

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50718/2020 (51) Int. Cl.: **H01M 8/04664** (2016.01)  
(22) Anmeldetag: 26.08.2020 **H01M 8/04746** (2016.01)  
(43) Veröffentlicht am: 15.03.2022 **H01M 8/0438** (2016.01)  
**H01M 8/04089** (2016.01)  
**H01M 8/247** (2016.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
WO 2019089413 A1  
EP 0827226 A2  
WO 2014060949 A2  
Lin Tzu-Ching et al. "Temperature effect on hydrogen response for cracked carbon nanotube/nickel (CNT/Ni) composite film with horizontally aligned carbon nanotubes" Sensors and Actuators B: Chemical, 2013, 548-552, 25. Mai 2013 (25.05.2013) [online], [abgerufen am 19.05.2021] <doi:10.1016/j.snb.2013.05.067>

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

(72) Erfinder:  
Mathé Jörg Dipl.Ing.  
8020 Graz (AT)  
Seewald Jeanette MSc  
6800 Feldkirch (AT)  
Schluckner Christoph Dr.  
8402 Werndorf (AT)

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

(54) **Erkennungsvorrichtung für eine Erkennung von Leckagegas**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Erkennungsvorrichtung (10) für eine Erkennung von Leckagegas (L) an einem Brennstoffzellensystem (100), aufweisend einen Erkennungskanal (20) zur Aufnahme von Leckagegas (L) aus einem Brennstoffzellegehäuse (110) mit einem Kanaleinlass (22) zum Einlass von Frischluft (F) und einem Kanalauslass (24) zum Auslass von Abluft (A), wobei im Kanalauslass (24) zumindest ein relativer Gassensor (30) zur Erkennung von relativen Konzentrationsänderungen des Leckagegases (L) in der Abluft (A) angeordnet ist, wobei weiter im Kanaleinlass (22) und/oder im Kanalauslass (24) wenigstens eine Fördervorrichtung (40) zum Erzeugen eines definierten Volumenstroms durch den Erkennungskanal (20) angeordnet ist.

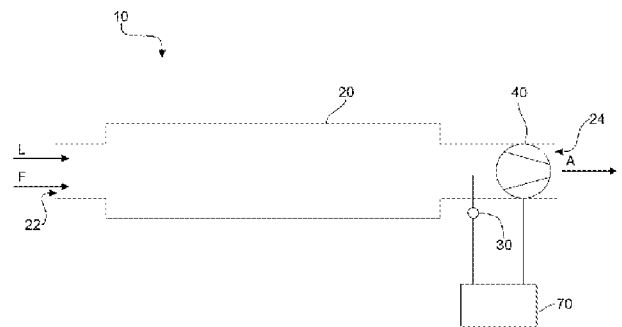


Fig. 1

## Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Erkennungsvorrichtung (10) für eine Erkennung von Leckagegas (L) an einem Brennstoffzellensystem (100), aufweisend einen Erkennungskanal (20) zur Aufnahme von Leckagegas (L) aus einem Brennstoffzellegehäuse (110) mit einem Kanaleinlass (22) zum Einlass von Frischluft (F) und einem Kanalauslass (24) zum Auslass von Abluft (A), wobei im Kanalauslass (24) zumindest ein relativer Gassensor (30) zur Erkennung von relativen Konzentrationsänderungen des Leckagegases (L) in der Abluft (A) angeordnet ist, wobei weiter im Kanaleinlass (22) und/oder im Kanalauslass (24) wenigstens eine Fördervorrichtung (40) zum Erzeugen eines definierten Volumenstroms durch den Erkennungskanal (20) angeordnet ist.

Fig. 1

## Erkennungsvorrichtung für eine Erkennung von Leckagegas

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Erkennungsvorrichtung für eine Erkennung von Leckagegas sowie ein Erkennungsverfahren für eine solche Erkennungsvorrichtung.

Es ist bekannt, dass Brennstoffzellensysteme mit Brennstofffluid betrieben werden und dabei Abgase erzeugen. Insbesondere handelt es sich hierbei um Brennstofffluide, welche zum Beispiel Wasserstoff oder Methan enthalten. In den Abgasen sind zum Beispiel Kohlenmonoxid, Kohlendioxid oder Stickoxide enthalten. Für einige Gase beziehungsweise Fluide, welche in einem Brennstoffzellensystem während des Betriebes entstehen oder verwendet werden, besteht eine Überwachungsnotwendigkeit hinsichtlich unerwünschter Leckage. So kann insbesondere beim Austritt von Brennstofffluid dies zu einer unerwünscht hohen Konzentration an Brennstofffluid außerhalb des Brennstoffzellensystems führen, was unter den Gesichtspunkten der Explosionsgefahr und einer etwaigen Vergiftungsgefahr zu vermeiden ist.

Bekannte Lösungen bieten daher Leckagesensoren, welche die absolute Konzentration von einem Leckagegas in einem Gehäuse eines Brennstoffzellensystems detektieren können. Nachteilhaft bei solchen absoluten Gassensoren ist jedoch deren relativ große und teure Ausgestaltung. Soll ein Brennstoffzellensystem mobil, zum Beispiel zum Antrieb eines Fahrzeugs, eingesetzt werden, so sind solche absoluten Konzentrationssensoren nicht einsetzbar. Neben der unerwünschten Größe und den Kosten von absoluten Konzentrationssensoren erfüllen diese üblicherweise auch nicht die notwendigen Anforderungsprofile für mobile Einsatzzwecke. Solche Automotive-Anforderungen beziehen sich zum Beispiel auf den Einsatzbereich von tiefen bis zu hohen Außentemperaturen, entsprechenden Feuchtigkeitssituationen oder Ähnlichem. Auch die Langzeitstabilität und die Widerstandsfähigkeit gegen Vibrationen muss bei der Zulassung eines Sensors für den Automotive-Bereich berücksichtigt werden. Zusammengefasst sind die bekannten absoluten Konzentrationssensoren nicht in der Lage, kostengünstig und einfach hinsichtlich ihrer Funktionalität bei einer mobilen Anwendung bei Brennstoffzellensystemen eingesetzt zu werden.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die voranstehend beschriebenen Nachteile zumindest teilweise zu beheben. Insbesondere ist es Aufgabe der vorlie-

genden Erfindung, in kostengünstiger und einfacher Weise ein Leckageerkennung auch bei mobil einsetzbaren Brennstoffzellensystemen zu ermöglichen.

Die voranstehende Aufgabe wird gelöst durch eine Erkennungsvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und ein Erkennungsverfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 9. 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 der erfindungsgemäßen Erkennungsvorrichtung beschrieben sind, selbstverständlich auch im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Erkennungsverfahren und jeweils umgekehrt, sodass bezüglich der Offenbarung zu den einzelnen Erfindungsaspekten stets wechselseitig Bezug genommen wird beziehungsweise werden kann.

Erfindungsgemäß dient eine Erkennungsvorrichtung der Erkennung von Leckagegas an einem Brennstoffzellensystem. Hierfür weist eine solche Erkennungsvorrichtung einen Erkennungskanal zur Aufnahme von Leckagegas aus einem Brennstoffzellengehäuse auf. Ein solcher Erkennungskanal ist mit einem Kanaleinlass zum Einlass von Frischluft und einem Kanalauslass zum Auslass von Abluft ausgestattet. Im Kanalauslass ist zumindest ein relativer Gassensor zur Erkennung von relativen Konzentrationsänderungen des Leckagegases in der Abluft angeordnet. Weiter ist im Kanaleinlass und/oder im Kanalauslass wenigstens eine Fördervorrichtung zum Erzeugen eines definierten Volumenstroms durch den Erkennungskanal angeordnet.

