

(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
12. August 2021 (12.08.2021)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2021/156502 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01F 23/00 (2006.01) F17C 13/02 (2006.01)
F17C 5/00 (2006.01) B60K 15/03 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2021/052925

(22) Internationales Anmeldedatum:
08. Februar 2021 (08.02.2021)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2020 102 998.5
06. Februar 2020 (06.02.2020) DE

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

(72) Erfinder: KOBAN, Markus; Hans-Kohlmann-Straße 3,
85276 Pfaffenhofen an der Ilm (DE). PELGER, Andreas;
Seidl-Kreuz-Weg 70, 85737 Ismaning (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, 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, 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)

(54) Title: METHOD FOR DISPLAYING A FILL LEVEL OF A PRESSURE VESSEL, AND PRESSURE VESSEL ASSEMBLY

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM ANZEIGEN EINES FÜLLSTANDS EINES DRUCKBEHÄLTERS UND
DRUCKBEHÄLTERANORDNUNG

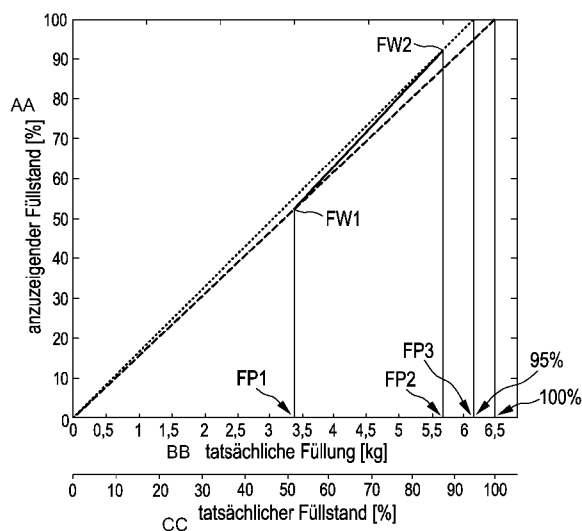


FIG. 2

AA Fill level to be displayed
BB Actual filling
CC Actual fill level

(57) Abstract: The technology disclosed here relates, according to the invention, to a method for displaying a fill level of a pressure vessel (20), wherein an actual fill level of the pressure vessel (20) is measured and a fill level to be displayed is calculated on the basis thereof. The fill level to be displayed is typically greater than or equal to the actual fill level, so that a refuelling, which is not complete but still corresponds to the norm, is not detected as a fault condition. The technology disclosed here also relates, according to the invention, to an associated pressure vessel assembly.

(57) Zusammenfassung: Die hier offenbarte Technologie betrifft erfindungsgemäß ein Verfahren zum Anzeigen eines Füllstands eines Druckbehälters (20), wobei ein tatsächlicher Füllstand des Druckbehälters (20) gemessen und basierend darauf ein anzuzeigender Füllstand berechnet wird. Der anzuzeigende Füllstand ist typischerweise größer oder gleich dem tatsächlichen Füllstand, so dass eine nicht vollständige, jedoch trotzdem der Norm entsprechende Betankung nicht als Fehlerzustand erkannt wird. Die hier offenbarte Technologie betrifft erfindungsgemäß ferner eine zugehörige Druckbehälteranordnung.

WO 2021/156502 A1

Verfahren zum Anzeigen eines Füllstands eines Druckbehälters und Druckbehälteranordnung

Die hier offenbarte Technologie betrifft ein Verfahren zum Anzeigen eines Füllstands eines Druckbehälters sowie eine zugehörige Druckbehälteranordnung.

Druckbehälter können beispielsweise in Kraftfahrzeugen oder in anderen Einheiten verwendet werden, um gasförmigen Brennstoff zu speichern. Derartige Druckbehälter können beispielsweise entsprechend der Norm SAEJ2601 betankt werden. Dabei ist es typischerweise das Ziel, am Ende der Betankung einen Füllstand (State of Charge, SoC) zwischen 95 % und 100 % zu erreichen. Ein Wert von 100 % bedeutet typischerweise eine volle Betankung, weniger als 95 % würde die Reichweite entsprechend reduzieren. Es sind jedoch auch Tankstellen bekannt, welche bereits früher, beispielsweise bei einem SoC von 93 %, abschalten.

Somit kann es sein, dass nach einer regulären Betankung der Füllstand unter 100 % liegt. Dies kann beim Kunden zu Verunsicherung oder zu Maßnahmen zur Behebung eines vermeintlichen Fehlerzustands führen, obwohl gar kein Fehler vorliegt.

Es ist eine bevorzugte Aufgabe der hier offenbarten Technologie, zumindest einen Nachteil von einer vorbekannten Lösung zu verringern oder zu beheben oder eine alternative Lösung vorzuschlagen. Es ist insbesondere eine bevorzugte Aufgabe der hier offenbarten Technologie, ein Verfahren bereitzustellen, welches bei typischen Betankungssituationen dem Fahrer eine Rückmeldung gibt, welche ihn keinen Fehlerzustand vermuten lässt. Weitere bevorzugte Aufgaben können sich aus den vorteilhaften Effekten der hier offenbarten Technologie ergeben. Die Aufgaben werden gelöst durch den Gegenstand der unabhängigen Patentansprüche. Die abhängigen Ansprüche stellen bevorzugte Ausgestaltungen dar.

Die hier offenbarte Technologie betrifft ein Verfahren zum Anzeigen eines Füllstands eines Druckbehälters. Das Verfahren umfasst folgende Schritte:

- Messen eines tatsächlichen Füllstands des Druckbehälters,
- Berechnen eines anzuzeigenden Füllstands basierend auf dem tatsächlichen Füllstand, und
- Anzeigen des anzuzeigenden Füllstands mittels einer Anzeigevorrichtung.

Mittels des Verfahrens ist es möglich, den anzuzeigenden Füllstand vom tatsächlichen Füllstand zu entkoppeln. Dem Fahrer kann somit ein anzuzeigender Füllstand angezeigt werden, welcher vom tatsächlichen Füllstand abweicht und beispielsweise dahingehend angepasst ist, dass der Fahrer in typischen Betankungssituationen, welche ordnungsgemäß durchgeführt wurden, keinen Fehlerzustand vermutet. Beispielhafte Ausgestaltungen werden nachfolgend beschrieben werden.

Zweckmäßig wird zwischen einem ersten Füllpunkt und einem zweiten Füllpunkt der anzuzeigende Füllstand entsprechend einer vorgegebenen Kennlinie gegenüber dem tatsächlichen Füllstand erhöht. Eine solche

Kennlinie kann insbesondere ein deterministischer Zusammenhang zwischen tatsächlichem Füllstand und anzuzeigendem Füllstand sein. Insbesondere kann die Kennlinie unabhängig von weiteren Parametern sein, so dass insbesondere keine anderen Messgrößen oder andere Einflüsse den Zusammenhang zwischen tatsächlichem Füllstand und anzuzeigendem Füllstand mitbestimmen. Insbesondere kann die Kennlinie unabhängig von einer Erkennung eines bestimmten Ereignisses wie beispielsweise einer Betankungserkennung verwendet werden.

