

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. April 2021 (15.04.2021)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2021/069412 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F17C 5/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/077943

(22) Internationales Anmeldedatum:
06. Oktober 2020 (06.10.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 126 878.8
07. Oktober 2019 (07.10.2019) DE

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

(72) Erfinder: SZOUCSEK, Klaus; Frühlingsstr. 7 A, 85778
Haimhausen (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)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(54) Title: METHOD FOR REFUELLING A MOTOR VEHICLE, MOTOR VEHICLE, FILLING STATION AND COMPUTER-READABLE STORAGE MEDIUM

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR BETANKUNG EINES KRAFTFAHRZEUGS, KRAFTFAHRZEUG, TANKSTELLE UND COMPUTERLESBARES SPEICHERMEDIUM

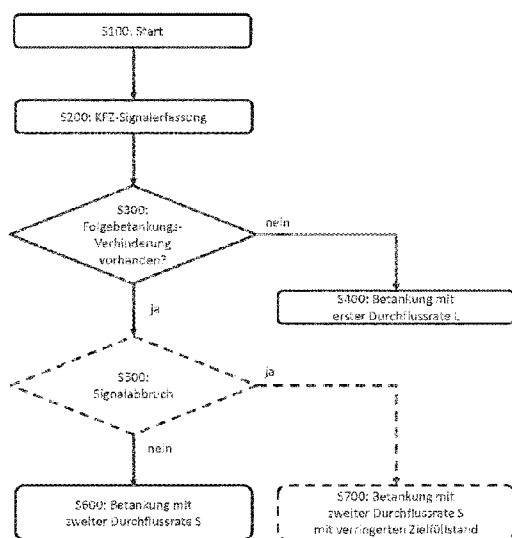


Fig. 2

S200 Motor vehicle signal acquisition
S300 Is a follow-up refuelling prevention mechanism present?
S400 Refuelling at first flow rate L
S500 Signal loss
S600 Refuelling at second flow rate S
S700 Refuelling at second flow rate S with reduced target fill level
ja yes
nein no

(57) Abstract: The technology disclosed here relates, according to the invention, to a method for refuelling a motor vehicle. The method comprises the steps of: i) acquiring at least one signal, wherein the signal contains information as to whether the motor vehicle has at least one device for preventing follow-up refuelling; and ii) providing fuel in accordance with the acquired signal.

(57) Zusammenfassung: Die hier offenbarte Technologie betrifft erfindungsgemäß ein Verfahren zur Betankung eines Kraftfahrzeugs. Das Verfahren umfasst die Schritte: i) Erfassen von mindestens einem Signal, wobei das Signal eine Information enthält, ob das Kraftfahrzeug mindestens eine Einrichtung zur Verhinderung einer Folgebetankung aufweist; und ii) Bereitstellen von Brennstoff in Abhängigkeit von dem erfassten Signal.



WO 2021/069412 A1

Verfahren zur Betankung eines Kraftfahrzeugs, Kraftfahrzeug, Tankstelle und computerlesbares Speichermedium

Aus dem technischen Standard SAE J2601 in der Version vom Dezember 2016 ist eine Betankung bei unterschiedlichen Betankungstemperaturen bekannt. Der vorgenannte Standard definiert Betankungsparameter, um eine Betankung innerhalb von 3 Minuten zu ermöglichen, wobei der Brennstoff mit einer Brennstofftemperatur von ca. -40°C in das Kraftfahrzeug einströmt. Ferner regelt der vorgenannte Standard ebenfalls die Betankung bei Brennstofftemperaturen von ca. -30°C und ca. -20°C .

Tankstellen, die den Brennstoff bei diesen Temperaturen bereitstellen, sind vergleichsweise kapitalintensiv. Derzeit sind wenig gasbetriebene Kraftfahrzeuge bereits in Betrieb. Daher amortisieren sich die Tankstellen für gasbetriebene Kraftfahrzeuge nur nach vielen Jahren. Dies führt dazu, dass der Ausbau eines flächendeckenden Tankstellennetzes nur langsam voranschreitet. Die unzureichende Infrastruktur führt wiederum dazu, dass sich potentielle Kunden kein gasbetriebenes Kraftfahrzeug zulegen. Es existiert also ein Henne-Ei-Problem, was durch eine günstige Tankstelleninfrastruktur gelöst werden könnte. Günstige Tankstellen können somit wesentlich zu der Verbreitung von gasbetriebenen Kraftfahrzeugen beitragen.