Eine erfindungsgemäße Erkennungsvorrichtung dient dazu, den Betrieb eines Brennstoffzellensystems zu überwachen. Die Überwachung erfolgt dabei auf den Konzentrationsanteil eines Leckagegases in einem Brennstoffzellengehäuse eines Brennstoffzellensystems. Dabei ist der jeweilige relative Gassensor vorzugsweise spezifisch für ein oder mehrere Leckagegase, zum Beispiel Brennstofffluide für den Betrieb des Brennstoffzellensystems oder Abgase beim Betrieb des Brennstoffzellensystems. Zum Beispiel kann der relative Gassensor die relativen Konzentrationsänderungen von Kohlenmonoxid (CO), Methan (CH<sub>4</sub>) und/oder Wasserstoff (H<sub>2</sub>) erkennen.

Erfindungsgemäß wird nun ein relativer Gassensor als Alternative zu einem absoluten Gassensor verwendet. Ein relativer Gassensor ist dabei nicht in der Lage, eine absolute Konzentration eines zu überwachenden Leckagegases direkt zu ermitteln, sondern ausschließlich in der Lage Veränderungen der Konzentration des Leckage-

gases wahrzunehmen. Üblicherweise kann dies konstruktiv durch Gassensoren zur Verfügung gestellt werden, welche sich mit dem zu detektierenden Leckagegas über die Zeit sättigen. Sobald also eine Änderung in der Konzentration des Leckagegases in der Abluft entsteht, führt dies zu einem Konzentrationsunterschied an Leckagegas im Verhältnis zwischen der Abluft einerseits und dem gesättigten oder teilweise gesättigten Gassensor andererseits. Dies führt wiederum dazu, dass aus dem gesättigten Gassensor Leckagegas in die Abluft übertragen wird oder umgekehrt. Diese Übertragung bei einem relativen Konzentrationsunterschied führt zu entsprechender Signalisierung und auf diese Weise der Möglichkeit, die Konzentrationsänderung signaltechnisch wahrzunehmen und weiterzuverarbeiten.

Um nun erfindungsgemäß über eine relative Konzentrationsänderung die gewünschte Überwachungsfunktionalität für das Brennstoffzellensystem zu gewährleisten, ist zusätzlich wenigstens eine Fördervorrichtung an der Erkennungsvorrichtung angeordnet. Diese Fördervorrichtung kann zum Beispiel als Pumpfördervorrichtung ausgestaltet sein. Sie dient dazu, entweder im Kanaleinlass und/oder im Kanalauslass einen definierten Volumenstrom durch den Erkennungskanal hindurch zu erzeugen. Sitzt beispielsweise die Fördervorrichtung im Kanalauslass, so führt dies zu einem Saugbetrieb durch den Erkennungskanal hindurch. Die Fördervorrichtung einer solchen Ausführungsform erzeugt also einen Unterdruck im Erkennungskanal, welcher sich durch das Ansaugen von Frischluft durch den Kanaleinlass ausgleichen lässt. Die auf diese Weise in den Erkennungskanal angesaugte Frischluft vermengt sich mit dort vorhandenem Leckagegas und diese vermengte Gaskombination tritt als Abluft durch die Fördervorrichtung und den Kanalauslass wieder auf. Alternativ oder zusätzlich kann eine solche Fördervorrichtung selbstverständlich auch im Kanaleinlass vorgesehen werden und auf diese Weise aktiv Frischluft in den Erkennungskanal hineinfördern beziehungsweise pumpen. In gleicher Weise wird auf diese Weise angesaugte und hineingepumpte Frischluft sich mit möglicherweise vorhandenem Leckagegas zu Abluft vermischen und über den Kanalauslass und über den dort angeordneten relativen Gassensor den Erkennungskanal wieder verlassen.

Dadurch, dass nun eine Fördervorrichtung vorhanden ist, kann ein definierter Volumenstrom durch den Erkennungskanal erzeugt werden. Mit anderen Worten lässt sich insbesondere in quantitativer Weise die Menge an Frischluft einstellen, welche in den Erkennungskanal durch den Kanaleinlass eintritt. Durch die insbesondere quantitativ bestimmbare Menge lässt sich nun, wie dies später noch erläutert wird,

eine quantitative Bestimmung des Konzentrationsanteils an Leckagegas auf Basis einer relativen Konzentrationsänderung ermöglichen.

Erfindungsgemäß reicht es dabei nicht aus, einen relativen Gassensor vorzusehen, sondern darüber hinaus eine definierte Einstellbarkeit des Volumenstroms zu ermöglichen. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund der Sättigungsfunktionalität relativer Gassensoren zu betrachten. So ist bei einem gesättigten Gassensor bei diesem nicht zu erkennen, wie hoch oder niedrig der tatsächliche Konzentrationsanteil an Leckagegas ist. Insbesondere bei einem längeren Betrieb von Brennstoffzellensystemen könnte dies zu entscheidenden Nachteilen führen. Durch die Fördervorrichtung oder einer erfindungsgemäßen Erkennungsvorrichtung ist es jedoch nun möglich, die Menge an Frischluftzufuhr und damit auch den entsprechenden Volumenstrom im Erkennungskanal zu variieren. Beispielsweise kann die angesaugte Menge an Frischluft durch eine Veränderung im Betrieb der Fördervorrichtung erhöht werden. Es steht also pro Zeiteinheit mehr Frischluft zur Verfügung, um entsprechendes Leckagegas im Erkennungskanal zu verdünnen. Dieses verschobene Verhältnis führt dazu, dass bei gleichbleibender Menge an Leckagegas die Konzentration des Leckagegases im Verhältnis zur gesteigerten Menge an Frischluft abnimmt. Dies resultiert in einer negativen Konzentrationsänderung, welche an dem relativen Gassensor entsprechend wahrgenommen werden kann. Mit anderen Worten kann selbst bei einem konstanten Betrieb des Brennstoffzellensystems und konstanter Konzentration und Menge an Leckagegas eine relative Konzentrationsänderung durch die Veränderung der Fördervorrichtung erzwungen werden, sodass die Funktionsweise und die Funktionsfähigkeit des relativen Gassensors regelmäßig bestimmbar wird. Nicht zuletzt kann durch die Fördervorrichtung auch in quantitativer Weise eine Analyse der tatsächlichen Menge der Frischluft erfolgen, sodass mit Hilfe dieses quantitativen Wertes auch eine quantitative Bestimmung der absoluten Konzentration an Leckagegas in der Abluft und damit auch im Brennstoffzelle Gehäuse möglich wird.

Dadurch, dass relative Gassensoren deutlich kleiner und kostengünstiger ausgestaltet sind als dies bei absoluten Gassensoren der Fall ist, kann hinsichtlich des notwendigen Platzbedarfes und der Kosten einer solchen Leckageüberwachung ein entscheidender Vorteil erzielt werden. Darüber hinaus sind relative Gassensoren einfach und kostengünstig auch für den mobilen Betrieb, also entsprechend Automotive-Anforderungen, ausbildbar. Damit wird nicht nur ein Kostenvorteil und ein Größen-

vorteil erzielt, sondern auch die grundsätzliche Einsetzbarkeit einer solchen Erkennungsvorrichtung im mobilen Betrieb eines Brennstoffzellensystems möglich.