Der erste Füllpunkt und der zweite Füllpunkt können insbesondere Werte des tatsächlichen Füllstands sein, welche unterhalb einer maximalen Füllung sind. Der zweite Füllpunkt kann auch einer maximalen Füllung entsprechen. Es kann durch die Kennlinie insbesondere vermieden werden, dass der anzuzeigende Füllstand sprunghaft auf einen Wert von 100 % bzw. eine Anzeige eines vollen Füllstands gesetzt wird, was als unnatürliches Verhalten wahrgenommen werden könnte.

Der Druckbehälter kann insbesondere zur Speicherung von unter Umgebungsbedingungen gasförmigem Brennstoff verwendet werden. Er kann insbesondere in ein Kraftfahrzeug wie beispielsweise einen Personenkraftwagen, ein Kraftrad oder ein Nutzfahrzeug eingebaut werden. Der Druckbehälter kann beispielsweise in einem Kraftfahrzeug eingesetzt werden, das mit komprimiertem (auch Compressed Natural Gas oder CNG genannt) oder verflüssigtem (auch Liquid Natural Gas oder LNG genannt) Erdgas oder mit Wasserstoff betrieben wird. Der Druckbehälter ist typischerweise mit mindestens einem Energiewandler fluidverbunden, der eingerichtet ist, die chemische Energie des Brennstoffs in andere Energieformen umzuwandeln.

Der Druckbehälter kann insbesondere als Composite Overwrapped Pressure Vessel ausgebildet sein. Er kann beispielsweise ein 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.

Der Füllstand eines Druckbehälters ist typischerweise ein Maß für die Menge an Brennstoff, die in dem Druckbehälter gespeichert ist. Der Füllstand ist im Rahmen dieser Offenbarung als Prozentwert zu sehen, der sich aus der im Druckbehälter tatsächlich gespeicherten Menge und maximalen sowie ggf. auch minimalen Speichermengen ergibt. Er kann auch ein Prozentwert von maximalem Brennstoffspeicherdruck bzw. -dichte oder von der Differenz zwischen maximalem und minimalen Brennstoffspeicherdruck bzw. -dichte sein. Der maximale Brennstoffspeicherdruck ist in der Regel erreicht, wenn der Druckbehälter unter Normbedingungen den nominalen Betriebsdruck (von beispielsweise 700 barü bei nominaler Betriebstemperatur von beispielsweise 15 °C) erreicht hat. Der minimale Brennstoffspeicherdruck kann ein festgelegter Mindestdruck sein, welcher in der Regel behälterspezifisch ist, oder kann der Atmosphärendruck sein. Gleichsam ergeben sich die maximale Brennstoffspeicherdichte bzw. die minimale Brennstoffspeicherdichte bei diesen Normbedingungen. Bei einem 70 MPa-Druckbehälter kann beispielsweise die maximale Speicherdichte bei Wasserstoff bei einer Temperatur von 15 °C ca. 40,22 g/l betragen. Der Füllstand kann direkt oder indirekt bestimmbar sein. Der untere Füllstand kann beispielsweise ein Füllstand sein, der einem minimalen Brennstoffspeicherdruck bzw. einer minimalen Brennstoffspeicherdichte im Druckbehälter entspricht. Beispielsweise kann der untere Füllstand ein Brennstoffdruck sein, der immer vorhanden sein sollte, beispielsweise 5 bar

oder 10 bar oder 20 bar. Ein solcher Wert kann unter Umständen vorgegeben sein, um strukturelle Beschädigungen auf den Druckbehälter zu verringern. Alternativ kann der untere Füllstand einem Brennstoffspeicherdruck bzw. einer Brennstoffspeicherichte entsprechen, der bzw. die einen gewissen Sicherheitsabstand vom minimalen Brennstoffspeicherdruck bzw. von einer minimalen Brennstoffspeicherichte aufweist.

Der tatsächliche Füllstand kann beispielsweise mittels eines Sensors und einer zugehörigen Kalibrierung gemessen werden. Bei einer solchen Kalibrierung kann es sich insbesondere um eine für einen längeren Zeitraum gleichbleibende Kalibrierung handeln. Die Berechnung des anzuzeigenden Füllstands erfolgt demgegenüber insbesondere während eines Betriebs.

Die eben beschriebenen Ausführungen bezüglich eines Füllstands beziehen sich insbesondere auf den tatsächlichen Füllstand des Druckbehälters. Dabei handelt es sich um denjenigen Füllstand, welcher tatsächlich vorhanden und nutzbar ist und ohne den Berechnungsschritt, also bei Ausführungen gemäß dem Stand der Technik, auch unverändert angezeigt werden würde. Dies würde zum Beispiel bedeuten, dass für den Fall, dass eine Tankstelle den Druckbehälter lediglich auf 95 % seines maximalen Füllstands auffüllt, ein Wert von 95 % angezeigt werden würde, was jedoch gegebenenfalls dazu führen kann, dass der Fahrer eine Fehlfunktion vermutet.

Die Anzeigevorrichtung kann beispielsweise eine digitale Anzeige oder eine sonstige Anzeige auf einem Instrumentenbrett sein. Auch kann die Anzeigevorrichtung beispielsweise Mittel beinhalten, um den anzuzeigenden Füllstand an eine andere Einheit wie beispielsweise ein Mobiltelefon zu senden, wobei beispielsweise ein Fahrer ein solches Mobiltelefon während

des Betankens in der Hand halten kann und damit den Betankungsvorgang überwachen kann.

Bevorzugt wird beim Berechnen der anzuzeigende Füllstand im Vergleich zum tatsächlichen Füllstand erhöht oder er bleibt gleich. Dies basiert auf der bereits eingangs beschriebenen Erkenntnis, dass es in bestimmten Situationen sinnvoll ist, einen höheren Füllstand anzuzeigen als tatsächlich vorhanden ist, um für den Fall, dass eine Tankstelle nicht auf 100 % des maximal möglichen Füllstands auftankt, dem Fahrer nicht den Eindruck einer Fehlfunktion zu vermitteln. In bestimmten Bereichen kann es jedoch auch sinnvoll sein, dass der anzuzeigende Füllstand dem tatsächlichen Füllstand gleichgesetzt wird, so dass ein realistischer Füllstandswert angezeigt wird. Insbesondere kann das Verfahren also derart ausgeführt werden, dass beim Berechnen der anzuzeigende Füllstand grundsätzlich entweder erhöht wird oder gleichbleibt.

Es sei verstanden, dass sich die Angabe einer Erhöhung oder eines Gleichbleibens des anzuzeigenden Füllstands im Vergleich zum tatsächlichen Füllstand auf eine statische Betrachtung bezieht, d.h. in einem bestimmten Moment ist der anzuzeigende Füllstand größer oder gleich dem tatsächlichen Füllstand. Dies ist nicht zu verwechseln mit einer dynamischen Betrachtung, d.h. aus der angegebenen Beziehung kann nicht unmittelbar rückgeschlossen werden, ob der anzuzeigende Füllstand schneller oder langsamer steigt oder fällt als der tatsächliche Füllstand.

Bevorzugt erfolgt das Berechnen beim Betanken unterschiedlich zum Berechnen bei Entnahme. Beispielsweise können jeweilige Formen und/oder Algorithmen vorgegeben werden, um beim Betanken einerseits und bei der Entnahme andererseits den anzuzeigenden Füllstand basierend auf dem

tatsächlichen Füllstand zu berechnen. Das Berechnen kann jedoch auch beim Betanken identisch wie bei Entnahme erfolgen.