Aus dem Stand der Technik sind Tankstellen zur Warmgasbetankung (z.B. bei Umgebungstemperatur) bekannt. Diese Tankstellen sind weniger kapitalintensiv. Nachteilig an dieser Technologie ist, dass mehr Wärme in den Druckbehälter des Kraftfahrzeugs eingebracht wird. Dies kann bei Folgebetankungen störend sein.

Wie in der Fig. 1 gezeigt, kann beispielsweise eine Warmgasbetankung bei einer Umgebungstemperatur T_U beginnen und bei einer Temperatur T_{b1} und einem Druck p_{b1} enden (als Volllinie gezeigt). Anschließend wird das Kraftfahrzeug betrieben, wodurch sich der Druck auf den Druck p_{b2} und die Temperatur auf die Temperatur T_{b2} verringert (punktiert gezeigt). Wird danach das Kraftfahrzeug an einer anderen Tankstelle erneut betankt noch bevor sich der Druckbehälter auf die Umgebungstemperatur T_U abkühlen kann, könnte dies dazu führen, dass bei der Folgebetankung vor Abkühlung des Druckbehälters (gestrichelt gezeigt) der Druckbehälter zu stark erwärmt würde ($T_{b3} > T_G$).

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 eine Warmbetankung sicher zu ermöglichen. Weitere bevorzugte Aufgaben können sich aus den vorteilhaften Effekten der hier offenbarten Technologie ergeben.

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

Die hier offenbarte Technologie betrifft ein gasbetriebenes Kraftfahrzeug (z.B. Personenkraftwagen, Krafträder, Nutzfahrzeuge). Das Kraftfahrzeug umfasst ein Druckbehältersystem zur Speicherung von unter Umgebungsbedingungen gasförmigen Brennstoff. Das Druckbehältersystem 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. Das Druckbehältersystem ist mit mindestens einem Energiewandler fluidverbunden, der eingerichtet ist, die chemische Energie des Brennstoffs in andere Energieformen umzuwandeln. Ein solches Druckbehältersystem umfasst mindestens einen Druckbehälter, insbesondere einem composite overwrapped pressure vessel. Der Druckbehälter kann beispielsweise ein kryogener Druckbehälter oder ein Hochdruckgasbehälter sein. Hochdruckgasbehälter sind ausgebildet, bei Umgebungstemperaturen Brennstoff dauerhaft bei einem nominalen Betriebsdruck (auch nominal working pressure oder NWP genannt) von ca. 350 barü (= Überdruck gegenüber dem Atmosphärendruck), ferner bevorzugt von ca. 700 barü oder mehr zu speichern. Ein kryogener Druckbehälter ist geeignet, den Brennstoff bei den vorgenannten Betriebsdrücken auch bei Temperaturen zu speichern, die deutlich unter der Betriebstemperatur des Kraftfahrzeuges liegen.

Das Kraftfahrzeug umfasst:

- eine Kommunikationsschnittstelle zur Kommunikation mit einer Tankstelle,
- mindestens eine Einrichtung zur Verhinderung einer Folgebetankung; und

- mindestens eine Einrichtung zur Bereitstellung eines Signals insbesondere für eine Tankstelle, wobei das Signal direkt oder indirekt eine Information enthält, ob das Kraftfahrzeug die mindestens eine Einrichtung zur Verhinderung einer Folgebetankung aufweist.

Eine Folgebetankung ist eine Betankung, die sich an eine (vorherige) Betankung anschließt. Eine Folgebetankung ist insbesondere eine Betankung, bei der zwischen der Folgebetankung und der vorherigen Betankung eine tankstellenseitige Betankungskupplung nach der vorherigen Betankung vom Kraftfahrzeug abgezogen wurde. Insbesondere ist die Einrichtung zur Verhinderung einer Folgebetankung eingerichtet, eine unzulässige Folgebetankung zu verhindern. Eine solche Folgebetankung ist insbesondere dann unzulässig, falls die Gefahr besteht, dass mindestens ein Druckbehälter bzw. der darin gespeicherte Brennstoff während der Folgebetankung eine Grenztemperatur überschreitet. Die Grenztemperatur ist dabei die Temperatur, die der Druckbehälter bzw. der darin gespeicherte Brennstoff maximal annehmen darf. Die Grenztemperatur kann beispielsweise 85 °C betragen.