Es kann Vorteile mit sich bringen, wenn bei einer erfindungsgemäßen Erkennungsvorrichtung die Fördervorrichtung stromabwärts des relativen Gassensors im Kanalauslass angeordnet ist. Mit anderen Worten handelt es sich bei einer solchen Fördervorrichtung um eine saugende Ausgestaltungsform, um Frischluft von der Umgebung der Erkennungsvorrichtung über den Kanaleinlass in den Erkennungskanal einzusaugen. Insbesondere ist es auf diese Weise auch möglich entsprechend vorhandenes Leckagegas aus dem Brennstoffzellengehäuse in den Erkennungskanal einzusaugen. Durch die Anordnung der Fördervorrichtung stromabwärts des relativen Gassensors bildet die Fördervorrichtung darüber hinaus einen Abschluss an die Umgebung am Kanalauslass, sodass eine unerwünschte Vermengung von Abluft und Umgebungsluft im Bereich des relativen Gassensors vermieden wird. Selbstverständlich kann bei einer solchen Ausführungsform zusätzlich oder alternativ eine pumpende Fördervorrichtung im Kanaleinlass des Erkennungskanals vorgesehen sein.

Weitere Vorteile können erzielt werden, wenn bei einer erfindungsgemäßen Erkennungsvorrichtung der Erkennungskanal einen Gehäuseeinlass aufweist für eine fluidkommunizierende Verbindung mit dem Brennstoffzellengehäuse zur Aufnahme des Leckagegases. Ein solcher Gehäuseeinlass ist insbesondere dann von Vorteil, wenn der Erkennungskanal separat vom Brennstoffzellengehäuse ausgestaltet ist. Das Brennstoffzellengehäuse kann in einem solchen Fall im Wesentlichen hermetisch abgeschlossen sein beziehungsweise gasdicht abgeschlossen sein, sodass durch Leckagegas erzeugter Überdruck im Brennstoffzellengehäuse im Wesentlichen ausschließlich über den Gehäuseeinlass in den Erkennungskanal gelangen kann.

Dadurch, dass Brennstoffzellensysteme häufig nicht hundertprozentig dicht ausgebildet werden können, wird Leckagegas, welches beim Betrieb des Brennstoffzellensystems damit kontinuierlich austritt, ausschließlich über den Gehäuseeinlass und damit über den Erkennungskanal an die Umgebung abgeführt. Ein entscheidender Vorteil dieser Ausgestaltung ist die Nachrüstmöglichkeit bereits bestehender Brennstoffzellensysteme, an welcher ein solch separater Erkennungskanal angeschlossen werden kann.

Ebenfalls von Vorteil kann es sein, wenn bei einer erfindungsgemäßen Erkennungsvorrichtung der Erkennungskanal das Brennstoffzellegehäuse zumindest abschnittsweise, insbesondere vollständig oder im Wesentlichen vollständig, aufweist. Darunter ist zu verstehen, dass der Erkennungskanal einen Teil des Brennstoffzellegehäuses oder das komplette Brennstoffzellegehäuse ausbildet, also sozusagen auf der einen Seite des Brennstoffzellegehäuses der Kanaleinlass und auf einer anderen Seite des Brennstoffzellegehäuses der Kanalauslass angeordnet ist. Das Brennstoffzellegehäuse ist also in den Erkennungskanal integriert und bildet diesen zumindest teilweise aus. Dies führt zu einer gesteigerten Kompaktheit der Erkennungsvorrichtung, da diese komplett in das Brennstoffzellegehäuse und damit in das Brennstoffzellensystem integriert werden kann. Eine separate Anordnung eines Erkennungskanals neben dem Brennstoffzellegehäuse mit zusätzlichem Platzbedarf ist bei einer solchen Ausgestaltung nicht mehr notwendig.

Weitere Vorteile kann es mit sich bringen, wenn bei einer erfindungsgemäßen Erkennungsvorrichtung im Kanaleinlass und/oder im Kanalauslass zumindest ein Strömungssensor angeordnet ist für eine Bestimmung des Volumenstroms an Frischluft und/oder an Abluft. Während grundsätzlich auch eine Bestimmung, insbesondere in quantitativer Weise, durch den Betrieb der Fördervorrichtung möglich ist, kann eine zusätzliche oder alternative Bestimmung des Volumenstroms durch einen entsprechenden Strömungssensor weitere Vorteile und insbesondere höhere Genauigkeiten mit sich bringen. Die Messung ist dabei also durch einen separaten Sensor von der Fördervorrichtung möglich. Insbesondere ist ein solcher Strömungssensor dort vorgesehen, wo keine Fördervorrichtung angeordnet ist. Ist also zum Beispiel eine Fördervorrichtung ausschließlich im Kanalauslass vorgesehen, so kann dem Kanaleinlass des Erkennungskanals ein Strömungssensor diese zusätzliche Information liefern. Damit wird es möglich, die quantitative Analyse zu verbessern und insbesondere auch einen Plausibilitätscheck zu machen, um die erhaltenen Daten hinsichtlich ihrer Plausibilität zu überprüfen.

Weitere Vorteile können erzielt werden, wenn bei einer erfindungsgemäßen Erkennungsvorrichtung im Erkennungskanal ein Drucksensor angeordnet ist für eine Bestimmung eines Differenzdrucks zwischen dem Erkennungskanal und der Umgebung. Dies gilt insbesondere für einen Differenzdruck zur Umgebung am Kanaleinlass und/oder am Kanalauslass. Bevorzugt münden Kanaleinlass und Kanalauslass dabei in die gleiche Umgebung mit dem entsprechend identischen Umgebungsdruck.

Die Überwachung des Differenzdrucks erlaubt es, einen Rückschluss auf den Volumenstrom zu ermöglichen, und kann zum Beispiel alternativ, aber auch zusätzlich zu dem voranstehend beschriebenen Strömungssensor eingesetzt werden.

Ebenfalls von Vorteil kann es sein, wenn bei einer erfindungsgemäßen Erkennungsvorrichtung der relative Gassensor für die Erkennung von relativen Konzentrationsänderungen von wenigstens einem der folgenden Leckagegase ausgebildet ist:

- Kohlenmonoxid,
- Methan,
- Wasserstoff.

Bei der voranstehenden Aufzählung handelt es sich um eine nicht abschließende Liste. Selbstverständlich sind auch weitere Brennstofffluide für die Leckageerkennung denkbar. Auch weitere Abgasfluide, insbesondere Stickoxide können hier relevant sein. Ein relativer Gassensor kann dabei spezifisch für ein einziges Leckagegas oder spezifisch für eine Kombination unterschiedlicher Leckagegase ausgestaltet sein. Selbstverständlich können auch zwei oder mehr relative Gassensoren für spezifisch unterschiedliche Leckagegase in einer erfindungsgemäßen Erkennungsvorrichtung kombiniert werden.

Ebenfalls Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Erkennungsverfahren zum Erkennen von Leckagegas beim Betrieb eines Brennstoffzellensystems, insbesondere gemäß der vorliegenden Erfindung, aufweisend die folgenden Schritte:

- Variation einer Zufuhrmenge an Frischluft,
- Bestimmen einer relativen Konzentrationsänderung des Leckagegases.

Ein erfindungsgemäßes Erkennungsverfahren bringt damit die gleichen Vorteile mit sich, wie sie ausführlich mit Bezug auf eine erfindungsgemäße Erkennungsvorrichtung erläutert worden sind. Durch die Variation der Zufuhrmenge an Frischluft kann aktiv Einfluss auf die Konzentrationszusammensetzung zwischen Leckagegas und Frischluft genommen werden, sodass eine relative Konzentrationsänderung und damit eine Signalausgabe am relativen Gassensor der Erkennungsvorrichtung erzwungen werden kann.