Unter einem Betanken wird insbesondere ein Vorgang verstanden, welcher gasförmigen Brennstoff in den Druckbehälter einführt. Dabei erhöht sich typischerweise der Innendruck des Druckbehälters und/oder es erhöht sich die im Druckbehälter gespeicherte Masse von Gas. Als Entnahme kann beispielsweise jeglicher Zeitraum außerhalb eines Betankens angesehen werden, da in diesem Zeitraum grundsätzlich die Möglichkeit dazu besteht, Gas aus dem Druckbehälter zu entnehmen, um es zu verwenden. Im engeren Sinn kann unter einer Entnahme auch ein tatsächlicher Betrieb eines Kraftfahrzeugs unter Gasverbrauch verstanden werden. In diesem Fall kann die Berechnung anders erfolgen als beim Betanken. Dies kann eine Optimierung des Verfahrens ermöglichen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführung wird beim Betanken zwischen einem ersten Füllpunkt und einem zweiten Füllpunkt der anzuzeigende Füllstand entsprechend einer vorgegebenen Kennlinie gegenüber dem tatsächlichen Füllstand erhöht. Die vorgegebene Kennlinie kann eine mathematische Beziehung sein, welche die Berechnung des anzuzeigenden Füllstands abhängig vom tatsächlichen Füllstand angibt. Der erste Füllpunkt und der zweite Füllpunkt sind, wie alle anderen hierin erwähnten Füllpunkte, bestimmte Werte des tatsächlichen Füllstands, welche in die hier beschriebenen Berechnungsvorschriften oder andere Merkmale eingehen. Diese können statisch vorgegeben oder auch dynamisch geändert werden. Sie können insbesondere kleiner sein als 100 % bzw. als eine vollständige Befüllung. Durch das Vorgeben der Kennlinie kann das Verhalten einer Füllstandsanzeige so angegeben werden, dass der bestmögliche Effekt erzielt wird.

Der zweite Füllpunkt ist insbesondere größer als der erste Füllpunkt. Der erste Füllpunkt kann auch bei 0 % liegen, kann jedoch insbesondere auch einen höheren Prozentwert annehmen.

Gemäß einer Ausführung entspricht beim Betanken unterhalb des ersten Füllpunkts der anzuzeigende Füllstand dem tatsächlichen Füllstand. Dadurch kann bei tatsächlichen Füllständen, welche zwischen 0 % und dem ersten Füllpunkt liegen, der tatsächliche Füllstand unverändert als anzuzeigender Füllstand verwendet werden, da in einem solchen Bereich des tatsächlichen Füllstands typischerweise beim Betanken lediglich eine Zunahme des Füllstands beobachtet wird, welche noch deutlich unterhalb dem maximalen Füllstand liegt, und deshalb noch nicht auf einen Fehlerzustand geschlossen werden kann. Eine Veränderung des anzuzeigenden Füllstands im Vergleich zum tatsächlichen Füllstand ist somit typischerweise unterhalb des ersten Füllpunkts noch nicht angezeigt.

Gemäß einer Ausführung verläuft die Kennlinie zwischen einem ersten Füllstandswert beim ersten Füllpunkt und einem zweiten Füllstandswert beim zweiten Füllpunkt linear. Dadurch kann eine lineare Erhöhung des anzuzeigenden Füllstands im Vergleich zum tatsächlichen Füllstand erreicht werden, wodurch ein gleitender Übergang ermöglicht wird. Typischerweise kann der anzuzeigende Füllstand zwischen dem ersten Füllpunkt und dem zweiten Füllpunkt abhängig vom tatsächlichen Füllstand in Form einer Gerade verlaufen, welche typischerweise eine Steigung > 1 hat. Dadurch wird die bereits erwähnte Erhöhung erreicht.

Auch andere Verläufe der Kennlinie als lineare Verläufe sind jedoch möglich. Beispielsweise kann die Kennlinie in Form einer abschnittsweise definierten Funktion mit beispielsweise zwei oder mehr unterschiedlichen Steigungen zwischen dem ersten Füllpunkt und dem zweiten Füllpunkt definiert sein.

Ebenso ist es beispielsweise möglich, ein Polynom zu verwenden, beispielsweise ein Polynom zweiten, dritten oder höheren Grades. Auch solche Polynome können abschnittsweise definiert sein.

Gemäß einer Ausführung wird beim Betanken zwischen dem zweiten Füllpunkt und einem dritten Füllpunkt der anzuzeigende Füllstand linear zwischen einem zweiten Füllstandswert beim zweiten Füllpunkt und 100 % beim dritten Füllpunkt berechnet. Dadurch kann zwischen zweitem Füllpunkt und drittem Füllpunkt wiederum ein einfacher linearer Verlauf verwendet werden, wobei beim dritten Füllpunkt 100 % angezeigt wird. Damit wird dem Fahrer suggeriert, er hätte vollgetankt, wenn der dritte Füllpunkt erreicht ist. Dabei handelt es sich typischerweise um einen vorgegebenen Wert, welchen beispielsweise die meisten Tankstellen oder eine bestimmte Tankstelle auch tatsächlich erreichen, so dass bei typischen Betankungsvorgängen ein Füllstand von 100 % angezeigt wird.

Der zweite Füllstandswert kann insbesondere dem Verhältnis von zweitem Füllpunkt zu drittem Füllpunkt entsprechen. Dadurch wird erreicht, dass der zweite Füllstandswert auf einer Nullpunktgerade liegt, welche einen anzuzeigenden Füllstand von 0 % bei einem tatsächlichen Füllstand von 0 % mit einem anzuzeigenden Füllstand von 100 % bei einem tatsächlichen Füllstand des dritten Füllstandswerts verbindet. Eine höhere Steigung könnte beispielsweise zu einem schnelleren dynamischen Anstieg des anzuzeigenden Füllstands am Ende einer Betankung führen, was Irritationen hervorrufen könnte. Ebenso könnte eine geringere Steigung zu einem unnatürlich langsamen dynamischen Anstieg führen, was ebenso Irritationen hervorrufen könnte. Deshalb hat sich die eben beschriebene Ausführung als besonders vorteilhaft erwiesen.

Bevorzugt ordnet die Kennlinie jedem tatsächlichen Füllstand einen anzuzeigenden Füllstand zu. Dies kann insbesondere in deterministischer Weise erfolgen, also unabhängig von anderen Parametern, Messgrößen oder Einflussfaktoren.

Die Kennlinie kann insbesondere ganz oder teilweise eine Steigung > 1 haben. Damit kann insbesondere erreicht werden, dass entlang der Kennlinie ein höherer Füllstandswert angezeigt wird als tatsächlich vorhanden ist, jedoch noch kein Wert von 100 % bzw. noch keine vollständige Befüllung angezeigt wird. Die Steigung bezieht sich insbesondere auf den anzuzeigenden Füllstand als Funktion des tatsächlichen Füllstands.

Insbesondere kann die Kennlinie beim zweiten Füllpunkt einen zweiten Füllstandswert erreichen, welcher kleiner als 100 % ist. Im Vergleich zu Ausführungen, welche unmittelbar Sprünge auf volle Betankung anzeigen, kann damit dem Fahrer eine realistischere Rückmeldung zur Betankung gegeben werden.

