



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.04.2021 Patentblatt 2021/17

(51) Int Cl.:
F17C 13/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20197197.5**

(22) Anmeldetag: **21.09.2020**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Robert Bosch GmbH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **Stoll, Oliver**
73230 Kirchheim-Teck (DE)
• **Hermann, Udo**
71576 Burgstetten (DE)
• **Tippelt, Tobias**
70197 Stuttgart (DE)

(30) Priorität: **25.10.2019 DE 102019216499**

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM ERMITTELN EINES VERBRAUCHS EINES GASES AUS EINER ZUMINDEST TEILWEISE MIT GAS GEFÜLLTEN GASFLASCHE**

(57) Es wird eine Vorrichtung (10) und ein Verfahren zum Ermitteln eines Verbrauchs eines Gases (12) aus einer zumindest teilweise mit Gas (12) gefüllten Gasflasche (14) vorgeschlagen. Die Vorrichtung (10) umfasst eine Sendeeinheit (20), die mit einer Gasflasche (14) verbindbar und zum Aussenden mindestens einer Schallwelle in das Innere der Gasflasche (14) ausgebildet ist, und eine Empfangseinheit (22), die mit der Gasflasche (14) verbindbar und zum Erfassen einer Frequenz einer in einem Gas (12) im Inneren der Gasflasche (14) durch die Schallwelle erzeugten Schwingung ausgebildet ist. Ein Verbrauch des Gases (12) aus der Gasflasche (14) ist basierend auf einer Frequenz der Schwingung ermittelbar.

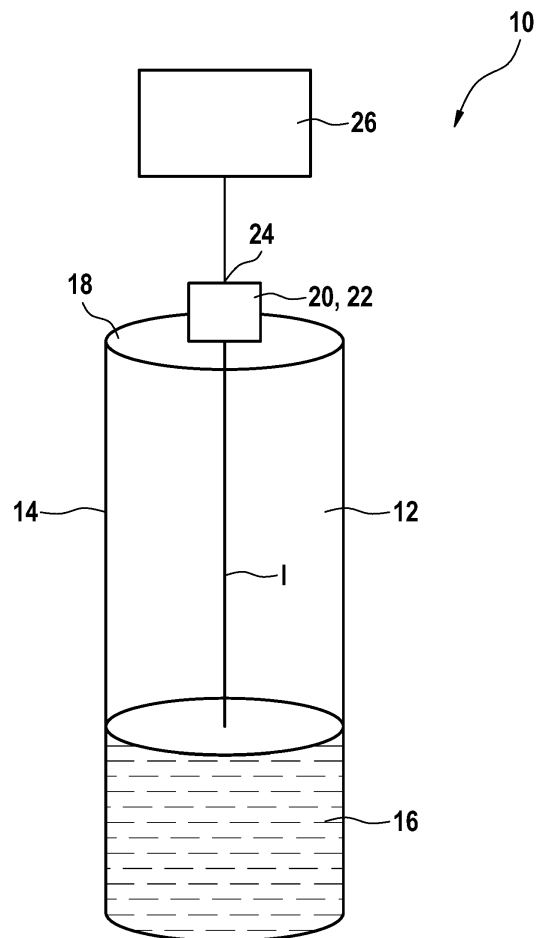


FIG. 1

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Ermitteln eines Verbrauchs eines Gases aus einer zumindest teilweise mit Gas gefüllten Gasflasche. Derartige Gasflaschen finden in vielfältigen technischen Gebieten Anwendung, aber auch im Bereich der Industrie- und Haushaltstechnik, wie beispielsweise in CO₂-Trinkwassersprudlern. Grundsätzlich ist der Einsatz solcher Vorrichtungen auch in anderen Einsatzgebieten denkbar.

[0002] Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, dass über den Verbrauch des Gases aus einer Gasflasche für Flüssiggas durch einzelne Messmethoden wie beispielsweise der Messung des Füllstandes der Flüssigkeit in der Gasflasche, der Messung des Gasdruckes in der Gasflasche oder der Messung des Gewichtes der Gasflasche Informationen gewonnen werden können.