Weitere Vorteile kann es mit sich bringen, wenn bei einem erfindungsgemäßen Erkennungsverfahren die Konzentrationsänderung des Leckagegases und die Zufuhrmenge an Frischluft quantitativ bestimmt werden, wobei auf Basis dieser quantitativen Bestimmung die absolute Konzentration an Leckagegas ermittelt wird. Durch die quantitative Bestimmung der Zufuhrmenge an Frischluft, also den Volumenstrom pro Zeiteinheit, wird es nun möglich, eine Ausgangsbasis zu schaffen, um anschließend algorithmisch eine Bestimmung der absoluten Konzentration des Leckagegases zu erlauben. Insbesondere wird anschließend diese absolute Konzentration des Leckagegases mit einem Grenzwert verglichen, um ein Überschreiten einer Gesamtkonzentration an Leckagegas in der Abluft und/oder innerhalb des Systems zu vermeiden. Übersteigt also beispielsweise die bestimmte absolute Konzentration an Leckagegas in der Abluft einen vordefinierten Grenzwert, so kann dies zur Abschaltung des Betriebs des Brennstoffzellensystems führen.

Weitere Vorteile bringt es mit sich, wenn bei einem erfindungsgemäßen Erkennungsverfahren eine absolute Konzentration an Leckagegas als Referenzwert gespeichert wird. Diese Speicherung kann zum Beispiel zum Beginn des Betriebs des Brennstoffzellensystems erfolgen und bietet auf diese Weise einen Referenzwert als Startwert. Auch kann zur Kalibration zwischendurch ein Referenzwert gespeichert werden und zum Beispiel mit einem Kalibrationswert, welcher durch einen externen absoluten Gassensor ermittelt wird, verglichen werden. Auch unabhängig von externer Einflussnahme ist es jedoch möglich, dass der Referenzwert für eine Qualitätskontrolle oder für eine Erkennungskontrolle bei der Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens gespeichert wird.

Weitere Vorteile bringt es mit sich, wenn bei einem erfindungsgemäßen Erkennungsverfahren die Variation der Zufuhrmenge an Frischluft wiederholt, insbesondere in regelmäßigen Abständen, durchgeführt wird. Diese Variation der Zufuhrmenge an Frischluft bedeutet, dass eine definierte Frischluftmenge regelmäßig und kontinuierlich zugeführt wird. Zu verschiedenen Zeitpunkten, insbesondere in regelmäßigen Abständen, wird diese kontinuierliche Zufuhrmenge verändert, also entweder gesteigert oder reduziert. Damit werden die Konzentrationsverhältnisse bei konstanter Menge an Leckagegas in der Zusammensetzung in der Abluft aktiv geändert und die relative Konzentrationsänderung in der beschriebenen Weise erzwungen. Bevorzugt nimmt die Variation der Zufuhrmenge dabei eine Abstimmung auf die Sättigungscharakteristik des Sensors vor.

Weitere Vorteile kann es mit sich bringen, wenn bei einem erfindungsgemäßen Erkennungsverfahren bei einem Überschreiten eines Maximalwertes durch die Konzentrationsänderung des Leckagegases ein Stoppsignal für einen Betriebsstopp des Brennstoffzellensystems ausgegeben wird. Wird beispielsweise die, weiter oben bereits erläuterte, absolute Grenze für eine Menge an Leckagegas in der Abluft überschritten, so würde ein Weiterbetrieb mit hoher Leckage zu unerwünschter Beeinträchtigung der Umgebung führen. Darüber hinaus ist es auch von Vorteil die Menge an Leckagegas innerhalb des Brennstoffzellensystems zu kennen, um eine Explosionsgefahr im Brennstoffzellensystem zu vermeiden. Insbesondere kann also von der Menge an Leckagegas in der Abluft auf eine Menge an Leckagegas innerhalb des Brennstoffzellensystems rückgeschlossen werden. Die Ausgabe eines Stoppsignals dient also zur Absicherung der Umgebung gegen eine erhöhte Konzentration an Leckagegas. Das Stoppsignal nimmt damit direkt Einfluss auf die Betriebsweise des Brennstoffzellensystems und gibt als absolute Grenze oder als Gradient der Änderung eine entsprechende Kontrollfunktion an den Betrieb des Brennstoffzellensystems weiter.

Vorteile bringt es darüber hinaus mit sich, wenn bei einem erfindungsgemäßen Erkennungsverfahren die Variation der Zufuhrmenge an Frischluft um einen vordefinierten Wert, insbesondere regelmäßig um den gleichen vordefinierten Wert, erfolgt. Es wurde bereits erläutert, dass es notwendig ist in regelmäßigen oder in unregelmäßigen Abständen die Menge an Frischluft zu variieren. Wird dabei um jeweils den gleichen Wert variiert, also beispielsweise entweder prozentual oder absolut um die gleiche Menge erhöht oder reduziert, so führt dies zu einer vereinfachten Kontrolle und einer erleichterten Auswertung der nachfolgend bestimmten Parameter. Auch dabei ist vorzugsweise die Sättigung des Sensors zu berücksichtigen.

Vorteilhaft ist es ebenfalls, wenn bei einem erfindungsgemäßen Erkennungsverfahren nach einer bestimmten relativen Konzentrationsänderung eine Sättigung des relativen Gassensors überwacht wird, wobei in Abhängigkeit der überwachten Sättigung, insbesondere beim Erreichen eines vordefinierten Sättigungsgrades, die Variation der Zufuhrmenge an Frischluft wiederholt wird. Über den Verlauf der Sättigungskurve eines relativen Gassensors wird dieser einen Konzentrationsausgleich des Sättigungsgrades mit der Konzentration des Leckagegases in der Abluft durchführen. Mit anderen Worten wird beim Erreichen eines solchen Konzentrationsausgleichs kein relativer Konzentrationsunterschied mehr erkennbar und kein Signal vom relati-

ven Gassensor mehr ausgegeben. Sobald dies der Fall ist, wird bei dieser Ausführungsform eine Variation der Frischluft durchgeführt, sodass aktiv eine relative Konzentrationsänderung erzwungen und damit ein wieder neu beginnender Sättigungsausgleich gestartet wird. Dabei kann es möglich sein, die Sättigung abzuwarten oder aber einen maximalen Sättigungsgrad zuzulassen, um eine vollständige Sättigung des Gassensors durch regelmäßige Variation des Volumenstroms an Frischluft zu vermeiden.

Weiter ist es möglich, wenn bei einem erfindungsgemäßen Erkennungsverfahren die Variationsrichtung der Variation der Zufuhrmenge an Frischluft wenigstens einer der folgenden Parameter berücksichtigt wird:

- Variationsrichtung der vorherigen Variation,
- Änderungsrichtung der relativen Konzentrationsänderung.

Bei der voranstehenden Aufzählung handelt es sich um eine nicht abschließende Liste. Beispielsweise kann auf Basis der vorhergehenden Variationsrichtung bei der folgenden Variation die umgekehrte Variationsrichtung durchgeführt werden. So ist es beispielsweise möglich, dass ein Pendelbetrieb zwischen zwei unterschiedlichen Zufuhrmengen an Frischluft die gewünschte iterative Variation der Zufuhrmenge ermöglicht. Auch basierend auf der Änderungsrichtung der relativen Konzentrationsänderung kann die Variationsrichtung angepasst werden. So kann auf diese Weise insbesondere vermieden werden, dass durch ein ständiges Steigern der Zufuhrmenge an Frischluft der Grad der Verdünnung des Leckagegases zu stark ansteigt. Dies würde dazu führen, dass möglicherweise die Sensitivitätsgrenze für Konzentrationsänderungen des Leckagegases am relativen Gassensor unterschritten und auf diese Weise die Funktionsweise der Erkennung beeinträchtigt wird.