Die Einrichtung zur Verhinderung der Folgebetankung kann beispielsweise realisiert werden durch ein Ventil, insbesondere durch ein stromlos geschlossenes Magnetventil, i) das eingerichtet ist, fahrzeugseitig den Betankung-Strömungspfad zu unterbrechen, und das zweckmäßig unmittelbar hinter der fahrzeugseitigen Betankungskupplung oder als On-Tank-Valve bzw. Tankabsperrventil direkt am Druckbehälter angeordnet ist. Bevorzugt kann das hier offenbarte Kraftfahrzeug eingerichtet sein, den Betankungspfad zu schließen, falls eine unzulässige Folgebetankung initiiert wurde. Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, dass eine Tankklappe für eine unzulässige Betankung nicht freigegeben wird und verschlossen bleibt.

Die Einrichtung zur Verhinderung der Folgebetankung kann eingerichtet sein, i) die Differenz zwischen der aktuellen Brennstofftemperatur im Druckbehälter und der Umgebungstemperatur zu ermitteln, und ii) eine Folgebetankung zu verhindern, falls die Differenz zwischen der Brennstofftemperatur im Druckbehälter und der Umgebungstemperatur größer ist als ein Grenzwert, z.B. 10 K oder 20 K. Falls die Differenz größer ist als der Grenzwert, so besteht die Gefahr, dass der Brennstoff im Druckbehälter die Grenztemperatur überschreitet. Aus diesem Grund wird eine Folgebetankung als unzulässig bewertet, falls die Differenz zwischen der aktuellen Brennstofftemperatur und der Umgebungstemperatur größer ist als der Grenzwert.

Die Einrichtung zur Verhinderung der Folgebetankung und die Einrichtung zur Bereitstellung eines Signals sind insbesondere eingerichtet, die hier offenbarten Verfahrensschritte „Erfassen von mindestens einem Signal“ und „Bereitstellen von Brennstoff“ durchzuführen.

Die hier offenbarte Technologie betrifft ferner eine Tankstelle, umfassend:

- eine Erfassungseinrichtung zum Erfassen von mindestens einem Signal, wobei das Signal direkt oder indirekt die Information enthält, ob das Kraftfahrzeug mindestens eine Einrichtung zur Verhinderung einer Folgebetankung aufweist; und
- eine Bereitstellungseinrichtung zum Bereitstellen von Brennstoff in Abhängigkeit von dem erfassten Signal.

Das Kraftfahrzeug und die Tankstelle können beispielsweise eine Kommunikationsschnittstelle zur Kommunikation untereinander aufweisen, insbesondere eine Infrarot-Datenschnittstelle. Eine solche Infrarot-Datenschnittstelle ist bereits vielfach im Einsatz. Alternativ sind auch andere

kabelgebundene oder kabellose Schnittstellen vorstellbar. Zweckmäßig ist ein Infrarot-Empfänger an der tankstellenseitigen Betankungskupplung (engl. nozzle) und ein Infrarot-Sender fahrzeugseitig unmittelbar benachbart zur fahrzeugseitigen Betankungskupplung (engl. receptacle) vorgesehen.

Insbesondere sind das Kraftfahrzeug und/oder die Tankstelle eingerichtet, eines der hier offenbarten Verfahren durchzuführen.

Das hier offenbarte Kraftfahrzeug und/oder die hier offenbarte Tankstelle umfassen ferner mindestens ein Steuergerät. Das Steuergerät ist u.a. eingerichtet, die hier offenbarten Verfahrensschritte durchzuführen. Hierzu kann das Steuergerät etwaige Aktuatoren zumindest teilweise und bevorzugt vollständig regeln (engl. closed loop control) oder steuern (engl. open loop control) und Signale an die Kommunikationsschnittstelle senden. Die hier offenbarte Technologie betrifft ferner ein computerlesbares Speichermedium, auf welchem Programminstruktionen gespeichert sind, die bei Ausführung durch einen Mikroprozessor diesen veranlassen, mindestens eines der hier offenbarten Verfahren auszuführen.