Nach jedem Betanken wird bevorzugt an einer Tankstelle ein dabei erreichter maximaler tatsächlicher Füllstand abgespeichert, und beim nächsten Betanken wird bevorzugt der letzte an der jeweiligen Tankstelle erreichte maximale tatsächliche Füllstand oder ein Wert, der basierend auf bislang an dieser Tankstelle erreichten maximalen tatsächlichen Füllständen berechnet wird, als dritter Füllpunkt verwendet. Dadurch kann der dritte Füllpunkt tankstellenspezifisch verwendet werden, d.h. für jede Tankstelle, welche zum Betanken angefahren wird, kann ein angepasster dritter Füllpunkt verwendet werden. Somit wird vermieden, dass der dritte Füllpunkt zu hoch oder zu niedrig angesetzt wird. Eine Tankstelle kann beispielsweise durch Satellitennavigation oder andere Navigationsverfahren, oder auch durch bestimmte Identifikationsmerkmale wie Barcodes oder Kennungen einer

Infrarotschnittstelle identifiziert werden. Es kann auch beim nächsten Betanken der letzte an der jeweiligen Tankstelle erreichte maximale tatsächliche Füllstand oder ein Wert, der basierend auf bislang an dieser Tankstelle erreichten maximalen tatsächlichen Füllständen berechnet wird, als Füllpunkt, ab dem ein anzuzeigender Füllstand von 100 % berechnet wird, verwendet werden. Insbesondere wird dann auch bei größeren tatsächlichen Füllständen als dieser Füllpunkt ein Füllstand von 100 % berechnet und angezeigt. Dadurch kann die Anzeige tankstellenspezifisch angepasst werden, und zwar insbesondere unabhängig von der Kennlinie. Die Berechnung des Werts kann beispielsweise als Mittelwert aus den erreichten maximalen tatsächlichen Füllständen erfolgen.

Bevorzugt beträgt beim Betanken oberhalb des zweiten Füllpunkts oder oberhalb des dritten Füllpunkts der anzuzeigende Füllstand 100 %. Dies kann in Kauf genommen werden, da typischerweise nicht weit über den dritten Füllpunkt hinaus betankt wird und somit dem Fahrer nur für einen kurzen Zeitraum ein Wert von 100 % angezeigt wird. Der Wert kann insbesondere dann auf 100 % oberhalb des dritten Füllpunkts gesetzt werden, wenn der zweite Füllpunkt kleiner ist als der dritte Füllpunkt und beispielsweise eine lineare Abhängigkeit des anzuzeigenden Füllstands vom tatsächlichen Füllstand zwischen zweitem Füllpunkt und drittem Füllpunkt verwendet wird, wie weiter oben beschrieben. Endet die Kennlinie jedoch bei einem Wert, bei welchem ein tatsächlicher Füllstand von 100 % angezeigt wird, so kann der zweite Füllpunkt beispielsweise gleich dem dritten Füllpunkt gesetzt werden, und es kann davon ausgegangen werden, dass oberhalb des zweiten Füllpunkts der anzuzeigende Füllstand 100 % ist.

Falls nach dem Ende einer Betankung ein vorgegebener tatsächlicher Füllstand nicht erreicht wurde, kann beispielsweise der tatsächliche Füllstand als anzuzeigender Füllstand verwendet werden. Dadurch kann dem Fahrer

für den Fall, dass ein vorgegebener Füllstand nicht erreicht wurde, welcher hätte erreicht werden sollen, die nicht vollständige Betankung offen kommuniziert werden, so dass dieser auf die unvollständige Betankung aufmerksam wird. Dadurch kann beispielsweise eine Fehlfunktion identifiziert werden und/oder der Fahrer kann sich auf die eventuell verringerte Reichweite einstellen. Dies gilt unabhängig von einer möglichen Reichweitenanzeige, welche bevorzugt vom tatsächlichen Füllstand abhängt und auf welche weiter unten eingegangen wird. Der vorgegebene tatsächliche Füllstand kann beispielsweise fest eingespeichert sein oder variabel definiert werden. Er kann insbesondere als Schwellenwert aufgefasst werden. Er kann insbesondere kleiner als 100 % sein.

Insbesondere in diesem Fall kann beispielsweise ein gleitender zeitlicher Übergang des anzuzeigenden Füllstands verwendet werden. Während der Betankungsnachbereitung, also beispielsweise bevor der Kunde abgekoppelt hat, kann der anzuzeigende Füllstand kontinuierlich an den tatsächlichen Füllstand angeglichen werden. Alternativ kann dies beispielsweise auch in der Zeit nach dem Abkoppeln, in der Regel gleich mit Schließen der Tankklappe und Starten eines Verbrauchers oder auch in einem anderen Zeitraum erfolgen.

Gemäß einer Ausführung wird bei Entnahme der anzuzeigende Füllstand mittels eines vierten Füllpunkts und eines fünften Füllpunkts berechnet. Der vierte Füllpunkt kann dem bei einer Betankung erreichten tatsächlichen Füllstand entsprechen. Der fünfte Füllpunkt kann vorgegeben sein, also beispielsweise fest abgespeichert sein oder tankstellenspezifisch angepasst werden. Zwischen dem fünften Füllpunkt und dem vierten Füllpunkt kann beispielsweise der anzuzeigende Füllpunkt linear zwischen 100 % beim vierten Füllpunkt und einem fünften Füllstandswert beim fünften Füllpunkt verlaufen. Dadurch kann unmittelbar bei Beginn der Entnahme, d.h. wenn

Gas von einem Verbraucher aus dem Druckbehälter entnommen und verbraucht wird, dieser Verbrauch gegenüber dem Fahrer kommuniziert werden, wobei bei hohen tatsächlichen Füllständen noch nicht der tatsächliche Füllstand angezeigt wird. Es wird vielmehr noch ein höherer Wert angezeigt, welcher allzu plötzliche Sprünge in der Füllstandsanzeige vermeidet. Auch ein anderer Verlauf als ein linearer Verlauf kann jedoch verwendet werden, beispielsweise wie dies weiter oben für die Kennlinie beschrieben wurde.

Bei Entnahme kann beispielsweise unterhalb des fünften Füllpunkts der anzuzeigende Füllstand dem tatsächlichen Füllstand entsprechen. Somit wird, wenn bereits genügend Gas aus dem Druckbehälter entnommen wurde und somit die Modifikationen kaum mehr wahrnehmbar sind, der tatsächliche Füllstand angezeigt, welcher beispielsweise bei niedrigen Füllständen dem Fahrer eine realistischere Reichweitenschätzung ermöglicht. Insbesondere kann der Fahrer hier einen realistischeren Zusammenhang zwischen Füllstand und angezeigter Reichweite herstellen, wenn eine solche Reichweite berechnet und angezeigt wird.

Gemäß einer bevorzugten Ausführung wird ferner eine Reichweite basierend auf dem tatsächlichen Füllstand berechnet und angezeigt. Somit kann die Reichweitenberechnung unabhängig von der bereits beschriebenen Berechnung eines anzuzeigenden Füllstands sein, d.h. es wird immer der tatsächliche Füllstand zur Reichweitenberechnung verwendet. Bei der Reichweitenberechnung fällt eine eventuelle Differenz zwischen der maximalen Betankung und einer etwas geringeren tatsächlich erreichten Betankung weniger auf als bei der Füllstandsanzeige in Prozent.

In die Reichweitenberechnung können insbesondere auch andere Werte wie beispielsweise Momentanverbrauch, beispielsweise der letzten Minuten oder

Kilometer, oder auch andere Werte wie ein Durchschnittsverbrauch oder sonstige Daten eingehen.