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.

- Fig. 1 eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Erkennungsvorrichtung,
- Fig. 2 eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Erkennungsvorrichtung,

- Fig. 3 eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Erkennungsvorrichtung,
- Fig. 4 eine Möglichkeit für Konzentrationsverläufe,
- Fig. 5 eine weitere Möglichkeit für Konzentrationsverläufe und
- Fig. 6 eine weitere Möglichkeit für Konzentrationsverläufe.

Figur 1 zeigt schematisch eine Erkennungsvorrichtung 10 mit einem Erkennungskanal 20. Über einen Kanaleinlass 22 kann Frischluft F und aus einem hier nicht dargestellten Brennstoffzellegehäuse 110 Leckagegas L, in den Erkennungskanal 20 eintreten. Über einen Kanalauslass 24 kann die Kombination aus Leckagegas L und Frischluft F in Form der Abluft A den Erkennungskanal 20 wieder verlassen.

Um den beschriebenen Förderweg zu gewährleisten ist im Kanalauslass 24 eine Fördervorrichtung 40 angeordnet, welche den Volumenstrom durch den Erkennungskanal 20 kontrollieren kann. Mit anderen Worten wird durch die Fördervorrichtung 40 ein Unterdruck im Erkennungskanal 20 erzeugt, durch welchen Frischluft F und vorzugsweise auch Leckagegas L durch den Kanaleinlass 22 angesaugt wird. Im Kanalauslass 24 ist hier zusätzlich ein relativer Gassensor 30 angeordnet, welcher relative Konzentrationsänderungen an Leckagegas L in der Abluft A wahrnehmen kann. Um diese Mengen zu korrelieren, ist sowohl der relative Gassensor 30 als auch die Fördervorrichtung 40 mit einem Kontrollmodul 70 verbunden, sodass über eine Variation der Zufuhrmenge an Frischluft F die beschriebene Konzentrationsänderung an Leckagegas L in der Abluft A für den relativen Gassensor 30 erzwungen werden kann.

In Figur 2 ist eine weitere Ausführungsform einer Erkennungsvorrichtung 10 dargestellt, welche auf der Ausgestaltung der Figur 1 beruht. Jedoch ist hier der Kanaleinlass 22 im Wesentlichen ausschließlich für die Zufuhr von Frischluft F ausgestattet. Das Leckagegas L wird durch einen separaten Gehäuseeinlass 26 von einem hier ebenfalls nicht dargestellten Brennstoffzellegehäuse 110 in den Erkennungskanal 20 eingebracht. Der Erkennungskanal 20 dient auch hier der Vermischung von Leckagegas L und Frischluft F zur Abluft A, welche in identischer Weise zur Ausführungsform der Figur 1 durch die Fördervorrichtung 40 angesaugt und über den Kanalauslass 24 an die Umgebung abgegeben werden kann.

Bei der Ausgestaltung der Figur 3 handelt es sich um eine Möglichkeit das Brennstoffzellengehäuse 110 identisch oder im Wesentlichen identisch mit dem Erkennungskanal 20 auszugestalten. Der Erkennungskanal 20 und das Brennstoffzellengehäuse 110 sind hier also als Konstruktionseinheit ausgebildet. Über den Kanaleinlass 22 links oben wird hier über eine separate Fördervorrichtung 40 Frischluft angesaugt und in das Brennstoffzellengehäuse 110 und damit in den Erkennungskanal 20 eingebracht. In der Figur 1 und 2 beschriebenen Weise erfolgt die Vermischung von Leckagegas L aus dem Brennstoffzellensystem 100 und der Frischluft F im Brennstoffzellengehäuse 110 zur Abluft A, welche über die weitere Fördervorrichtung 40 und den Kanalauslass 24 an die Umgebung gefördert wird. Neben dem relativen Gassensor 30 ist hier in dem Kanaleinlass 22 zusätzlich ein Strömungssensor 50 vorgesehen, welcher die quantitative Analyse der Zufuhrmenge an Frischluft F weiter verbessert. Auch ist ein Drucksensor 60 vorgesehen, welcher eine Druckdifferenz zwischen dem Innenraum des Brennstoffzellengehäuses 110 und damit dem Erkennungskanal 20 sowie der Umgebung außerhalb des Brennstoffzellengehäuses 110 ermöglicht.

Figur 4 zeigt schematisch einen möglichen Verlauf eines Signals des Relativsensors bei einem erfindungsgemäßen Erkennungsverfahren. Beispielsweise ist der relative Gassensor 30 im Wesentlichen vollständig gesättigt, sodass der aktuell bestimmte Messwert auf der Nulllinie verläuft. Wird nun gemäß der unteren Darstellung die Zufuhrmenge an Frischluft F stufenweise erhöht, so führt dies zu einer veränderten Konzentrationssituation zwischen Frischluft und Leckagegas, sodass entsprechend auch ein Ausschlag in der relativen Konzentrationsbestimmung des Gassensors 30 für das Leckagegas L zum gleichen oder zeitlich etwas verzögerten Zeitpunkt erfolgt. Bei weiter kontinuierlich verlaufender Zufuhrmenge an Frischluft F wird durch die Sättigung des Gassensors 30 das Sensorsignal, wie in der Figur 4 gezeigt, sich nun wieder der Nulllinie annähern.

Die Figur 5 zeigt, dass in Abhängigkeit der Sättigung nun über einen zweiten Schritt nochmals die Zufuhrmenge an Frischluft F variiert wird, kurz bevor oder sobald die Kurve für das Leckagegas L wieder die Nulllinie und damit den Sättigungspunkt erreicht hat. Bei dieser Ausführungsform ist darüber hinaus der Schritt der Variation jedes Mal gleich groß, sodass eine vereinfachte Kontrolle zur Verfügung gestellt wird.

In der Figur 6 ist dargestellt, dass bei einer Variation der Zufuhrmenge an Frischluft F auch unterschiedliche Variationsrichtungen, hier ein Pendelbetrieb um jeweils den gleichen Abstand, möglich wird. So ist es hier möglich, in einem ersten Schritt die Zufuhrmenge an Frischluft F zu steigern und in einem zweiten Schritt die Zufuhrmenge an Frischluft F zu verringern.

