbehälters 110) den Konzentrations-Schwellenwert erreicht oder unterschreitet.

Bei Servicearbeiten an einem H₂-Tanksystem 150 kann es somit erforderlich sein, das Tanksystem 150 in einen sicheren und/oder inerten Zustand zu überführen.

- Dabei wird der Wasserstoff durch ein nicht brennbares (inertes) Gas ersetzt. Diese Inertisierung kann durch einen Diagnosejob angestoßen und/oder bewirkt werden.

Im Rahmen der Inertisierung wird das H₂-System 150 bis auf 0 bar entlastet und anschließend mit dem inerten Gas (z.B. Stickstoff) auf einen Druck von z.B. 15 bar bedrückt. Anschließend wird der Druck wieder komplett entlastet und erneut mit dem inerten Gas (z.B. Stickstoff) auf einen Druck von z.B. 15 bar bedrückt.

Dieser Vorgang wird so oft wiederholt, z.B. bis der Wasserstoff im System 150 unter einen bestimmten Konzentrations-Schwellenwert (z.B. 1 Promille) verdünnt ist und damit nicht mehr mit anderen Stoffen reagieren kann. Der Konzentrations-Schwellenwert kann gleich wie oder kleiner als eine Untere-Explosions-Grenze (UEG) von Wasserstoff sein.

Die Ausführung des Diagnosejobs kann allerdings ein fehlerhaftes Bedienen durch einen Service-Mitarbeiter nicht ausschließen und die Wasserstofffreiheit kann somit nicht garantiert werden. In diesem Dokument wird ein Diagnoseverfahren zur Diagnose des im System 150 befindlichen Gases beschrieben, durch das garantiert werden kann, dass das H₂-System 150 "wasserstofffrei" ist.

Zur Überprüfung des Inertisierungszustands des Brennstoff-Bereitstellungssystems 150 kann die Vorrichtung 101 eingerichtet sein, zu bewirken, dass Gas aus dem Brennstoff-Bereitstellungssystem 150, insbesondere Gas aus der Brennstoff-Leitung 112, 117, durch die Brennstoffzelleneinheit 151 gespült wird. Mit anderen Worten, es kann bewirkt werden, dass die Brennstoffzelleneinheit 151 mit Gas aus dem Brennstoff-Bereitstellungssystem 150, insbesondere mit Gas aus der Brennstoff-Leitung 112, 117, betrieben wird.

Das Spülen der Brennstoffzelleneinheit 151 mit Gas aus dem Brennstoff-Bereitstellungssystem 150 führt dazu, dass der in dem Gas verbliebene Brennstoff in der Brennstoffzelleneinheit 151 eine chemische Reaktion bewirkt, die wiederum zu einem Spannungsabfall an der Brennstoffzelleneinheit 151 und/oder zu einem Stromfluss durch die Brennstoffzelleneinheit 151 führt. Das Vorliegen von Brennstoff innerhalb des Gases aus dem Brennstoff-Bereitstellungssystem 150 kann somit anhand einer Spannungs- und/oder Strom-Messeinheit 161 zur Messung der elektrischen Spannung an der und/oder des elektrischen Stroms durch die Brennstoffzelleneinheit 151 erkannt werden. Dabei hängen die Höhe der

- 14 -

Spannung und/oder die Stärke des Stroms typischerweise von der Konzentration von Brennstoff in dem Gas aus dem Brennstoff-Bereitstellungssystem 150 ab.

Die Vorrichtung 101 kann somit eingerichtet sein, Messinformation in Bezug auf
5 die Spannung und/oder den Strom an der Brennstoffzelleneinheit 151 zu ermitteln (z.B. anhand der Spannungs- und/oder Strom-Messeinheit 161). Der Zustand des Brennstoff-Bereitstellungssystems 150 in Bezug auf die Inertisierung kann dann in zuverlässiger Weise auf Basis der Messinformation ermittelt werden.

10 Alternativ oder ergänzend kann das Brennstoff-Bereitstellungssystem 150 einen Abgas-Sensor 162 umfassen, der eingerichtet ist, Messinformation in Bezug auf das Vorliegen von Brennstoff in dem Abgas der Brennstoffzelleneinheit 151 zu erfassen. Die Vorrichtung 101 kann eingerichtet sein, den Zustand des Brennstoff-Bereitstellungssystems 150 in Bezug auf die Inertisierung auf Basis der
15 Messinformation bzgl. des Abgases der Brennstoffzelleneinheit 151 zu ermitteln.