Die hier offenbarte Technologie betrifft ferner eine Druckbehälteranordnung mit einem Druckbehälter, einer Vorrichtung zum Messen eines tatsächlichen Füllstands des Druckbehälters, einer Anzeigevorrichtung und einer elektronischen Steuerungsvorrichtung, welche dazu konfiguriert ist, ein hier offenbartes Verfahren auszuführen. Bezüglich des Verfahrens kann auf alle hierin beschriebenen Ausführungen und Varianten zurückgegriffen werden.

Die Vorrichtung zum Messen eines tatsächlichen Füllstands kann beispielsweise in Form eines Drucksensors ausgeführt sein. Die Anzeigevorrichtung kann beispielsweise in Form einer Digitalanzeige ausgeführt sein.

Mit anderen Worten kann vorgesehen sein, eine Füllstandsanzeige und eine Reichweitenberechnung voneinander zu entkoppeln. Ein Speicher, der beispielsweise einen Füllstand von 93 % oder 95 % erreicht, wird als entsprechend vollbetankt gewertet und dem Fahrer auch entsprechend angezeigt. Für die Reichweitenberechnung kann jedoch der tatsächliche Füllstand, d.h. die tatsächliche Gasspeichermenge, beispielsweise Wasserstoffspeichermenge, berücksichtigt werden. Damit der Kunde nicht durch die unterschiedlichen Werte (reale Reichweite, die ja auch abhängig vom Verbrauch einer gewissen Gasmasse entspricht, und der Reichweite) verwirrt wird, kann eine gleitende Korrekturrechnung des angezeigten Füllstands eingefügt werden.

Die Anzeige des anzuzeigenden Füllstands für den Fahrer hat typischerweise die Einheit Prozent [%]. Die tatsächlich getankte Tankmasse liegt typischerweise in Kilogramm vor. Eine beispielhafte Ausführung, wie der

anzuzeigende Füllstand in Abhängigkeit vom tatsächlichen Füllstand berechnet werden kann, wird weiter unten mit Bezug auf die Figuren beschrieben werden.

Die hier offenbarte Technologie wird nun anhand der Figuren erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1: ein Kraftfahrzeug,
- Fig. 2: einen Zusammenhang zwischen anzuzeigendem Füllstand und tatsächlichem Füllstand beim Betanken, und
- Fig. 3: einen Zusammenhang zwischen anzuzeigendem Füllstand und tatsächlichem Füllstand bei Entnahme.

Fig. 1 zeigt ein Kraftfahrzeug 10, welches an einer Tankstelle 5 zum Betanken angeschlossen ist. Die Tankstelle 5 weist hierzu einen Betankungsschlauch 7 auf, welcher an einem Anschlussstutzen 12 des Kraftfahrzeugs 10 angeschlossen ist.

Das Kraftfahrzeug 10 weist eine Druckbehälteranordnung 15 auf, welche einen Druckbehälter 20, einen daran angeschlossenen Drucksensor 25, eine Steuerungsvorrichtung 30, eine erste Anzeigevorrichtung 32 und eine zweite Anzeigevorrichtung 34 umfasst. Der Drucksensor 25 kann einen Innendruck des Druckbehälters 20 ermitteln und stellt somit eine Vorrichtung zum Ermitteln eines tatsächlichen Füllstands dar. Ein hierfür anzeigender Wert wird an die Steuerungsvorrichtung 30 geliefert, welche den tatsächlichen Füllstand in einen anzuzeigenden Füllstand umrechnet, und zwar derart, wie dies nachfolgend mit Bezug auf die Fig. 2 und 3 beschrieben wird. Der anzuzeigende Füllstand wird an der ersten Anzeigevorrichtung 32 als Prozentwert angezeigt. Des Weiteren führt die Steuerungsvorrichtung 30 auch eine Reichweitenberechnung durch, welche grundsätzlich auf dem

tatsächlichen Füllstand basiert. Die entsprechende Reichweite wird in Kilometer auf der zweiten Anzeigevorrichtung 34 angezeigt. Die hier separat dargestellten Anzeigevorrichtungen 32, 34 können auch zusammengefasst werden.

Fig. 2 zeigt einen Zusammenhang zwischen anzuzeigendem Füllstand und einem tatsächlichen Füllstand, wobei hier sowohl die tatsächliche Füllung in Kilogramm wie auch ein zugehöriger Prozentwert des tatsächlichen Füllstands von 0 % bis 100 % angegeben ist.

Auf der horizontal angetragenen Achse des tatsächlichen Füllstands sind ein erster Füllpunkt FP1, ein zweiter Füllpunkt FP2 und ein dritter Füllpunkt FP3 angeordnet. Hierbei handelt es sich um vorgegebene Werte, welche fest einprogrammiert sein können oder auch tankstellenspezifisch angepasst werden können. Der dritte Füllpunkt FP3 liegt wie gezeigt bei einem tatsächlichen Füllstand von 95 %. Des Weiteren ist auch eine vollständige Befüllung, d.h. 100 % tatsächlicher Füllstand, angezeichnet. Diese liegt vorliegend bei 6,5 kg. Dies stellt einen lediglich beispielhaften Wert dar.

Unterhalb des ersten Füllpunkts FP1 entspricht der anzuzeigende Füllstand dem tatsächlichen Füllstand. Dies ist durch die gestrichelte Linie dargestellt. Zwischen erstem Füllpunkt FP1 und zweitem Füllpunkt FP2 mit zugeordneten Füllstandswerten FW1 und FW2 verläuft der anzuzeigende Füllstand in Abhängigkeit vom tatsächlichen Füllstand entlang einer Kennlinie, welche durchgezogen dargestellt ist. Die Kennlinie hat vorliegend einen linearen Verlauf mit einer Steigung > 1 , wobei anzumerken ist, dass die Kennlinie auch anders ausgeführt sein kann. Im Bereich zwischen erstem Füllpunkt FP1 und zweitem Füllpunkt FP2 erfolgt somit eine Anpassung, welche dazu führt, dass ein sukzessive höherer Wert angezeigt wird als tatsächlich vorhanden ist. Zwischen zweitem Füllpunkt FP2 und drittem

Füllpunkt FP3 verläuft der anzuzeigende Füllstand in Abhängigkeit vom tatsächlichen Füllstand wiederum linear, jedoch mit einer geringeren Steigung, was durch die gepunktete Kurve eingezeichnet ist. Oberhalb des dritten Füllpunkts FP3 wird grundsätzlich ein anzuzeigender Füllstand von 100 % angezeigt, so dass eine weitere Betankung vom Fahrer nicht mehr erkannt werden kann.

Die gestrichelte Linie und die gepunktete Linie sind auch außerhalb derjenigen Bereiche, in welchen sie die tatsächliche Beziehung zwischen anzuzeigendem Füllstand und tatsächlichem Füllstand angeben, eingezeichnet. Die gestrichelte Linie entspricht der Identitätsfunktion. Die gepunktete Linie entspricht der Verbindung zwischen Nullpunkt und einem anzuzeigenden Füllstand von 100 % beim dritten Füllpunkt FP3.

Durch die beschriebene Ausführung wird erreicht, dass bereits eine Betankung bis zum dritten Füllpunkt FP3 vom Fahrer als vollständige Betankung wahrgenommen wird und somit eine nicht vollständige Betankung, welche nach SAE-Norm zulässig ist, nicht als Fehler wahrgenommen wird.