Die voranstehende Erläuterung der Ausführungsformen beschreibt die vorliegende Erfindung ausschließlich im Rahmen von Beispielen. Selbstverständlich können einzelne Merkmale der Ausführungsformen, sofern technisch sinnvoll, frei miteinander kombiniert werden, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

**Bezugszeichenliste**

10	Erkennungsvorrichtung
20	Erkennungskanal
22	Kanaleinlass
24	Kanalauslass
26	Gehäuseeinlass
30	relativer Gassensor
40	Fördervorrichtung
50	Strömungssensor
60	Drucksensor
70	Kontrollmodul
100	Brennstoffzellensystem
110	Brennstoffzellegehäuse
L	Leckagegas
F	Frischlufte
A	Ablufte

### Patentansprüche

1. Erkennungsvorrichtung (10) für eine Erkennung von Leckagegas (L) an einem Brennstoffzellensystem (100), aufweisend einen Erkennungskanal (20) zur Aufnahme von Leckagegas (L) aus einem Brennstoffzelligegehäuse (110) mit einem Kanaleinlass (22) zum Einlass von Frischluft (F) und einem Kanalauslass (24) zum Auslass von Abluft (A), wobei im Kanalauslass (24) zumindest ein relativer Gassensor (30) zur Erkennung von relativen Konzentrationsänderungen des Leckagegases (L) in der Abluft (A) angeordnet ist, wobei weiter im Kanaleinlass (22) und/oder im Kanalauslass (24) wenigstens eine Fördervorrichtung (40) zum Erzeugen eines definierten Volumenstroms durch den Erkennungskanal (20) angeordnet ist.
2. Erkennungsvorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fördervorrichtung (40) stromabwärts des relativen Gassensors (30) im Kanalauslass (24) angeordnet ist.
3. Erkennungsvorrichtung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Erkennungskanal (20) einen Gehäuseeinlass (26) aufweist für eine fluidkommunizierende Verbindung mit dem Brennstoffzelligegehäuse (110) zur Aufnahme des Leckagegases (L).
4. Erkennungsvorrichtung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Erkennungskanal (20) das Brennstoffzelligegehäuse (110) zumindest abschnittsweise, insbesondere vollständig oder im Wesentlichen vollständig, aufweist.
5. Erkennungsvorrichtung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Kanaleinlass (22) und/oder im Kanalauslass (24) zumindest ein Strömungssensor (50) angeordnet ist für eine Bestimmung des Volumenstroms an Frischluft (F) und/oder an Abluft (A).
6. Erkennungsvorrichtung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Erkennungskanal (20) ein Drucksensor (60) angeordnet ist für eine Bestimmung eines Differenzdrucks zwischen dem Erkennungskanal (20) und der Umgebung.

7. Erkennungsvorrichtung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der relative Gassensor (30) für die Erkennung von relativen Konzentrationsänderungen von wenigstens einem der folgenden Leckagegase (L) ausgebildet ist:
  - Kohlenmonoxid
  - Methan
  - Wasserstoff
8. Erkennungsverfahren zum Erkennen von Leckagegas (L) beim Betrieb eines Brennstoffzellensystems (110), insbesondere mittels einer Erkennungsvorrichtung (10) mit den Merkmalen eines der Ansprüche 1 bis 7, aufweisend die folgenden Schritte:
  - Variation einer Zufuhrmenge an Frischluft (F),
  - Bestimmen einer relativen Konzentrationsänderung des Leckagegases (L).
9. Erkennungsverfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Konzentrationsänderung des Leckagegases (L) und die Zufuhrmenge an Frischluft (F) quantitativ bestimmt werden, wobei auf Basis dieser quantitativen Bestimmung die absolute Konzentration an Leckagegas (L) ermittelt wird.
10. Erkennungsverfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine absolute Konzentration an Leckagegas (L) als Referenzwert gespeichert wird.
11. Erkennungsverfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Variation der Zufuhrmenge an Frischluft (F) wiederholt, insbesondere in regelmäßigen Abständen, durchgeführt wird.
12. Erkennungsverfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einem Überschreiten eines Maximalwertes durch die Konzentrationsänderung des Leckagegases (L) ein Stoppsignal für einen Betriebsstopp des Brennstoffzellensystems (100) ausgegeben wird.

13. Erkennungsverfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Variation der Zufuhrmenge an Frischluft (F) um einen vordefinierten Wert, insbesondere regelmäßig um den gleichen vordefinierten Wert, erfolgt.
14. Erkennungsverfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach einer bestimmten relativen Konzentrationsänderung eine Sättigung des relativen Gassensors (30) überwacht wird, wobei in Abhängigkeit der überwachten Sättigung, insbesondere beim Erreichen eines vordefinierten Sättigungsgrades, die Variation der Zufuhrmenge an Frischluft (F) wiederholt wird.
15. Erkennungsverfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die Variationsrichtung der Variation der Zufuhrmenge an Frischluft (F) wenigstens einer der folgenden Parameter berücksichtigt wird:
  - Variationsrichtung der vorherigen Variation
  - Änderungsrichtung der relativen Konzentrationsänderung