Auf Basis der Messinformation der Spannungs- und/oder Strom-Messeinheit 161 und/oder des Abgas-Sensors 162 kann somit in effizienter und zuverlässiger Weise der Zustand des Brennstoff-Bereitstellungssystems 150 in Bezug auf die
20 Inertisierung ermittelt werden. Insbesondere kann der Grad der Inertisierung, etwa die verbliebene Konzentration an Brennstoff in dem Brennstoff-Bereitstellungssystem 150, ermittelt werden. In Abhängigkeit von dem ermittelten Inertisierungszustand des Brennstoff-Bereitstellungssystems 150 kann dann ggf. eine Maßnahme bewirkt werden, z.B. um den Nutzer des Brennstoff-
25 Bereitstellungssystems 150 zu veranlassen, den Inertisierungsprozess fortzuführen, oder um den Nutzer darüber zu informieren, dass sich das Brennstoff-Bereitstellungssystem 150 in einem inerten Zustand befindet. So kann ein besonders sicherer Betrieb des Brennstoff-Bereitstellungssystems 150 ermöglicht werden.

Es kann somit zur Analyse, ob das H₂-System 150 ausreichend gespült wurde, die Brennstoffzelleneinheit 151 mit dem im H₂-System 150 befindlichen Gas durchspült werden. Wenn sich kein Wasserstoff mehr im Gas befindet, erzeugt die Brennstoffzelleneinheit 151 keine Spannung. Dies kann von dem Steuergerät 101
5 des Systems 150 gemessen und zurückgemeldet werden. Alternativ oder ergänzend kann in der Abgasleitung der Brennstoffzelleneinheit 151 ein Wasserstoffsensor 162 angeordnet sein. Dieser kann als Messgröße zur Erkennung von Rest-Wasserstoff verwendet werden. Es kann somit eine Diagnosefunktion bereitgestellt werden, die (in Reaktion auf das Spülen der
10 Brennstoffzelleneinheit 151 mit Gas) die Zellspannung misst und die H₂ Konzentration im Abgas misst. Es kann dann eine Auswertung der Messwerte erfolgen und eine Rückmeldung in Bezug auf die Auswertung (z.B. über eine Benutzerschnittstelle 102) bereitgestellt werden.

15 Zur Ermittlung der Zustandsinformation kann von der Vorrichtung 101 bewirkt werden, dass alle erforderlichen Ventile geschaltet werden, um die Brennstoffzelleneinheit 151 mit dem Gas aus dem H₂-System 150 (das außerhalb der ein oder mehreren Druckbehälter 110 angeordnet ist) zu spülen. Durch Auswertung der Zellspannung und/oder des Wasserstoffsensors 162 in der Abluft
20 kann detektiert werden, ob sich im Gas noch Wasserstoff befindet oder nicht. Sollte sich noch Wasserstoff im H₂-System 150 befinden, erzeugt die Brennstoffzelleneinheit 151 über ihre ein oder mehreren Brennstoffzellen eine messbare Spannung. Gleichzeitig ist am Wasserstoffsensor 162 in der Abluftanlage eine Konzentration an Wasserstoff zu erkennen.

25

Fig. 2a zeigt ein Ablaufdiagramm eines beispielhaften (ggf. Computer-implementierten) Verfahrens 200 zur Ermittlung von Zustandsinformation in Bezug auf die Inertisierung eines Brennstoff-Bereitstellungssystems 150 (das ggf. Teil eines Fahrzeugs 100 ist) mit einem inerten Gas (z.B. mit Stickstoff). Wie in
30 diesem Dokument dargelegt, ist das Brennstoff-Bereitstellungssystem 150

- 16 -

eingerrichtet, eine Brennstoffzelleneinheit 151 (z.B. einen Brennstoffzellenstapel) mit (einem gasförmigen) Brennstoff (insbesondere mit H₂) zu versorgen.

Das Verfahren 200 umfasst das Bewirken 201, dass die Brennstoffzelleneinheit
5 151 mit Gas aus dem Brennstoff-Bereitstellungssystem 150, insbesondere mit Gas aus den ein oder mehreren Brennstoff-Leitungen 112, 117 des Brennstoff-Bereitstellungssystems 150, versorgt, insbesondere gespült, wird (ohne, dass dabei Brennstoff aus irgendeinem Druckbehälter 110 des Brennstoff-Bereitstellungssystems 150 entnommen wird). Nach einer erfolgreichen
10 Inertisierung sollte das der Brennstoffzelleneinheit 151 bereitgestellte Gas im Wesentlichen (zumindest zu 99% oder mehr) das inerte Gas sein.