Wie gezeigt hat der anzuzeigende Füllstand beim zweiten Füllpunkt FP2 den zweiten Füllstandwert FW2. Dieser liegt auf der gepunkteten Geraden, was bedeutet, dass sein Verhältnis zu 100 % demjenigen des zweiten Füllpunkts FP2 zum dritten Füllpunkt FP3 entspricht. Dadurch wird im oberen Bereich ein idealer Zusammenhang zwischen anzuzeigendem Füllstand und tatsächlichem Füllstand erreicht.

Fig. 3 zeigt den Zusammenhang zwischen anzuzeigendem Füllstand und tatsächlichem Füllstand bei Entnahme. Dies kann beispielsweise während

eines tatsächlichen aktiven Betriebs des Kraftfahrzeugs 10 erfolgen, oder auch während Ruhephasen außerhalb einer Betankung.

Der beim Betanken erreichte tatsächliche Füllstand wird nunmehr als vierter Füllpunkt FP4 definiert. Dieser kann somit nach jeder Betankung neu festgelegt werden. Zwischen dem vierten Füllpunkt FP4, bei welchem die Anzeige des anzuzeigenden Füllstands 100 % beträgt (als vierter Füllstandswert FW4 eingezeichnet), und einem fünften Füllpunkt FP5 verläuft der Zusammenhang zwischen anzuzeigendem Füllstand und tatsächlichem Füllstand linear entlang der durchgezogenen Linie, welche eine Steigung > 1 aufweist. Somit fällt der anzuzeigende Füllstand stärker ab als der tatsächliche Füllstand, was eine sukzessive Angleichung an den tatsächlichen Füllstand bedeutet. Unterhalb des fünften Füllpunkts FP5 mit seinem fünften Füllstandswert FW5 entspricht der anzuzeigende Füllstand dem tatsächlichen Füllstand, so dass dem Fahrer eine realistische Rückmeldung über den tatsächlichen Füllstand gegeben wird, welcher ihm beispielsweise eine genauere Abschätzung der Reichweite erlaubt.

Sollte die Tankstelle beispielsweise aufgrund einer Fehlfunktion oder aufgrund eines kundenseitigen Eingriffs die Betankung bereits vor Erreichen des dritten Füllpunkts FP3 beenden, so kann auch eine Anpassung der Anzeige auf den tatsächlich erreichten Füllstand erfolgen. Dieser Übergang kann bevorzugt gefiltert bzw. zeitlich geglättet werden, um Sprünge in der Anzeige zu vermeiden. Eine solche Anpassung kann beispielsweise am Ende einer Betankung (kein Druckanstieg) erfolgen, während tankstellenseitig noch die Nachbereitungen wie ein Druckentlasten eines Betankungsschlauchs und ein Freigeben eines Zapfventils vorgenommen werden und der Kunde die Füllstandsanzeige in der Regel noch nicht beobachtet.

Insgesamt kann durch die hier beschriebene Ausführung dem Fahrer eine möglichst passende Füllstandsanzeige gegeben werden, welche nur insoweit modifiziert ist, dass der Fahrer eine eventuell nicht vollständige, jedoch trotzdem der Norm entsprechende Betankung nicht als Fehlfunktion erkennt.

Aus Gründen der Leserlichkeit wurde vereinfachend der Ausdruck „mindestens ein(e)“ teilweise weggelassen. Sofern ein Merkmal der hier offenbarten Technologie in der Einzahl bzw. unbestimmt beschrieben ist (z.B. der/ein Druckbehälter, der/ein Sensor, etc.) so soll gleichzeitig auch deren Mehrzahl mit offenbart sein (z.B. der mindestens eine Druckbehälter, der mindestens eine Sensor, etc.).

Die vorhergehende Beschreibung der vorliegenden Erfindung dient nur zu illustrativen Zwecken und nicht zum Zwecke der Beschränkung der Erfindung. Im Rahmen der Erfindung sind verschiedene Änderungen und Modifikationen möglich, ohne den Umfang der Erfindung sowie ihrer Äquivalente zu verlassen.

Bezugszeichenliste:

- FP: Füllpunkt
- FW: Füllstandswert
- 5: Tankstelle
- 7: Betankungsschlauch
- 10: Kraftfahrzeug
- 15: Druckbehälteranordnung
- 20: Druckbehälter
- 30: Steuerungsvorrichtung
- 32: erste Anzeigevorrichtung
- 34: zweite Anzeigevorrichtung

Ansprüche

1. Verfahren zum Anzeigen eines Füllstands eines Druckbehälters (20), umfassend folgende Schritte:
 - Messen eines tatsächlichen Füllstands des Druckbehälters (20),
 - Berechnen eines anzuzeigenden Füllstands basierend auf dem tatsächlichen Füllstand, und
 - Anzeigen des anzuzeigenden Füllstands mittels einer Anzeigevorrichtung (32),wobei beim Betanken zwischen einem ersten Füllpunkt (FP1) und einem zweiten Füllpunkt (FP2) der anzuzeigende Füllstand entsprechend einer vorgegebenen Kennlinie gegenüber dem tatsächlichen Füllstand erhöht wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
 - wobei beim Berechnen der anzuzeigende Füllstand im Vergleich zum tatsächlichen Füllstand erhöht wird oder gleichbleibt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
 - wobei das Berechnen beim Betanken unterschiedlich zum Berechnen bei Entnahme erfolgt.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 - wobei beim Betanken unterhalb des ersten Füllpunkts (FP1) der anzuzeigende Füllstand dem tatsächlichen Füllstand entspricht.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 - wobei die Kennlinie zwischen einem ersten Füllstandswert (FW1) beim ersten Füllpunkt (FP1) und einem zweiten Füllstandswert (FW2) beim zweiten Füllpunkt (FP2) linear verläuft.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 - wobei beim Betanken zwischen dem zweiten Füllpunkt (FP2) und einem dritten Füllpunkt (FP3) der anzuzeigende Füllstand linear zwischen einem zweiten Füllstandswert (FW2) beim zweiten Füllpunkt (FP2) und 100 % beim dritten Füllpunkt (FP3) berechnet wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6,
 - wobei der zweite Füllstandswert (FW2) dem Verhältnis von zweitem Füllpunkt (FP2) zu drittem Füllpunkt (FP3) entspricht.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 - wobei die Kennlinie jedem tatsächlichen Füllstand einen anzuzeigenden Füllstand zuordnet.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 - wobei die Kennlinie ganz oder teilweise eine Steigung > 1 hat.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 - wobei die Kennlinie beim zweiten Füllpunkt (FP2) einen zweiten Füllstandswert (FW2) erreicht, welcher kleiner als 100 % ist.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 - wobei nach jedem Betanken an einer Tankstelle (5) ein dabei erreichter maximaler tatsächlicher Füllstand abgespeichert wird, und
 - beim nächsten Betanken der letzte an der jeweiligen Tankstelle (5) erreichte maximale tatsächliche Füllstand oder ein Wert, der basierend auf bislang an dieser Tankstelle (5) erreichten maximalen tatsächlichen Füllständen berechnet wird, als dritter Füllpunkt (FP3)

verwendet wird und/oder als Füllpunkt, ab dem ein anzuzeigender Füllstand von 100 % berechnet wird, verwendet wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- wobei beim Betanken oberhalb des zweiten Füllpunkts (FP2) oder oberhalb des dritten Füllpunkts (FP3) der anzuzeigende Füllstand 100 % ist.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- wobei, falls nach dem Ende einer Betankung, ein vorgegebener tatsächlicher Füllstand nicht erreicht wurde, der tatsächliche Füllstand als anzuzeigender Füllstand verwendet wird.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- wobei bei Entnahme der anzuzeigende Füllstand mittels eines vierten Füllpunkts (FP4) und eines fünften Füllpunkts (FP5) berechnet wird,
- wobei der vierte Füllpunkt (FP4) dem bei einer Betankung erreichten tatsächlichen Füllstand entspricht und wobei der fünfte Füllpunkt (FP5) vorgegeben ist,
- wobei zwischen dem fünften Füllpunkt (FP5) und dem vierten Füllpunkt (FP4) der anzuzeigende Füllstand linear zwischen 100 % beim vierten Füllpunkt (FP4) und einem fünften Füllstandswert (FW5) beim fünften Füllpunkt (FP5) verläuft.