[0003] Trotz der durch diese Messmethoden bewirkten Vorteile besteht nach wie vor ein Verbesserungsbedarf. So liefern einzelne Messmethoden nur jeweils über bestimmte Zeiträume Informationen zum Gasverbrauch aus einer Gasflasche mit Flüssiggas und können durch externe Effekte wie Temperaturschwankungen verfälscht werden. Beispielsweise liefert die Bestimmung der Füllstandshöhe des Flüssiggases im Inneren der Gasflasche mithilfe eines Ultraschallpulses, welcher an der Oberfläche der flüssigen Phase reflektiert wird und bei dem anhand der Flugzeit die Strecke bestimmt wird, nur begrenzt genau Informationen zum Gasverbrauch aus einer Gasflasche mit Flüssiggas. Eine Zeitmessung der Laufzeit eines hin- und zurücklaufenden Pulses kann somit unter Umständen nicht sehr genau gemessen werden.

Offenbarung der Erfindung

[0004] Es wird daher eine Vorrichtung zum Ermitteln eines Verbrauchs eines Gases aus einer zumindest teilweise mit Gas gefüllten Gasflasche vorgeschlagen, die die oben genannten Nachteile zumindest weitgehend vermeidet und die insbesondere eine zuverlässige und genaue Ermittlung des Gasverbrauchs über die gesamte Dauer von der vollständig mit Flüssiggas gefüllten Gasflasche bis zur leeren Gasflasche mit einem internen Druck auf Umgebungsdruckniveau erlaubt.

[0005] Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Ermitteln eines Verbrauchs eines Gases aus einer zumindest teilweise mit Gas gefüllten Gasflasche, umfasst eine Sendeeinheit, die mit einer Gasflasche verbindbar und zum Aussenden mindestens einer Schallwelle in das Innere der Gasflasche ausgebildet ist, und eine Empfangseinheit, die mit der Gasflasche verbindbar und zum Erfassen einer Frequenz einer in einem Gas im Inneren der Gasflasche durch die Schwallwelle erzeugten Schwingung ausgebildet ist. Ein Verbrauch des Gases

aus der Gasflasche ist dabei basierend auf einer Frequenz der Schwingung ermittelbar.

[0006] Die Bestimmung einer Frequenz einer im Gas erzeugten Schwingung ist im Vergleich zu einer Zeitmessung der Laufzeit eines hin- und zurücklaufenden Pulses deutlich präziser und kann durch eine Verlängerung des Messzeitraumes immer weiter präzisiert werden. Dadurch ergibt sich ein Vorteil in der Genauigkeit, welcher sich auch auf die Kosten der benötigten Komponenten auswirken kann, da nicht mehr die präzise Zeitmessung eines kurzen Intervalls benötigt wird.

[0007] Ein Verbrauch des Gases aus der Gasflasche ist insbesondere basierend auf einer Resonanzfrequenz der Schwingung ermittelbar. Mit anderen Worten ist die Vorrichtung ausgebildet, eine akustische Welle zu erzeugen. Diese bildet eine stehende Welle im Gasvolumen oberhalb des Flüssigkeitsvolumens. Dabei ist die Wellenlänge mit der Höhe der Gassäule korreliert, so dass über diese Resonanzfrequenz die Höhe der Säule bestimmt werden kann.

[0008] Die Sendeeinheit und die Empfangseinheit können zu einer Einheit integriert sein. Dadurch lässt sich die Vorrichtung insgesamt kompakt gestalten.

[0009] Die Sendeeinheit und/oder die Empfangseinheit kann mit dem Kopfe der Gasflasche verbindbar sein. Da Gasflaschen üblicherweise in Schwerkraftrichtung orientiert verwendet werden, ist die Gassäule in der Gasflasche exakt in Schwerkraftrichtung ausgerichtet, so dass die Messung der Frequenz präzise ist.