Das Verfahren 200 umfasst ferner das Ermitteln 202 von Messinformation in Bezug auf den elektrischen Strom und/oder in Bezug auf die elektrische
15 Spannung, die infolge der Versorgung der Brennstoffzelleneinheit 151 mit Gas aus dem Brennstoff-Bereitstellungssystem 150 bewirkt werden. Die Messinformation kann anhand einer Strom- und/oder Spannungs-Messeinheit 161 der Brennstoffzelleneinheit 151 ermittelt werden. Die Messinformation kann insbesondere anzeigen, ob und ggf. wie stark die Spannung ist, die dadurch
20 bewirkt wird, dass die Brennstoffzelleneinheit 151 mit dem Gas aus dem (inerten) Brennstoff-Bereitstellungssystem 150 gespült wird.

Des Weiteren umfasst das Verfahren 200 das Ermitteln 203 von Zustandsinformation in Bezug auf die Inertisierung des Brennstoff-Bereitstellungssystems 150 auf Basis der Messinformation. Dabei kann die
25 Zustandsinformation insbesondere anzeigen, ob sich das Brennstoff-Bereitstellungssystem 150 in einem inerten (sicheren) Zustand befindet oder nicht.

Fig. 2b zeigt ein Ablaufdiagramm eines weiteren beispielhaften (ggf. Computer-implementierten) Verfahrens 210 zur Ermittlung von Zustandsinformation in
30 Bezug auf die Inertisierung eines Brennstoff-Bereitstellungssystems 150 mit

einem inerten Gas (z.B. mit Stickstoff). Die Verfahren 200, 210 können in beliebiger Weise miteinander kombiniert werden.

Das Verfahren 210 umfasst, das Bewirken 211, dass die Brennstoffzelleneinheit
5 151 mit Gas aus dem Brennstoff-Bereitstellungssystem 150, insbesondere mit Gas aus den ein oder mehreren Brennstoff-Leitungen 112, 117 des Brennstoff-Bereitstellungssystems 150, versorgt, insbesondere gespült, wird (ohne, dass dabei Brennstoff aus irgendeinem Druckbehälter 110 des Brennstoff-Bereitstellungssystems 150 entnommen wird).

10

Das Verfahren 210 umfasst ferner das Ermitteln 212 von Messinformation in Bezug auf das Vorliegen von Brennstoff in dem Abgas der Brennstoffzelleneinheit 151, das infolge der Versorgung der Brennstoffzelleneinheit 151 mit Gas aus dem Brennstoff-Bereitstellungssystem
15 150 bewirkt wird. Die Messinformation kann anhand eines Brennstoff- und/oder Abgas-Sensors 162 der Brennstoffzelleneinheit 151 ermittelt werden.

Des Weiteren umfasst das Verfahren 210 das Ermitteln 213 von Zustandsinformation in Bezug auf die Inertisierung des Brennstoff-Bereitstellungssystems 150 auf Basis der Messinformation. Dabei kann die Zustandsinformation insbesondere anzeigen, ob sich das Brennstoff-Bereitstellungssystem 150 in einem inerten (sicheren) Zustand befindet oder nicht.

Durch die in diesem Dokument beschriebenen Maßnahmen kann in zuverlässiger
25 Weise der Inertisierungszustand eines Brennstoff-Bereitstellungssystems 150 ermittelt werden, wodurch die Sicherheit von Wartungsarbeiten an dem Brennstoff-Bereitstellungssystem 150 erhöht werden können.

Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die gezeigten Ausführungsbeispiele
30 beschränkt. Insbesondere ist zu beachten, dass die Beschreibung und die Figuren

- 18 -

nur beispielhaft das Prinzip der vorgeschlagenen Verfahren, Vorrichtungen und Systeme veranschaulichen sollen.