Die hier offenbarte Technologie umfasst ferner ein Verfahren zur Betankung eines Kraftfahrzeugs, insbesondere zur Betankung des hier offenbarten Kraftfahrzeugs. Das Verfahren umfasst die Schritte:

- Erfassen von mindestens einem Signal insbesondere des Kraftfahrzeugs, zweckmäßig durch eine Tankstelle; wobei das Signal direkt oder indirekt die Information enthält, ob das Kraftfahrzeug mindestens eine Einrichtung zur Verhinderung einer Folgebetankung aufweist; und
- Bereitstellen von Brennstoff von einer Tankstelle, insbesondere der hier offenbarten Tankstelle, in Abhängigkeit von dem erfassten Signal.

Bevorzugt kann das Verfahren den Schritt umfassen, wonach das mindestens eine Signal über eine Kommunikationsschnittstelle übertragen wird. Bevorzugt wird die Kommunikationsschnittstelle eingesetzt, über die auch Daten über den mindestens einen Druckbehälter des Kraftfahrzeugs und/oder über den im Druckbehälter gespeicherten Brennstoff übertragen werden. Insbesondere kann das Signal zusätzlich Informationen über die Temperatur und/oder den Druck des Brennstoffs im mindestens einen Druckbehälter umfassen. Ferner bevorzugt kann das Signal Informationen über das Speichervolumen des Druckbehälters bzw. der Druckbehälter umfassen. Insbesondere kann hierzu die hier offenbarte Infrarot-Schnittstelle eingesetzt werden.

Das Signal kann aber alternativ oder zusätzlich auf jede andere geeignete Weise von einer Tankstelle direkt erfasst werden. Beispielsweise kann an den Kraftfahrzeugen, die über eine Einrichtung zur Verhinderung einer Folgebetankung verfügen, eine Maßnahme zur Identifizierung der Einrichtung durch die Tankstelle vorgesehen sein. Beispielsweise kann im Kraftfahrzeug, insbesondere in der Windschutzscheibe oder benachbart zur fahrzeugseitigen Betankungskupplung, ein codiertes Zeichen (z.B. Strichcode, Matrixcode, etc.) vorgesehen sein, i) das tankstellenseitig durch Bilderkennungsalgorithmen oder Scanner erfassbar ist, und ii) das indikativ für die Einrichtung zur Verhinderung der Folgebetankung ist. Ferner kann vorgesehen sein, dass an der fahrzeugseitigen Betankungskupplung eine Maßnahme (z.B. Vorsprung oder Vertiefung) vorgesehen ist, die über eine Sensorik an der tankstellenseitigen Betankungskupplung erfassbar ist, und die indikativ für die Einrichtung zur Verhinderung der Folgebetankung ist.

Die Einrichtung zur Verhinderung der Folgebetankung kann auch indirekt erfasst werden. Beispielsweise kann das Kraftfahrzeugmodell erfasst werden, insbesondere i) durch eine Benutzereingabe an der Tankstelle, ii)

durch Bilderkennungsalgorithmen der Tankstelle, die das Kraftfahrzeugmodell identifizieren, und/oder iii) anhand einer entsprechenden Information im Kommunikationssignal. Anhand einer Datenbank kann anschließend überprüft werden, ob das Kraftfahrzeugmodell eine Einrichtung zur Verhinderung der Folgebetankung aufweist. Die so erhaltene Information könnte anhand des vom Kraftfahrzeug kommunizierten Tankvolumens plausibilisiert werden.

Die hier offenbarte Technologie kann den Schritt umfassen, wonach der Brennstoff von der Tankstelle in Abhängigkeit von dem mindestens einen Signal mit unterschiedlichen Durchflussraten bereitgestellt wird. Die Durchflussraten weisen Werte auf, die größer als null sind. Die Durchflussrate kann beispielsweise der Brennstoff-Massenstrom bzw. der Brennstoff-Volumenstrom sein, der während der Betankung in das Kraftfahrzeug einströmt.