15. Verfahren nach Anspruch 14,

- wobei bei Entnahme unterhalb des fünften Füllpunkts (FP5) der anzuzeigende Füllstand dem tatsächlichen Füllstand entspricht.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- wobei ferner eine Reichweite basierend auf dem tatsächlichen Füllstand berechnet und angezeigt wird.
17. Druckbehälteranordnung (15), umfassend
- einen Druckbehälter (20),
 - eine Vorrichtung (25) zum Messen eines tatsächlichen Füllstands des Druckbehälters (20),
 - eine Anzeigevorrichtung (32, 34), und
 - eine elektronische Steuerungsvorrichtung (30), welche dazu konfiguriert ist, ein Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche auszuführen.

1/3

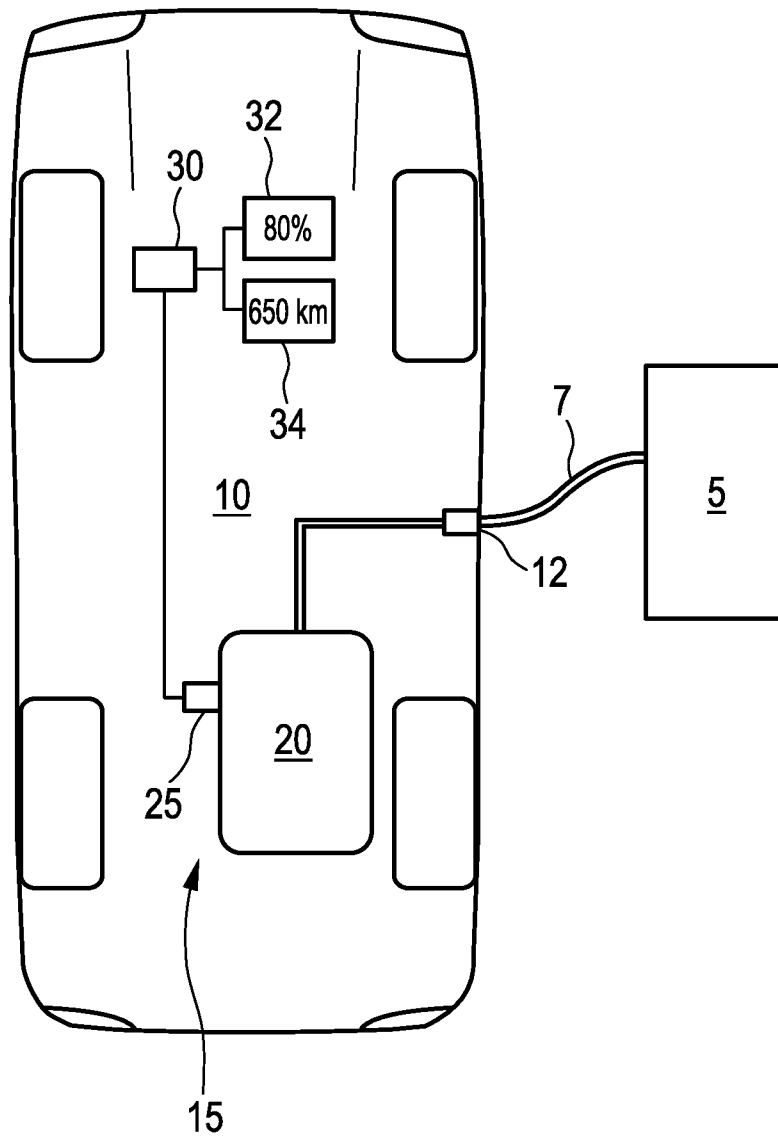


FIG. 1

2/3

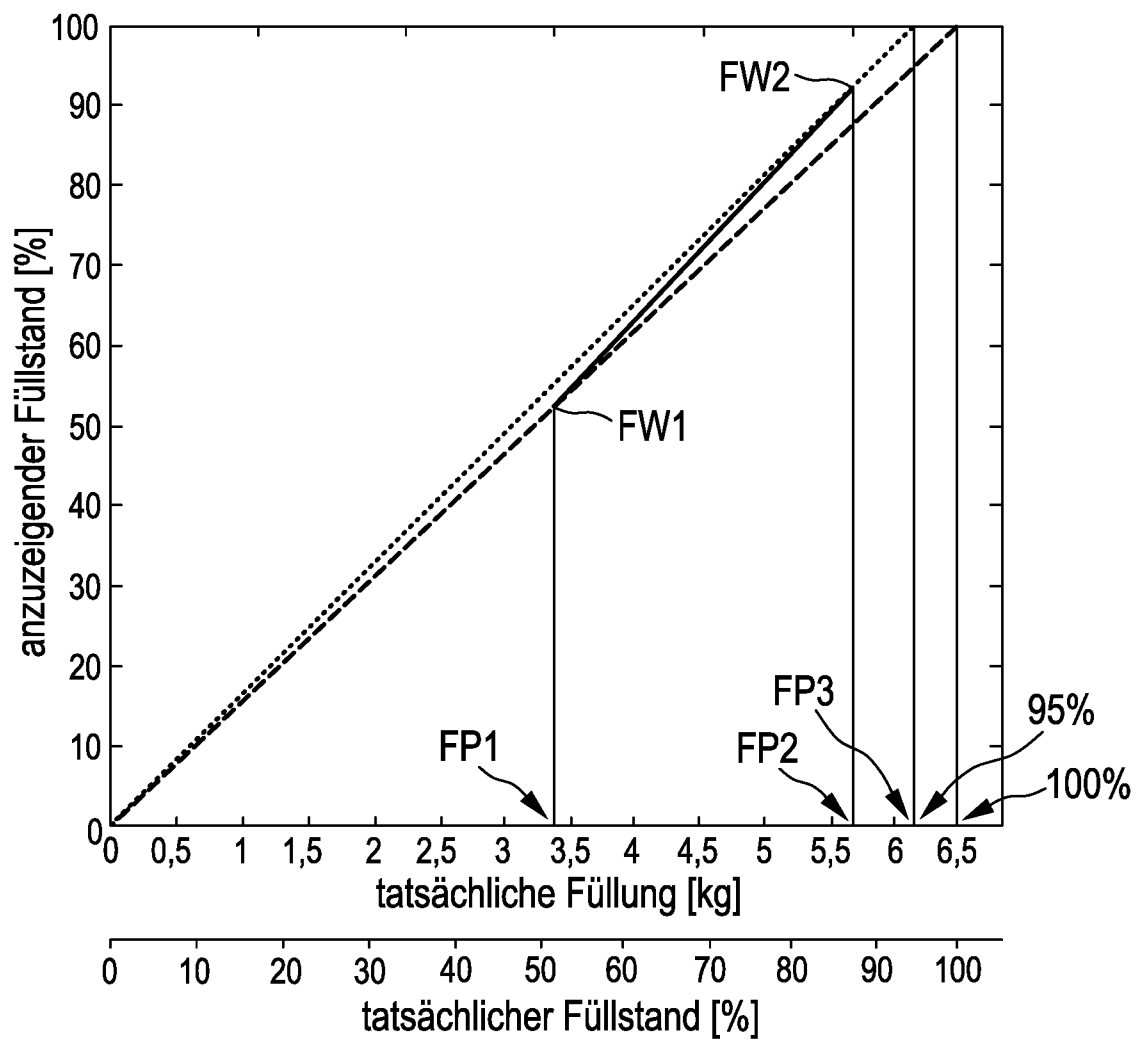


FIG. 2

3/3

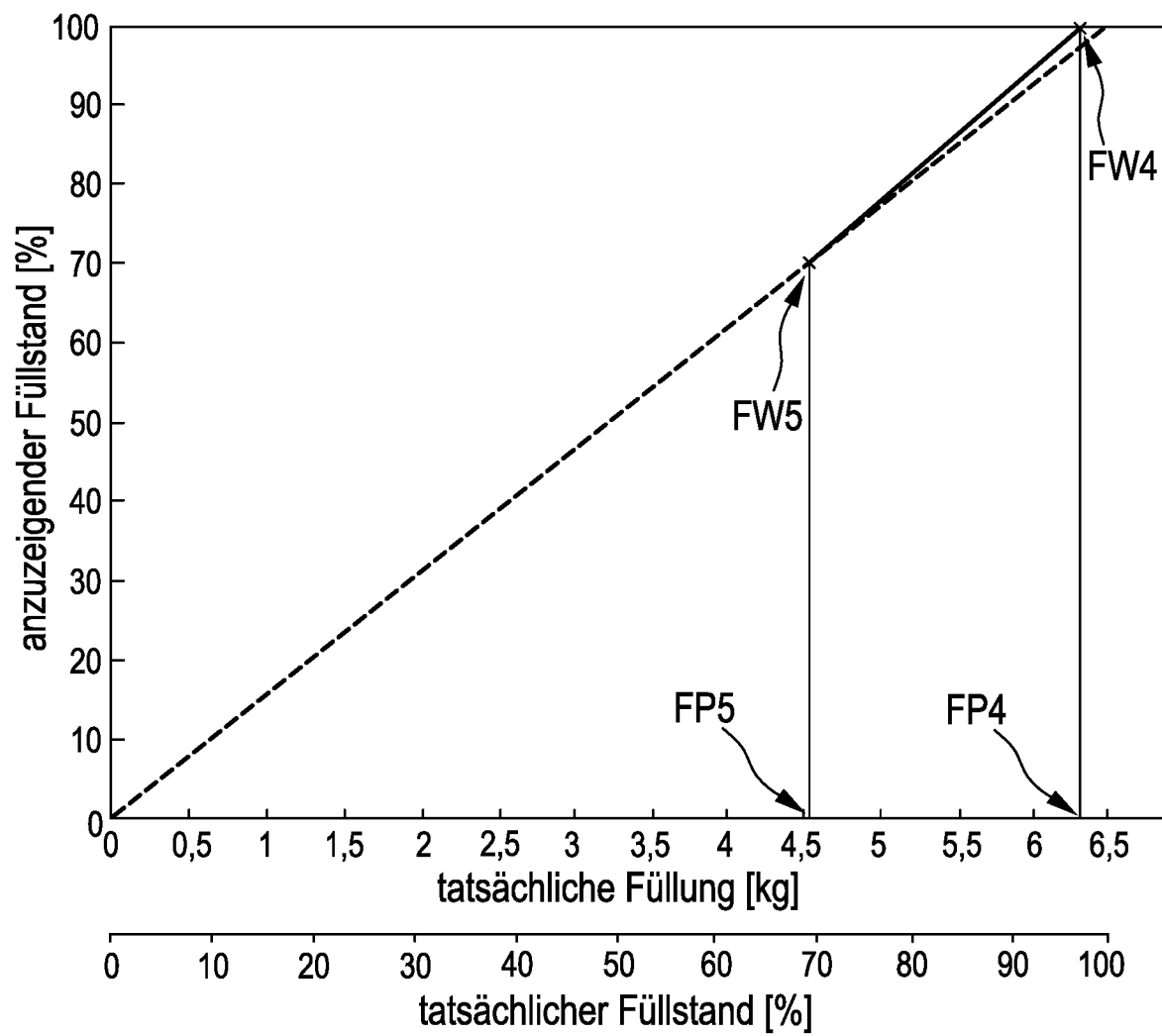


FIG. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2021/052925

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01F 23/00**(2006.01)i; **F17C 5/00**(2006.01)i; **F17C 13/02**(2006.01)i; **B60K 15/03**(2006.01)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)

G01F; F17C; B60K

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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	Anonymous. "Why 'Filling-it-up' Takes More Than 'Tank Capacity' -- ScienceDaily" 26 October 2005 (2005-10-26), pages 1-3, Retrieved from the Internet: https://26-10-2005/www.sciencedaily.com/releases/2005/10/051023120710.htm [retrieved on 2021-04-30] XP055800576 page 2, lines 2-5	1-13,16,17
X A	US 2015211914 A1 (DUDAR AED M [US] ET AL) 30 July 2015 (2015-07-30) paragraphs [0062], [0066] - [0068]	1,2,5-17 3,4