Bezugszeichenliste

	100	Fahrzeug
	101	(Steuer-) Vorrichtung
5	102	Benutzerschnittstelle
	110	Druckbehälter
	112, 117	Brennstoff-Leitung
	114	Betankungszugang
	115	Druckbehälter-Ventil
10	116	Druckwandler
	121	Entlastungsventil
	131	Kupplungselement
	133	Entlastungsschlauch
	150	Brennstoff-Bereitstellungssystem
15	151	Brennstoffzelleneinheit
	161	Spannungs- und/oder Strom-Messeinheit
	162	Abgas- und/oder Brennstoff-Sensor
	200	Verfahren zur Ermittlung des Inertisierungszustands
	201-203	Verfahrensschritte
20	210	Verfahren zur Ermittlung des Inertisierungszustands
	211-213	Verfahrensschritte

Ansprüche

- 1) Vorrichtung (101) zur Ermittlung von Zustandsinformation in Bezug auf eine Inertisierung eines Brennstoff-Bereitstellungssystems (150) mit einem inerten Gas; wobei das Brennstoff-Bereitstellungssystem (150) eingerichtet ist, eine Brennstoffzelleneinheit (151) mit Brennstoff zu versorgen; wobei die Vorrichtung (101) eingerichtet ist,
- zu bewirken, dass die Brennstoffzelleneinheit (151) mit Gas aus dem Brennstoff-Bereitstellungssystem (150) versorgt wird;
 - Messinformation in Bezug auf einen elektrischen Strom und/oder in Bezug auf eine elektrische Spannung zu ermitteln, die infolge der Versorgung der Brennstoffzelleneinheit (151) mit Gas aus dem Brennstoff-Bereitstellungssystem (150) bewirkt werden; und
 - die Zustandsinformation in Bezug auf die Inertisierung des Brennstoff-Bereitstellungssystems (150) auf Basis der Messinformation zu ermitteln.
- 2) Vorrichtung (101) gemäß Anspruch 1, wobei
- das Brennstoff-Bereitstellungssystem (150) zumindest einen Behälter (110) zur Speicherung von Brennstoff und zumindest eine Brennstoff-Leitung (112, 117) zwischen dem Behälter (110) und/oder zwischen einem Betankungszugang (114) zur Betankung des Behälters (110) und der Brennstoffzelleneinheit (151) umfasst; und
 - die Vorrichtung (101) eingerichtet ist, zu bewirken, dass
 - der Brennstoffzelleneinheit (151) Gas aus der Brennstoff-Leitung (112, 117) bereitgestellt wird; und/oder
 - der Brennstoffzelleneinheit (151) Gas bereitgestellt wird, während der Behälter (110) geschlossen ist und/oder ohne, dass dabei Brennstoff aus dem Behälter (110) entnommen wird.

- 3) Vorrichtung (101) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Vorrichtung (101) eingerichtet ist,
- zu bestimmen, ob ein Inertisierungsprozess des Brennstoff-Bereitstellungssystems (150) erfolgt ist, der darauf ausgelegt ist, Brennstoff in ein oder mehreren Brennstoff-Leitungen (112, 117) des Brennstoff-Bereitstellungssystems (150) und/oder in der Brennstoffzelleneinheit (151) durch das inerte Gas zu ersetzen; und
 - zu bewirken, dass die Brennstoffzelleneinheit (151) mit Gas aus dem Brennstoff-Bereitstellungssystem (150) versorgt wird, um die Zustandsinformation zu ermitteln, wenn bestimmt wurde, dass zuvor ein Inertisierungsprozess des Brennstoff-Bereitstellungssystems (150) erfolgt ist.
- 4) Vorrichtung (101) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Vorrichtung (101) eingerichtet ist, auf Basis der Messinformation Zustandsinformation zu ermitteln, die anzeigt,
- eine Konzentration von Brennstoff in dem Gas aus dem Brennstoff-Bereitstellungssystem (150); und/oder
 - einen Grad der Inertisierung des Brennstoff-Bereitstellungssystems (150);
 - ob sich das Brennstoff-Bereitstellungssystem (150) in einem inerten Zustand befindet oder nicht; und/oder
 - ob das Gas aus dem Brennstoff-Bereitstellungssystem (150) eine Konzentration an Brennstoff aufweist, die gleich wie oder kleiner als ein vordefinierter Konzentrations-Schwellenwert ist.
- 5) Vorrichtung (101) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei
- die Vorrichtung (101) eingerichtet ist, eine Maßnahme in Bezug auf die Inertisierung des Brennstoff-Bereitstellungssystems (150) zu bewirken;
 - die Maßnahme von der ermittelten Zustandsinformation abhängt; und