Die hier offenbarte Technologie kann den Schritt umfassen, wonach der Brennstoff mit einer ersten Durchflussrate bereitgestellt wird, falls das Signal die Information enthält, dass das Kraftfahrzeug

- i) keine Einrichtung zur Verhinderung einer Folgebetankung aufweist,
- ii) eine defekte Einrichtung zur Verhinderung einer Folgebetankung aufweist, oder
- iii) kein Signal erfasst wurde.

Der Brennstoff kann ferner mit einer zweiten Durchflussrate bereitgestellt werden, falls das Signal die Information enthält, dass das Kraftfahrzeug mindestens eine Einrichtung zur Verhinderung einer Folgebetankung aufweist. Die erste Durchflussrate ist zweckmäßig geringer bzw. niedriger als die zweite Durchflussrate, so dass der Brennstoff langsamer in den/die zu befüllenden Druckbehälter einströmt.

Die erste Durchflussrate ist zweckmäßig so gewählt, dass sich der Brennstoff durch die Betankung um maximal 30 K oder um maximal 20 K oder maximal 10 K erwärmt. Eine sich daran anschließende Folgebetankung führt aufgrund des geringen Wärmeeintrags nicht zu einer Überhitzung des Druckbehälters, selbst wenn diese Folgebetankung kurz nach Betankungsende durchgeführt wird. Eine solche Folgebetankung wäre nicht unzulässig und müsste daher auch nicht verhindert werden. Die erste niedrige Durchflussrate stellt also sicher, dass bereits während der Betankung der mindestens eine Druckbehälter ausreichend Wärme an die Umgebung abgeben kann, so dass er sich nicht oder nur unwesentlich erwärmt.

Das hier offenbarte Verfahren kann den Schritt umfassen, wonach die zweite Durchflussrate so gewählt ist, dass sich der Brennstoff durch die Betankung um mindestens 30 K oder um mindestens 40 K oder mindestens 50 K erwärmt, so dass eine möglichst kurze Betankungsdauer erzielt wird. Zweckmäßig kann diese zweite Durchflussrate so gewählt sein, dass die Temperatur des mindestens einen Druckbehälters bzw. des darin gespeicherten Brennstoffs nahe an der Grenztemperatur liegt, ohne diese zu überschreiten. Beispielsweise kann die Temperatur nach dem Betankungsende mit der zweiten Durchflussrate ca. 70°C oder 75°C oder 80°C betragen. Eine solche Betankung mit einer hohen zweiten Durchflussrate an Brennstoff stellt sicher, dass der mindestens eine Druckbehälter in einer möglichst kurzen Zeit weitgehend gefüllt wird.

Besonders bevorzugt wird die offenbarte Technologie eingesetzt bei einer Betankung, bei der die Brennstofftemperatur während der Betankung insbesondere an der Betankungskupplung mehr als -17°C oder mehr als -2,5°C oder Umgebungstemperatur beträgt. Besonders bevorzugt wird der Brennstoff ungekühlt dem Kraftfahrzeug bereitgestellt. Ferner bevorzugt kann

die Brennstofftemperatur während der Betankung weniger als 50°C oder weniger als 40°C oder weniger als 35°C betragen. Vorteilhaft lässt sich mit der hier offenbarten Technologie die Betankungszeit insbesondere im Falle einer Warmbetankung um ein Vielfaches senken. Es lassen sich somit vergleichsweise günstige Tankstellen realisieren, die bevorzugt auf eine aufwendige Kühlung des Brennstoffs verzichten können. Gleichzeitig sind die so ausgestalteten Tankstellen in der Lage, Kraftfahrzeuge in einer für Fahrzeugführer akzeptablen Zeit ausreichend zu betanken, so dass die Kundenakzeptanz von solchen Tankstellen - und somit von gasbetriebenen Kraftfahrzeugen - verbessert werden kann.