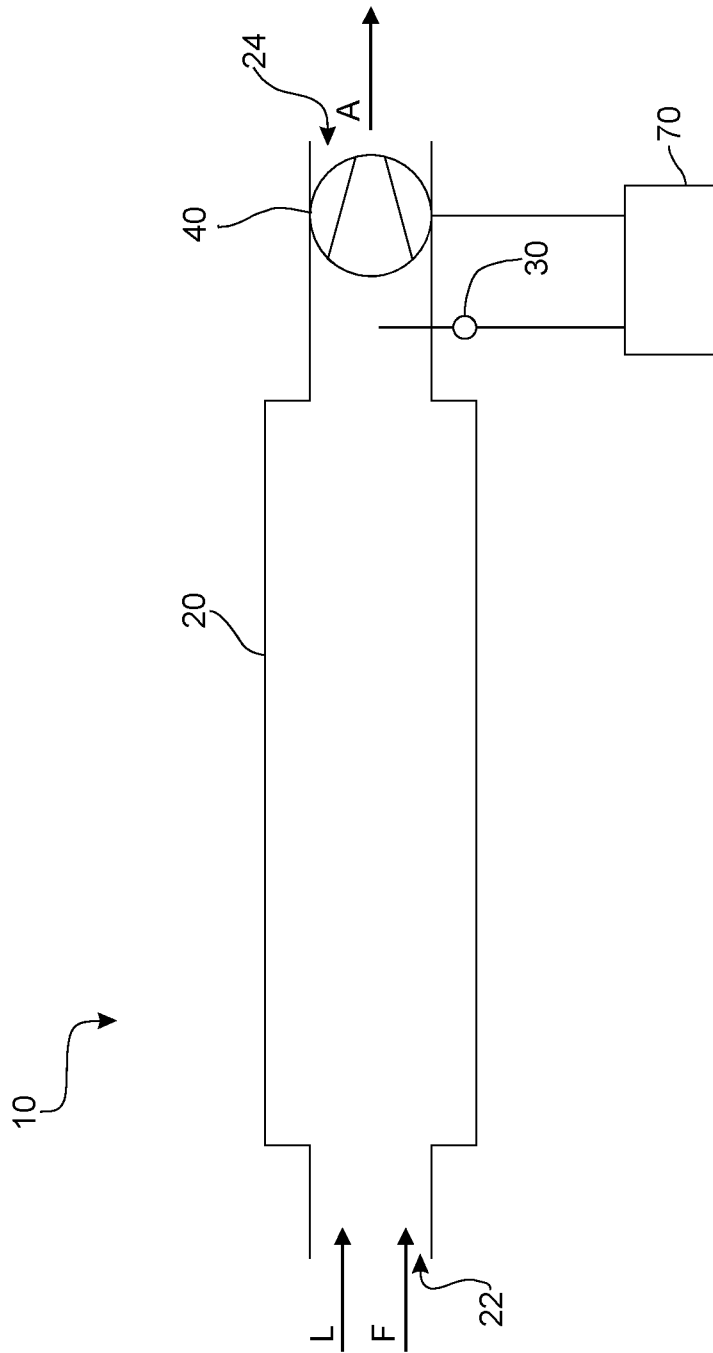


Fig. 1

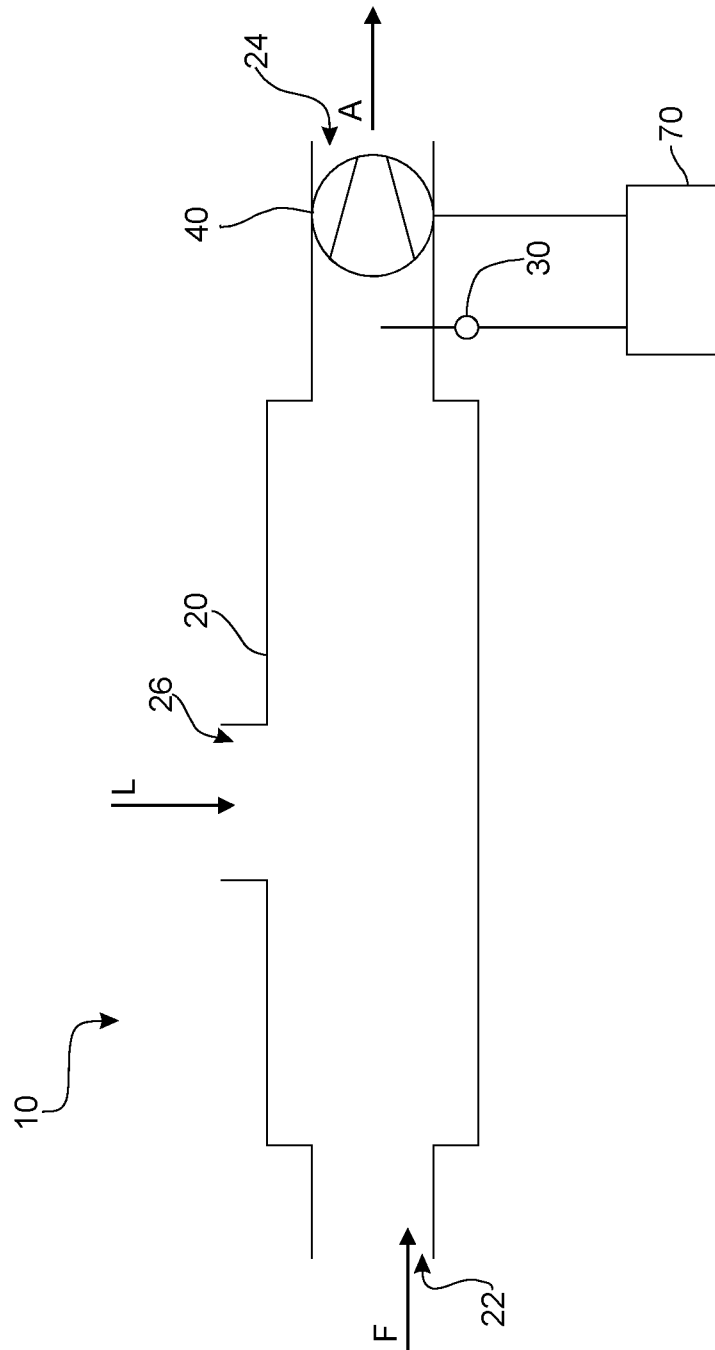


Fig. 2

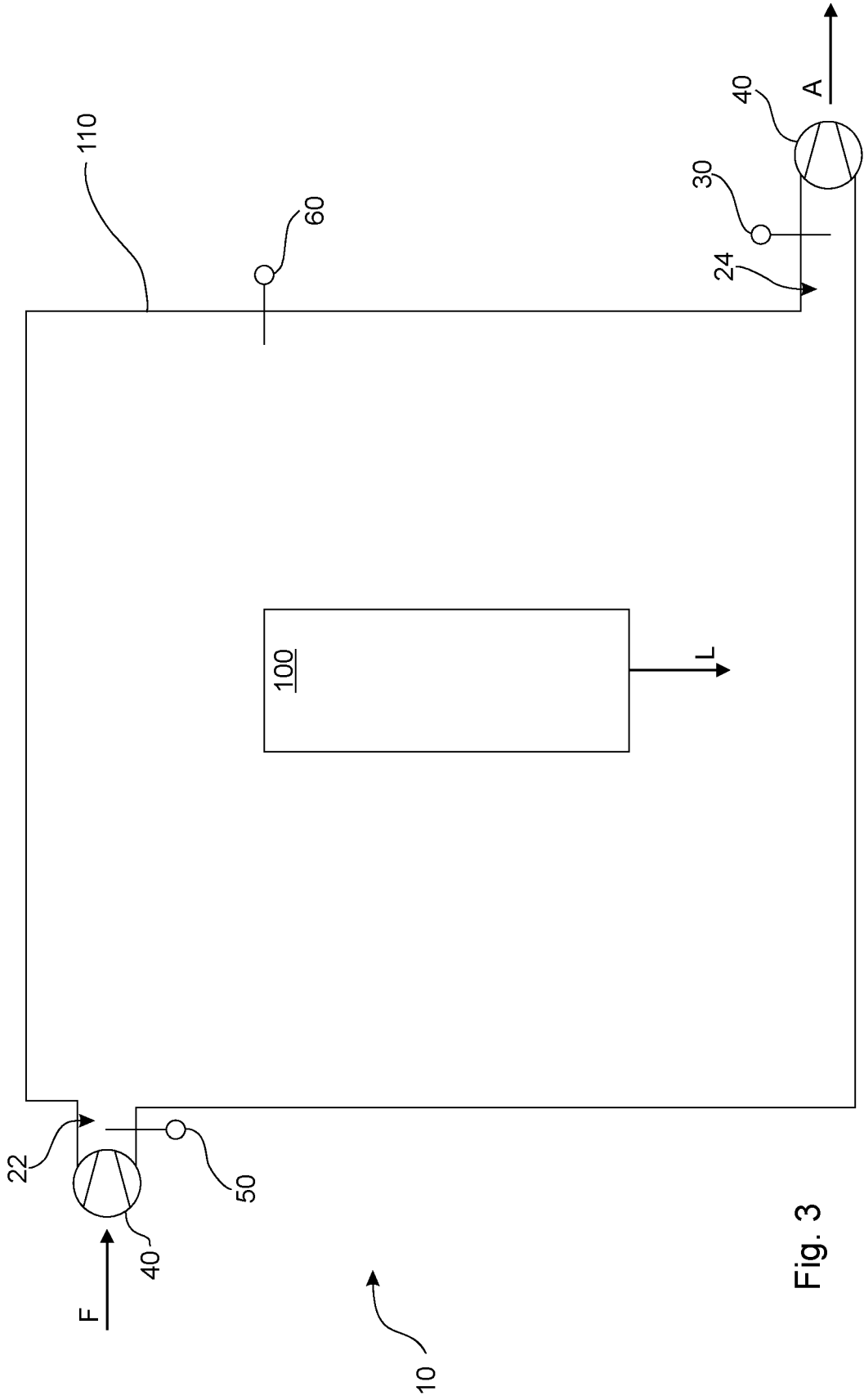


Fig. 3

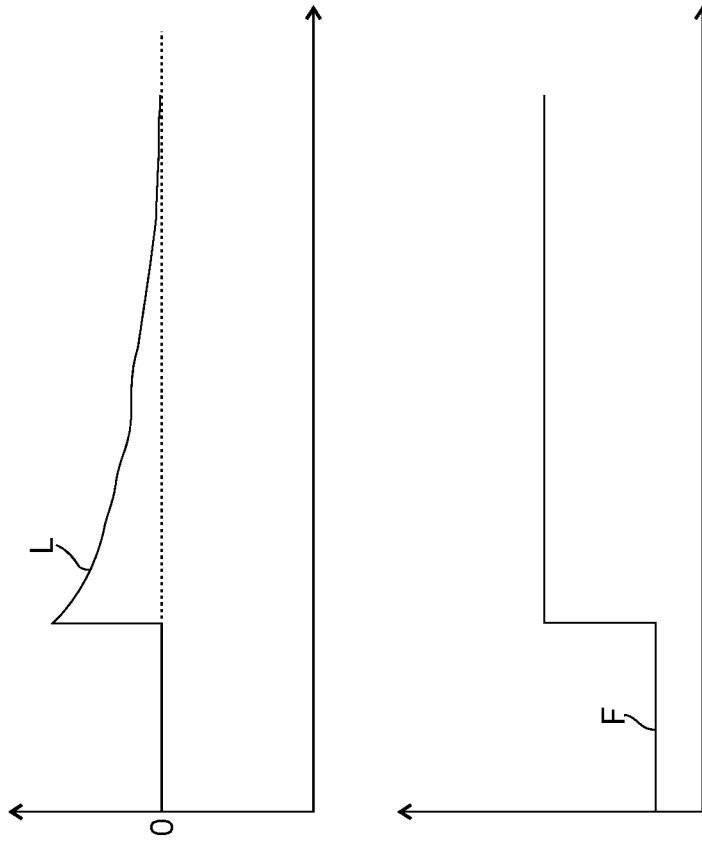


Fig. 4

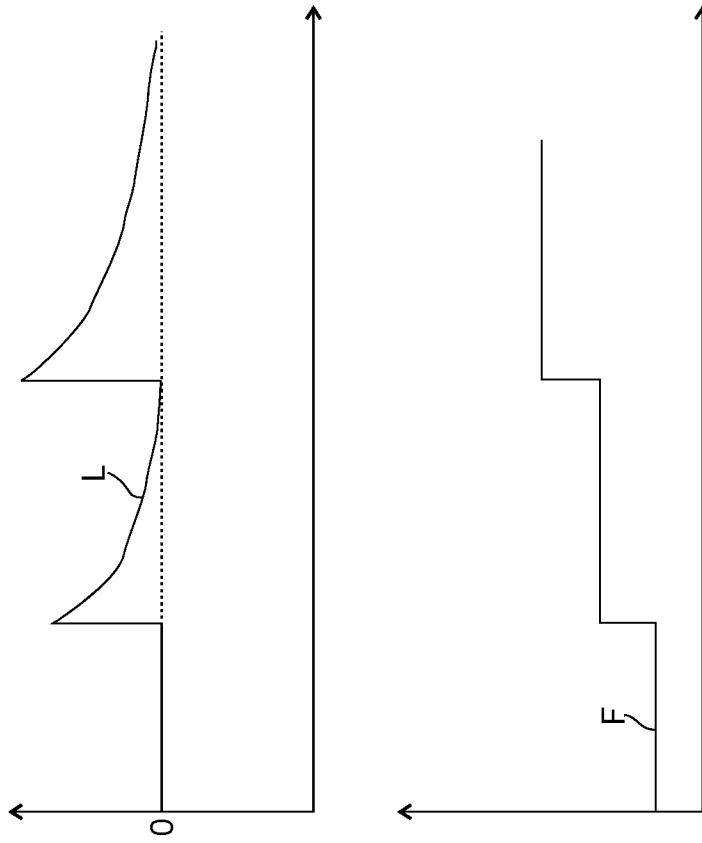


Fig. 5

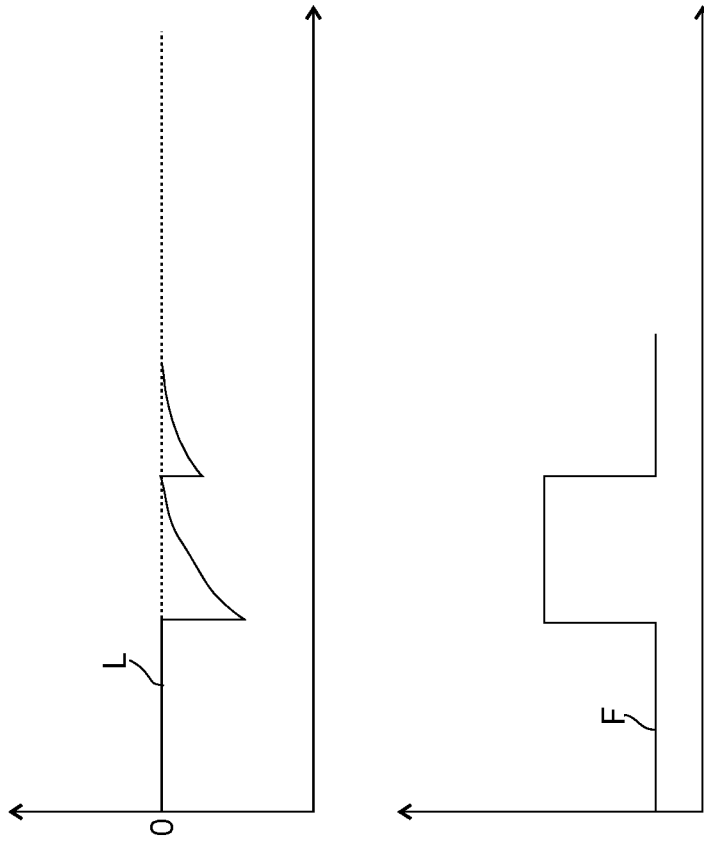


Fig. 6

Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß IPC:  
**H01M 8/04664** (2016.01); **H01M 8/04746** (2016.01); **H01M 8/0438** (2016.01); **H01M 8/04089** (2016.01); **H01M 8/247** (2016.01)

Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß CPC:  
**H01M 8/04679** (2016.02); **H01M 8/04746** (2016.02); **H01M 8/0438** (2016.02); **H01M 8/04089** (2016.02); **H01M 8/247** (2016.02)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):  
 H01M

Konsultierte Online-Datenbank:  
 EPODOC, WPI, Volltext-Patentdatenbanken EN und DE, XPESP

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 26.08.2020 eingereichten Ansprüchen 1-15 erstellt.