- 22 -

- die Maßnahme insbesondere die Ausgabe eines Hinweises umfasst,
 - dahingehend, ob sich das Brennstoff-Bereitstellungssystem (150) in einem inerten Zustand befindet oder nicht; und/oder
 - in Bezug auf eine Konzentration von Brennstoff in dem Gas aus dem Brennstoff-Bereitstellungssystem (150).
- 5
- 6) Vorrichtung (101) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Vorrichtung (101) eingerichtet ist,
- Messinformation in Bezug auf eine Höhe der elektrischen Spannung und/oder des elektrischen Stroms zu ermitteln; und
 - auf Basis der Messinformation Zustandsinformation zu ermitteln, die eine Konzentration von Brennstoff in dem Gas aus dem Brennstoff-Bereitstellungssystem (150) anzeigt.
- 10
- 7) Vorrichtung (101) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Vorrichtung (101) eingerichtet ist,
- Messinformation in Bezug auf ein Vorliegen von Brennstoff in Abgas der Brennstoffzelleneinheit (151) zu ermitteln, das infolge der Versorgung der Brennstoffzelleneinheit (151) mit Gas aus dem Brennstoff-Bereitstellungssystem (150) bewirkt wird; und
 - die Zustandsinformation auch auf Basis der Messinformation in Bezug auf das Vorliegen von Brennstoff in dem Abgas der Brennstoffzelleneinheit (151) zu ermitteln.
- 15
- 20
- 8) Vorrichtung (101) gemäß Anspruch 7, wobei die Vorrichtung (101) eingerichtet ist,
- Messinformation zu ermitteln, die eine Konzentration und/oder eine Menge an Brennstoff in dem Abgas der Brennstoffzelleneinheit (151) anzeigt; und
 - auf Basis der Messinformation Zustandsinformation zu ermitteln, die eine Konzentration von Brennstoff in dem Gas aus dem Brennstoff-
- 25
- 30

Bereitstellungssystem (150) anzeigt.

- 9) Vorrichtung (101) zur Ermittlung von Zustandsinformation in Bezug auf eine Inertisierung eines Brennstoff-Bereitstellungssystems (150) mit einem inerten Gas; wobei das Brennstoff-Bereitstellungssystem (150) eingerichtet ist, eine Brennstoffzelleneinheit (151) mit Brennstoff zu versorgen; wobei die Vorrichtung (101) eingerichtet ist,
- zu bewirken, dass die Brennstoffzelleneinheit (151) mit Gas aus dem Brennstoff-Bereitstellungssystem (150) versorgt wird;
 - Messinformation in Bezug auf ein Vorliegen von Brennstoff in Abgas der Brennstoffzelleneinheit (151) zu ermitteln, das infolge der Versorgung der Brennstoffzelleneinheit (151) mit Gas aus dem Brennstoff-Bereitstellungssystem (150) bewirkt wird; und
 - die Zustandsinformation in Bezug auf die Inertisierung des Brennstoff-Bereitstellungssystems (150) auf Basis der Messinformation zu ermitteln.
- 10) Kraftfahrzeug (100), das umfasst,
- einen elektrischen Antriebsmotor zum Antrieb des Fahrzeugs (100);
 - eine Brennstoffzelleneinheit (151), die eingerichtet ist, auf Basis eines Brennstoffs elektrischen Strom für den Betrieb des Antriebsmotors zu generieren;
 - ein Brennstoff-Bereitstellungssystem (150), das eingerichtet ist, die Brennstoffzelleneinheit (151) mit Brennstoff zu versorgen; und
 - eine Vorrichtung (101) zur Ermittlung von Zustandsinformation in Bezug auf eine Inertisierung des Brennstoff-Bereitstellungssystems (150) mit einem inerten Gas, die gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist.
- 11) Verfahren (200) zur Ermittlung von Zustandsinformation in Bezug auf eine Inertisierung eines Brennstoff-Bereitstellungssystems (150) mit einem inerten

- 24 -

Gas; wobei das Brennstoff-Bereitstellungssystem (150) eingerichtet ist, eine Brennstoffzelleneinheit (151) mit Brennstoff zu versorgen; wobei das Verfahren (200) umfasst,

- 5 – Bewirken (201), dass die Brennstoffzelleneinheit (151) mit Gas aus dem Brennstoff-Bereitstellungssystem (150) versorgt wird;
- Ermitteln (202) von Messinformation in Bezug auf einen elektrischen Strom und/oder in Bezug auf eine elektrische Spannung, die infolge der Versorgung der Brennstoffzelleneinheit (151) mit Gas aus dem Brennstoff-Bereitstellungssystem (150) bewirkt werden; und
- 10 – Ermitteln (203) von Zustandsinformation in Bezug auf die Inertisierung des Brennstoff-Bereitstellungssystems (150) auf Basis der Messinformation.