Der Zielfüllstand des Druckbehälters ist ein Maß für die Menge an Brennstoff, die im Druckbehälter nach der Betankung vorhanden sein soll. Der Zielfüllstand kann von einem Benutzer und/oder tankstellenseitig vorgegeben sein. Beispielsweise kann tankstellenseitig als Zielfüllstand der maximal zulässige Betankungsdruck der Tankstelle vorgegeben werden, sofern der Benutzer durch Benutzereingabe keinen geringeren Zielfüllstand vorgibt. Die zweite Durchflussrate ist so gewählt, dass möglichst schnell der Zielfüllstand erreicht wird und gleichzeitig die Temperatur im Druckbehälter den Temperaturgrenzwert nicht übersteigt. Anhand des Zielfüllstandes, des thermischen Verhaltens des Druckbehälters, der Umgebungstemperatur und der Temperatur des einströmenden Brennstoffs lässt sich die Durchflussrate bestimmen. Hierzu können in einer Ausgestaltung experimentell und/oder durch Simulation erstellte Kennfelder im tankstellenseitigen Steuergerät hinterlegt sein.

Die hier offenbarte Technologie kann den Schritt umfassen, wonach während der Betankung weiterhin das Signal erfasst wird, wobei während der Betankung nach einem Abbruch oder einer Unterbrechung des Signals die Betankung fortgesetzt wird, und wobei der zu erreichende Zielfüllstand

verringert wird, beispielsweise um 2% bis 30% oder um 10% bis 20%. Falls nun das Signal nicht mehr von der Tankstelle erfasst wird, kann der Druckbehälter weiterhin mit derselben zweiten Durchflussrate betankt werden, wobei jedoch die Betankung bei Erreichen des verringerten Zielfüllstands beendet wird. Somit wird bei Kommunikationsabbruch weniger Wärme in den Druckbehälter eingebracht. Es verringert sich somit die Wahrscheinlichkeit, dass der Druckbehälter thermisch überlastet wird.

Der Zielfüllstand kann ein Absolutwert sein, z.B. der Brennstoffspeicherdruck bzw. die Brennstoffspeicherdichte des im Druckbehälter gespeicherten Brennstoffs. Der Füllzustand kann aber auch ein Prozentwert sein, der sich aus der im Druckbehälter tatsächlich gespeicherten Menge und der maximalen Speichermenge ergibt. Ein solcher Prozentwert kann beispielsweise als Füllgrad (engl. state of charge oder SoC) bezeichnet werden. Der Füllgrad kann z.B. ein Prozentwert vom maximalen Brennstoffspeicherdruck bzw. -dichte sein. Der maximale Brennstoffspeicherdruck ist i.d.R. erreicht, wenn der Druckbehälter unter Normbedingungen den nominalen Betriebsdruck (auch nominal working pressure oder NWP genannt; z.B. 700 bar) bei nominaler Betriebstemperatur (z.B. 15°C) erreicht hat.

Mit anderen Worten betrifft die hier offenbarte Technologie ein Kraftfahrzeug mit einer Vorrichtung oder Funktion, um die Folgebetankung zu verhindern. Das könnte z.B. über ein Geschlossen-Halten der Tankklappe erfolgen und/oder über ein Magnet-Absperrventil in der Betankungsleitung geschehen. Kraftfahrzeuge, die eine solche Schutzvorrichtung enthalten, können über ein Signal in der Kommunikation zwischen Fahrzeug und Tankstelle melden, dass die Kraftfahrzeuge in der Lage sind, die Folgebetankung zu verhindern. Wenn eine Tankstelle das Signal empfängt, kann die Tankstelle das Fahrzeug mit der schnellstmöglichen Betankung