[0010] Der Verbrauch des Gases aus der Gasflasche kann basierend auf zwei Messwerten der Frequenz der Schwingung ermittelbar sein. Somit lässt sich der Gasverbrauch beispielsweise über eine Differenz der Messwerte ermitteln.

[0011] Die Empfangseinheit bzw. die Vorrichtung kann eine Schnittstelle zum Kommunizieren mit einer externen Datenverarbeitungsvorrichtung aufweisen. Damit lassen sich Informationen über den Gasverbrauch auch an eine räumlich getrennte Datenverarbeitungsvorrichtung übermitteln. Entsprechend erlaubt dies eine Fernabfrage über den Gasverbrauch, was die Benutzerfreundlichkeit erhöht.

[0012] Die Schnittstelle kann zum kabelgebundenen oder kabellosen Kommunizieren mit der externen Datenverarbeitungsvorrichtung ausgebildet sein. Somit kann die Art der Kommunikation nach Bedarf gewählt werden.

[0013] Die Vorrichtung kann weiterhin zum Ermitteln einer Temperatur des Gases in der Gasflasche basierend auf einer Frequenz der Schwingung ausgebildet sein. So kann insbesondere bei einer von Flüssigkeiten leeren Flasche eine Temperaturmessung durchgeführt werden, da die Schallgeschwindigkeit alleine von der Temperatur abhängt. Somit kann aus der gemessenen Resonanzfrequenz die Temperatur bestimmt werden. Dadurch kann auch eine optionale Druckmessung des Gases in der Gasflasche präzisiert werden, da der Druck in der Flasche nicht nur vom Füllstand, sondern auch von der Temperatur abhängig ist, was eine reine Druck-

messung verfälscht.

[0014] In einem weiteren Aspekt wird ein Verfahren zum Ermitteln eines Verbrauchs eines Gases aus einer zumindest teilweise mit Gas gefüllten Gasflasche vorgeschlagen. Das Verfahren umfasst die folgenden Schritte, bevorzugt in der angegebenen Reihenfolge:

Aussenden einer Schallwelle in das Innere der Gasflasche derart, dass eine Schwingung in dem Gas erzeugt wird,
Erfassen der erzeugten Schwingung und
Ermitteln eines Verbrauchs des Gases aus der Gasflasche basierend auf einer Frequenz der Schwingung.

[0015] Das Verfahren kann insbesondere unter Verwendung einer Vorrichtung nach den vorstehenden Ausführungen durchgeführt werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0016] Weitere optionale Einzelheiten und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele, welche in den Figuren schematisch dargestellt sind.

[0017] Es zeigt:

Figur 1 eine Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Ausführungsformen der Erfindung

[0018] Figur 1 zeigt eine Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 10. Die Vorrichtung 10 ist zum Ermitteln eines Verbrauchs eines Gases 12 aus einer zumindest teilweise mit Gas 12 gefüllten Gasflasche 14 ausgebildet. Das Gas 12 ist beispielsweise CO₂. Lediglich beispielhaft ist ein Zustand dargestellt, in dem das Gas 12 teilweise flüssig ist, so dass die Gasflasche 14 teilweise mit Flüssiggas 16 gefüllt ist, über dem sich das Gas 12 in seinem gasförmigen Zustand befindet. Im Bereich eines Kopfendes 18 der Gasflasche befindet sich somit Gas 12 in seinem gasförmigen Zustand.

[0019] Die Vorrichtung 10 umfasst eine Sendeeinheit 20. Die Sendeeinheit 18 ist mit der Gasflasche 14 verbindbar, insbesondere mit dem Kopfende 18. Die Sendeeinheit 20 ist zum Aussenden mindestens einer Schallwelle in das Innere der Gasflasche 14 ausgebildet ist.