12) Verfahren (210) zur Ermittlung von Zustandsinformation in Bezug auf eine

15 Inertisierung eines Brennstoff-Bereitstellungssystems (150) mit einem inerten Gas; wobei das Brennstoff-Bereitstellungssystem (150) eingerichtet ist, eine Brennstoffzelleneinheit (151) mit Brennstoff zu versorgen; wobei das Verfahren (210) umfasst,

- 20 – Bewirken (211), dass die Brennstoffzelleneinheit (151) mit Gas aus dem Brennstoff-Bereitstellungssystem (150) versorgt wird;
- Ermitteln (212) von Messinformation in Bezug auf ein Vorliegen von Brennstoff in Abgas der Brennstoffzelleneinheit (151), das infolge der Versorgung der Brennstoffzelleneinheit (151) mit Gas aus dem Brennstoff-Bereitstellungssystem (150) bewirkt wird; und
- 25 – Ermitteln (213) von Zustandsinformation in Bezug auf die Inertisierung des Brennstoff-Bereitstellungssystems (150) auf Basis der Messinformation.

Zeichnungen

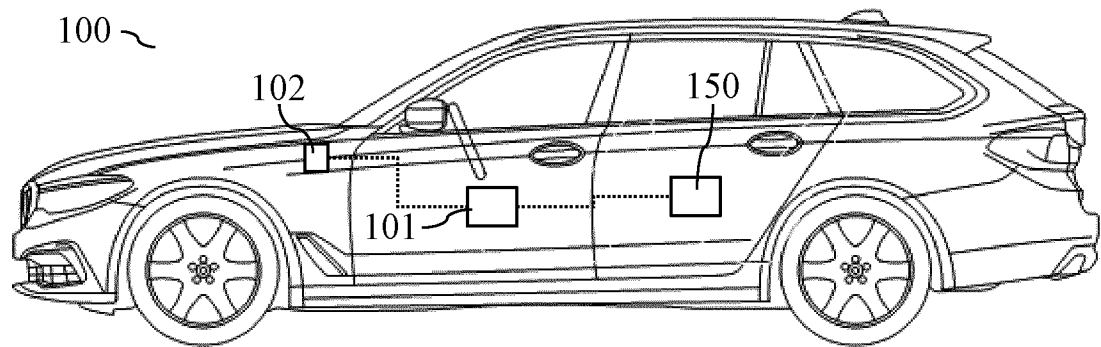


Fig. 1a

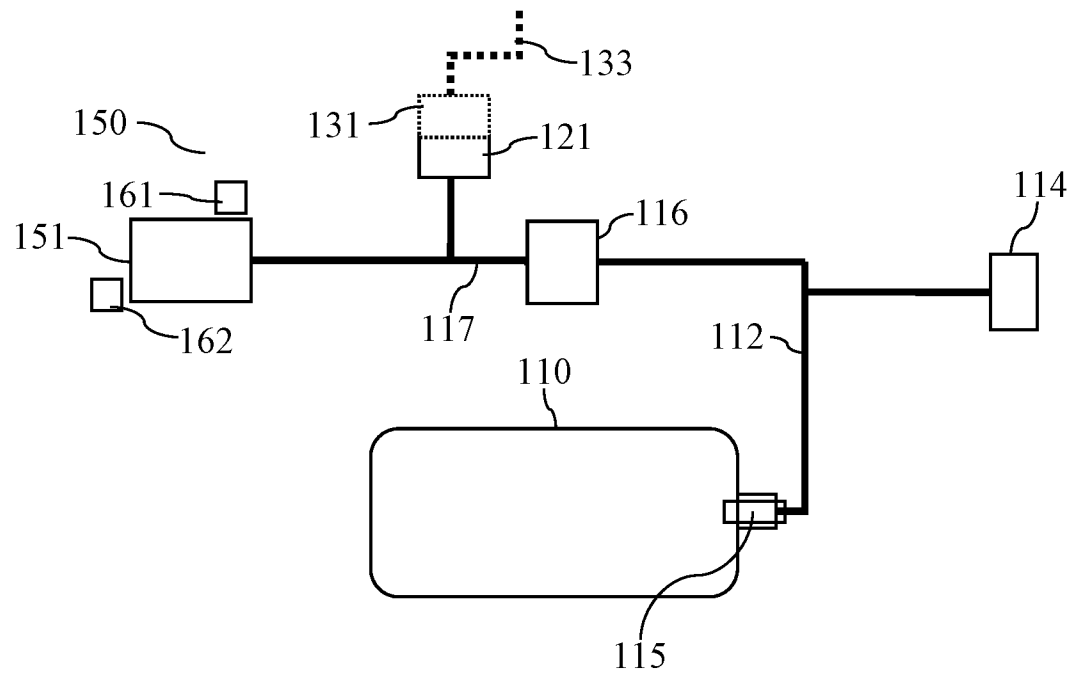
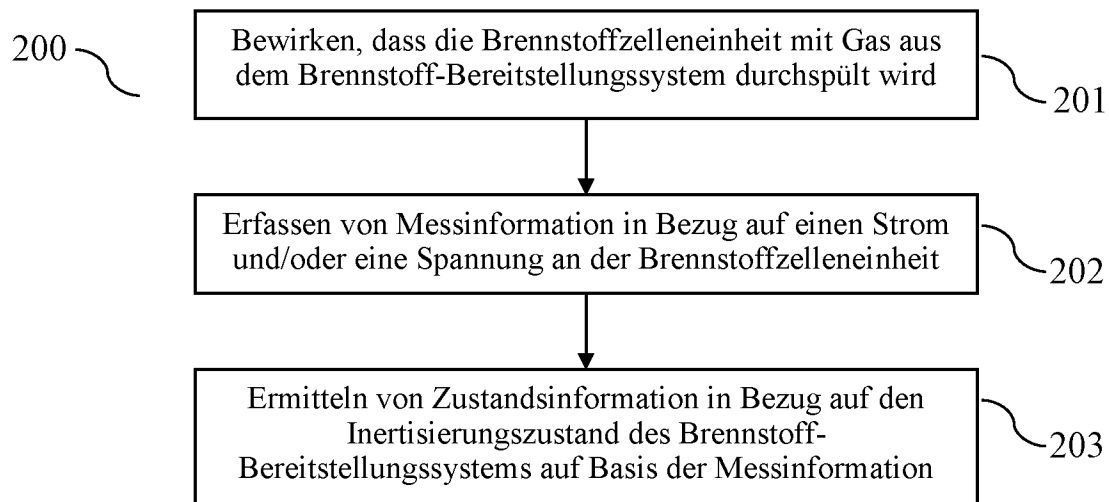
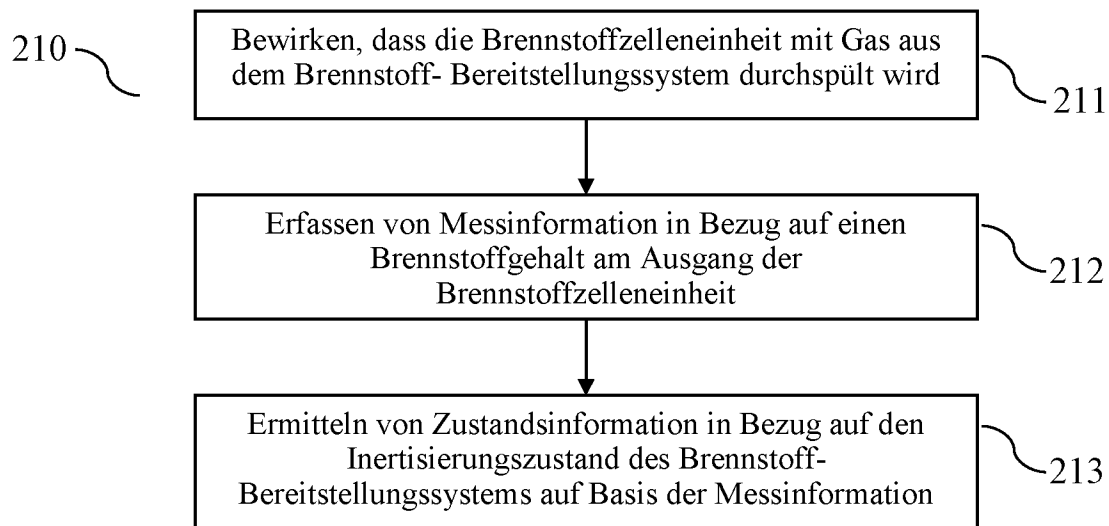