Kategorie <sup>*)</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	WO 2019089413 A1 (NUVERA FUEL CELLS LLC [US]) 09. Mai 2019 (09.05.2019) [0010], [0038], [0039]	8, 9
Y	[0010], [0021]-[0039]; Figur 2	1-7
X	EP 0827226 A2 (GENERAL MOTORS CORP. [US]) 04. März 1998 (04.03.1998) Spalte 7, Zeile 16 - Spalte 9, Zeile 8	8-10, 12
Y	WO 2014060949 A2 (SCHLUMBERGER TECHNOLOGY B.V. [NL]) 24. April 2014 (24.04.2014) [0062]-[0079], [0131]-[0140]	1-7
A	Lin Tzu-Ching et al. "Temperature effect on hydrogen response for cracked carbon nanotube/nickel (CNT/Ni) composite film with horizontally aligned carbon nanotubes" Sensors and Actuators B: Chemical, 2013, 548-552, 25. Mai 2013 (25.05.2013) [online], [abgerufen am 19.05.2021] <doi:10.1016/j.snb.2013.05.067> Gesamtes Dokument	1

Datum der Beendigung der Recherche: 20.05.2021      Seite 1 von 1      Prüfer(in): ENGLISCH Julia

<sup>\*)</sup> **Kategorien** der angeführten Dokumente:  
**X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.  
**Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldegegenstand 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.