X	US 2002194911 A1 (ALLEGRE XAVIER [FR] ET AL) 26 December 2002 (2002-12-26) paragraph [0002] paragraph [0054]	1,2,5-10,12,17



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

01 May 2021

Date of mailing of the international search report

12 May 2021

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

Tomasoni, Flora

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2021/052925

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US	2015211914	A1	30 July 2015	NONE	
US	2002194911	A1	26 December 2002	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G01F23/00 F17C5/00 F17C13/02 B60K15/03 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G01F F17C B60K		
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, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	Anonymous: "Why 'Filling-it-up' Takes More Than 'Tank Capacity' -- ScienceDaily", 26. Oktober 2005 (2005-10-26), Seiten 1-3, XP055800576, Gefunden im Internet: URL: https://26-10-2005/www.sciencedaily.com/releases/2005/10/051023120710.htm [gefunden am 2021-04-30] Seite 2, Zeilen 2-5 -----	1-13,16, 17
X	US 2015/211914 A1 (DUDAR AED M [US] ET AL) 30. Juli 2015 (2015-07-30)	1,2,5-17
A	Absätze [0062], [0066] - [0068] ----- -/-	3,4
☒ 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
1. Mai 2021		12/05/2021
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 Tomasoni, Flora

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2002/194911 A1 (ALLEGRE XAVIER [FR] ET AL) 26. Dezember 2002 (2002-12-26) Absatz [0002] Absatz [0054] -----	1,2, 5-10,12, 17

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2021/052925

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2015211914	A1	30-07-2015	KEINE

US 2002194911	A1	26-12-2002	KEINE