Fig. 1b

**Fig. 2a****Fig. 2b**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2022/053658

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M 8/04119(2016.01)i; **H01M 8/04223**(2016.01)i; **H01M 8/0444**(2016.01)i; **H01M 8/04537**(2016.01)i;
H01M 8/04746(2016.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01M

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

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

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 112004001715 T5 (GEN MOTORS CORP [US]) 19 October 2006 (2006-10-19) paragraphs [0022] - [0035]; figures 2A-2C	1-12
X	EP 3324475 A1 (SIEMENS AG [DE]) 23 May 2018 (2018-05-23) paragraphs [0020] - [0022], [0072] - [0084]	1-5,7-12
X	DE 3732234 A1 (SIEMENS AG [DE]) 13 April 1989 (1989-04-13) claims 1-2	1,3-7,11
X	US 2007003805 A1 (SUGAWARA YASUSHI [JP] ET AL) 04 January 2007 (2007-01-04) paragraphs [0237] - [3332]; figures 4-6	1,4,11
A	EP 2555298 A1 (PANASONIC CORP [JP]) 06 February 2013 (2013-02-06) the whole document	1-12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 June 2022

Date of mailing of the international search report

05 July 2022

Name and mailing address of the ISA/EP

**European Patent Office
 p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
 Netherlands**

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Brune, Markus

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2022/053658

Patent document cited in search report				Publication date (day/month/year)		Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)	
DE	112004001715	T5		19 October 2006		DE	112004001715	T5	19 October 2006
						JP	4943151	B2	30 May 2012
						JP	2007506245	A	15 March 2007
						US	2005058860	A1	17 March 2005
						WO	2005036683	A1	21 April 2005
EP	3324475	A1		23 May 2018		EP	3324475	A1	23 May 2018
						EP	3520162	A1	07 August 2019
						KR	20190077101	A	02 July 2019
						US	2019379081	A1	12 December 2019
						WO	2018091522	A1	24 May 2018
DE	3732234	A1		13 April 1989		NONE			
US	2007003805	A1		04 January 2007		NONE			
EP	2555298	A1		06 February 2013		EP	2555298	A1	06 February 2013
						JP	5049413	B2	17 October 2012
						JP	WO2011122019	A1	04 July 2013
						KR	20130023223	A	07 March 2013
						US	2013017458	A1	17 January 2013
						WO	2011122019	A1	06 October 2011

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01M8/04119 H01M8/04223 H01M8/0444 H01M8/04537 H01M8/04746 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H01M		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 11 2004 001715 T5 (GEN MOTORS CORP [US]) 19. Oktober 2006 (2006-10-19) Absätze [0022] - [0035]; Abbildungen 2A-2C -----	1-12
X	EP 3 324 475 A1 (SIEMENS AG [DE]) 23. Mai 2018 (2018-05-23) Absätze [0020] - [0022], [0072] - [0084] -----	1-5, 7-12
X	DE 37 32 234 A1 (SIEMENS AG [DE]) 13. April 1989 (1989-04-13) Ansprüche 1-2 -----	1, 3-7, 11
X	US 2007/003805 A1 (SUGAWARA YASUSHI [JP] ET AL) 4. Januar 2007 (2007-01-04) Absätze [0237] - [3332]; Abbildungen 4-6 -----	1, 4, 11
A	EP 2 555 298 A1 (PANASONIC CORP [JP]) 6. Februar 2013 (2013-02-06) das ganze Dokument -----	1-12
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
27. Juni 2022		05/07/2022
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Brune, Markus

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2022/053658

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 112004001715 T5	19-10-2006	DE 112004001715 T5	19-10-2006
		JP 4943151 B2	30-05-2012
		JP 2007506245 A	15-03-2007
		US 2005058860 A1	17-03-2005
		WO 2005036683 A1	21-04-2005

EP 3324475 A1	23-05-2018	EP 3324475 A1	23-05-2018
		EP 3520162 A1	07-08-2019
		KR 20190077101 A	02-07-2019
		US 2019379081 A1	12-12-2019
		WO 2018091522 A1	24-05-2018

DE 3732234 A1	13-04-1989	KEINE	

US 2007003805 A1	04-01-2007	KEINE	

EP 2555298 A1	06-02-2013	EP 2555298 A1	06-02-2013
		JP 5049413 B2	17-10-2012
		JP WO2011122019 A1	04-07-2013
		KR 20130023223 A	07-03-2013
		US 2013017458 A1	17-01-2013
		WO 2011122019 A1	06-10-2011