[0020] Die Vorrichtung 10 umfasst weiterhin eine Empfangseinheit 22. Die Empfangseinheit 22 ist ebenfalls mit der Gasflasche 14 verbindbar, insbesondere mit dem Kopfende 18. Die Empfangseinheit 22 ist zum Erfassen einer Frequenz einer in dem Gas 12 im Inneren der Gasflasche 14 durch die Schallwelle erzeugten Schwingung ausgebildet. Die Sendeeinheit 20 und die Empfangseinheit 22 können zu einer Einheit integriert sein, wie in Figur 1 gezeigt ist. Ein Verbrauch des Gases 12 aus der Gasflasche 14 ist basierend auf einer Frequenz

und genauer einer Resonanzfrequenz der Schwingung ermittelbar. Beispielsweise kann der Verbrauch des Gases 12 aus der Gasflasche 14 basierend auf zwei Messwerten der Frequenz der Schwingung ermittelbar sein, beispielsweise in Form einer Differenz der Messwerte. Die Vorrichtung 10 kann weiterhin zum Ermitteln einer Temperatur des Gases 12 in der Gasflasche basierend auf einer Frequenz der Schwingung ausgebildet sein. So kann insbesondere bei einer von Flüssigkeiten leeren Gasflasche 14 eine Temperaturmessung durchgeführt werden, da die Schallgeschwindigkeit alleine von der Temperatur abhängt. Somit kann aus der gemessenen Resonanzfrequenz die Temperatur bestimmt werden. Dadurch kann auch eine optionale Druckmessung des Gases 12 in der Gasflasche 14 präzisiert werden, da der Druck in der Gasflasche 14 nicht nur vom Füllstand, sondern auch von der Temperatur abhängig ist, was eine reine Druckmessung verfälscht.

[0021] Optional kann die Vorrichtung 10 eine Schnittstelle 24 zum Kommunizieren mit einer externen Datenverarbeitungsvorrichtung 26 aufweisen, die beispielsweise an der Empfangseinheit vorgesehen ist. Die Schnittstelle 24 kann zum kabelgebundenen oder kabellosen Kommunizieren mit der externen Datenverarbeitungsvorrichtung 26 ausgebildet sein.

[0022] Nachstehend wird ein Verfahren zum Ermitteln eines Verbrauchs eines Gases 12 aus einer zumindest teilweise mit Gas 12 gefüllten Gasflasche 14 ausführlicher beschrieben. Das Verfahren kann unter Verwendung der Vorrichtung 10 durchgeführt werden.

[0023] Die Sendeeinheit 20 sendet eine Schallwelle bzw. akustische Welle in das Innere der Gasflasche 14 aus. Die Schallwelle bildet eine stehende Welle im Volumen des Gases 12 oberhalb des Volumens des Flüssiggases 16. Die so erzeugte Schwingung in Form der stehenden Welle wird von der Empfangseinheit 22 erfasst. Dabei ist die Wellenlänge der erfassten Schwingung mit der Höhe oder Länge l der Gassäule oberhalb des Flüssiggases 16 korreliert, so dass über diese Resonanzfrequenz die Höhe bzw. Länge l der Gassäule und somit der Flüssigkeitsstand des Flüssiggases 16 bestimmt werden kann. Eine stehende Welle in einer Röhre der Länge l hat die Wellenlänge $\lambda = 2l$ mit der Frequenz $f = c/\lambda = c/2l$. Dabei bezeichnet c die Schallgeschwindigkeit in der Gassäule, welche entsprechend dem idealen Gasgesetz als

$$c = \sqrt{\kappa \frac{p}{\rho}}$$

definiert ist. Dabei bezeichnet p den herrschenden Druck und ρ die Dichte des Gases und κ bezeichnet den Adiabatenexponent, welcher beispielsweise 1,4 für Sauerstoff und 1,29 für Kohlenstoffdioxid ist. Ausgehend beispielsweise von einer Flüssiggasflasche 14 gefüllt mit Kohlenstoffdioxid, welche beispielsweise 50 cm hoch ist und im vollen Zustand eine Füllhöhe von 45 cm hat ergibt

sich eine Resonanzfrequenz bei einem herrschenden Druck von 57,3 bar als der Dampfdruck von Kohlenstoffdioxid bei 20 °C von etwa 2500 Hz für die volle Flasche und etwa 250 Hz für die von Flüssigkeiten leere Flasche.

[0024] Bei einer von Flüssigkeiten leeren Flasche kann eine Temperaturmessung durchgeführt werden, da die Schallgeschwindigkeit alleine von der Temperatur abhängt, somit kann aus der gemessenen Resonanzfrequenz die Temperatur bestimmt werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (10) zum Ermitteln eines Verbrauchs eines Gases (12) aus einer zumindest teilweise mit Gas (12) gefüllten Gasflasche (14), umfassend:

eine Sendeeinheit (20), die mit einer Gasflasche (14) verbindbar und zum Aussenden mindestens einer Schallwelle in das Innere der Gasflasche (14) ausgebildet ist, und
eine Empfangseinheit (22), die mit der Gasflasche (14) verbindbar und zum Erfassen einer Frequenz einer in einem Gas (12) im Inneren der Gasflasche (14) durch die Schallwelle erzeugten Schwingung ausgebildet ist, wobei ein Verbrauch des Gases (12) aus der Gasflasche (14) basierend auf einer Frequenz der Schwingung ermittelbar ist.

2. Vorrichtung (10) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei ein Verbrauch des Gases (12) aus der Gasflasche (14) basierend auf einer Resonanzfrequenz der Schwingung ermittelbar ist.

3. Vorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Sendeeinheit (20) und die Empfangseinheit (22) zu einer Einheit integriert sind.

4. Vorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Sendeeinheit (20) und/oder die Empfangseinheit (22) mit einem Kopfende (18) der Gasflasche (14) verbindbar sind.

5. Vorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Verbrauch des Gases (12) aus der Gasflasche (14) basierend auf zwei Messwerten der Frequenz der Schwingung ermittelbar ist.

6. Vorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Empfangseinheit (22) eine Schnittstelle (24) zum Kommunizieren mit einer externen Datenverarbeitungsvorrichtung (26) aufweist.

7. Vorrichtung (10) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Schnittstelle (24) zum kabelgebundenen oder kabellosen Kommunizieren mit der

externen Datenverarbeitungsvorrichtung (26) ausgebildet ist.

8. Vorrichtung (10) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Vorrichtung (10) weiterhin zum Ermitteln einer Temperatur des Gases (12) in der Gasflasche (14) basierend auf einer Frequenz der Schwingung ausgebildet ist.

9. Verfahren zum Ermitteln eines Verbrauchs eines Gases (12) aus einer zumindest teilweise mit Gas gefüllten Gasflasche (14), umfassend:

Aussenden einer Schallwelle in das Innere der Gasflasche (14) derart, dass eine Schwingung in dem Gas (12) im Inneren der Gasflasche (14) erzeugt wird,
Erfassen der erzeugten Schwingung und
Ermitteln eines Verbrauchs des Gases (12) aus der Gasflasche (14) basierend auf einer Frequenz der Schwingung.

10. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei das Verfahren unter Verwendung einer Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 durchgeführt wird.

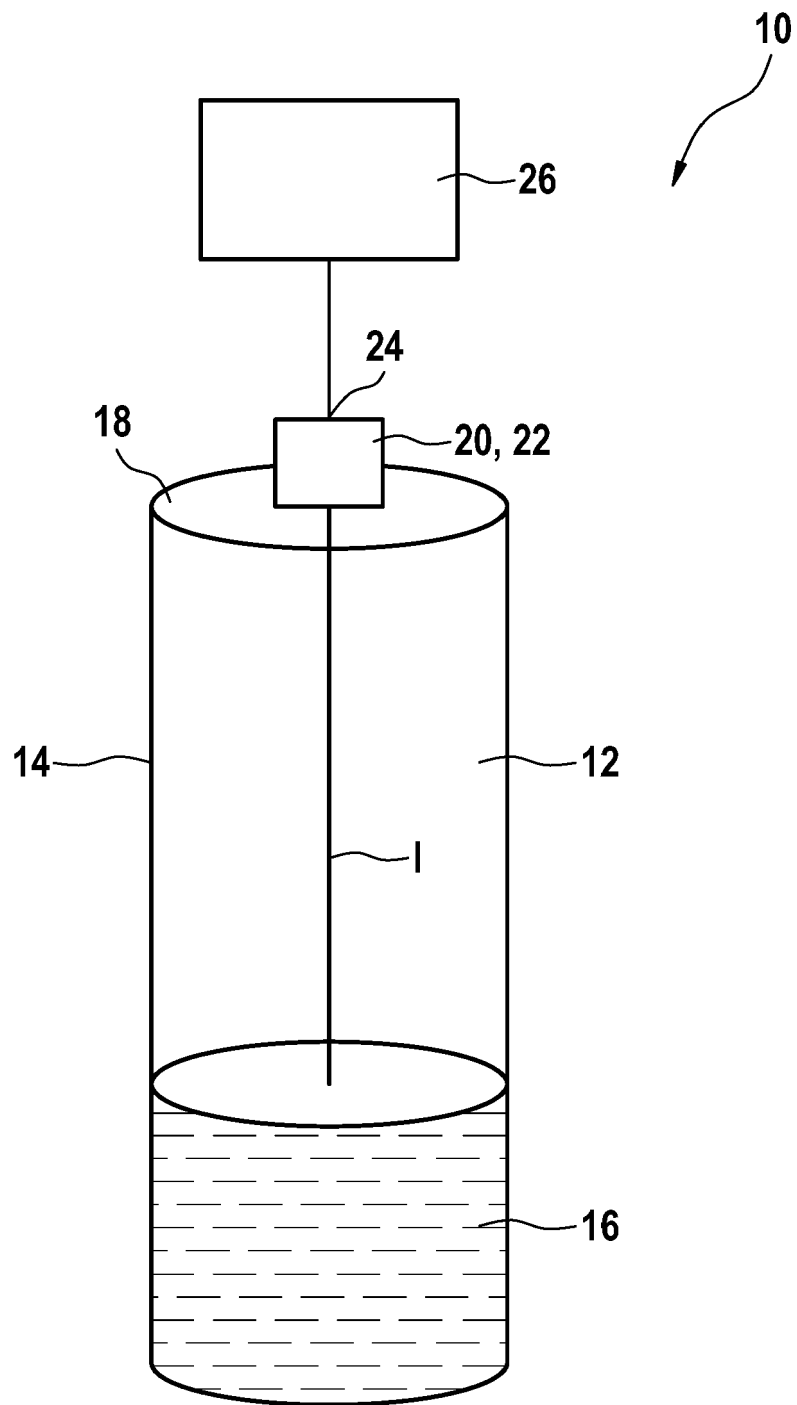


FIG. 1



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 19 7197

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	JP 2005 265625 A (YAMAHA CORP) 29. September 2005 (2005-09-29) * Absätze [0042] - [0046]; Abbildungen 1,2 *	1-10	INV. F17C13/02
X	US 2018/044159 A1 (CROUSE KENT ELDON [US] ET AL) 15. Februar 2018 (2018-02-15) * Absätze [0006], [0043], [0060]; Abbildungen 1,2 *	1-10	
X	DE 20 2011 110687 U1 (TRUMA GERÄTE-TECHNIK GMBH & CO KG [DE]) 27. Juli 2015 (2015-07-27) * Abbildung 1 *	1,3-5,9, 10	
X	DE 100 03 094 A1 (HAMILTON BONADUZ AG BONADUZ [CH]) 26. Juli 2001 (2001-07-26) * Abbildungen 1-3 *	1-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F17C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 10. März 2021	Prüfer Papagiannis, Michail
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 20 19 7197

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

10-03-2021

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	JP 2005265625 A	29-09-2005	KEINE	

15	US 2018044159 A1	15-02-2018	KEINE	

	DE 202011110687 U1	27-07-2015	KEINE	

20	DE 10003094 A1	26-07-2001	KEINE	

25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82