befüllen, die mit ihrer Technologie erreicht werden kann, denn es kann davon ausgegangen werden, dass das Fahrzeug eine nachfolgende Betankung selbstständig verhindern kann. Wenn die Tankstelle das Signal vom Kraftfahrzeug nicht erhält, beispielsweise weil die Kommunikation nicht funktioniert oder weil das Fahrzeug keine Schutzvorrichtung aufweist, dann soll die Tankstelle das Kraftfahrzeug so langsam betanken, dass der Druckbehälter nach der Betankung einen solch geringen Temperaturanstieg aufweist, dass eine sichere Folgebetankung möglich ist ohne eine zu hohe thermische Belastung. Wenn das Signal am Anfang der Betankung von der Tankstelle empfangen wird, aber im Laufe der Betankung nicht mehr empfangen wird, so kann die Tankstelle weiterhin davon ausgehen, dass das Kraftfahrzeug eine Schutzvorrichtung eingebaut hat und kann die schnelle Betankung bis zu ihrem Ende fortsetzen. Die Kommunikation zwischen Kraftfahrzeug und Tankstelle ist in der technischen Vorschrift SAE J2799 von April 2014 festgelegt. Darin wird ein Signal „Receptacle Type“ definiert. Ein Hochdruckgassystem mit einem nominalen Betriebsdruck von 350 bar würde über die Kommunikationsschnittstelle die Information „RT=H35“ an die Tankstelle senden. Ein Hochdruckgassystem mit einem nominalen Betriebsdruck von 700 bar würde über die Kommunikationsschnittstelle die Information „RT=H70“ an die Tankstelle senden. Es könnte nun insbesondere für eine Warmgasbetankung eine neue Kategorie eingeführt werden, z.B. H70_TA_FAST. Das Tanksystem könnte dadurch kommunizieren, dass es über eine Schutzvorrichtung für Folgebetankungen verfügt.

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

- Fig. 1** eine schematische Darstellung der eingangs beschriebenen Tankerwärmung,
- Fig. 2** ein schematisches Ablaufdiagramm des hier offenbarten Verfahrens, und
- Fig. 3** eine schematische Darstellung von Druck und Temperatur beim hier eingesetzten Verfahren.

Die Fig. 2 zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm des hier offenbarten Verfahrens. Das Verfahren startet mit dem Schritt S100. Im Schritt S200 erfasst die Tankstelle von dem zu betankenden Kraftfahrzeug über die Kommunikationsschnittstelle das Signal, das die Information enthält, ob das Kraftfahrzeug die mindestens eine Einrichtung zur Verhinderung einer Folgebetankung aufweist. Dieser Schritt kann beispielsweise dadurch initiiert werden, dass die tankstellenseitige Betankungskupplung aus der Halterung genommen und auf die fahrzeugseitige Betankungskupplung aufgesteckt wird.

Im Schritt S300 überprüft die Tankstelle anhand der Information des erfassten Signals, ob das Kraftfahrzeug mindestens eine Einrichtung zur Verhinderung einer Folgebetankung aufweist. Falls von Anfang an kein Kommunikationssignal vom Kraftfahrzeug empfangen wird, wird tankstellenseitig angenommen, dass keine Einrichtung zur Verhinderung einer Folgebetankung vorhanden ist.

Falls im Schritt S300 keine Einrichtung zur Verhinderung einer Folgebetankung festgestellt wurde oder davon ausgegangen wird, dass keine Einrichtung vorhanden ist, so wird im Schritt S400 die Betankung mit der ersten Durchflussrate L durchgeführt. Die erste Durchflussrate L ist so gewählt, dass sich während der Betankung der Druckbehälter nur so wenig erwärmt, dass nach der Betankung (vgl. strichpunktierte Linie L in Fig. 3) und

einer kurzen Fahrt F (vgl. gepunktete Linie L in Fig. 3) eine Folgebetankung (vgl. gestrichelte Linie in Fig. 3) zulässig wäre.

Falls im Schritt S300 eine Einrichtung zur Verhinderung einer Folgebetankung festgestellt wurde, so kann die Betankung mit der zweiten Durchflussrate S (vgl. durchgezogene Linie S in Fig. 3) gestartet werden.

In einer Ausgestaltung kann das Verfahren mit dem fakultativen Schritt S500 fortgesetzt werden. Es kann vorgesehen sein, dass während der Betankung nicht nur anfänglich, sondern fortwährend das Signal erfasst wird. Kommt es zur Unterbrechung oder zum kompletten Abbruch der Kommunikation, so kann vorgesehen sein, dass die Betankung im Schritt S700 mit der zweiten Durchflussrate S durchgeführt und bei einem verringerten Zielfüllstand beendet wird. Wird der Zielfüllstand verringert, so erwärmt sich der Druckbehälter weniger und es stellt sich nach der Betankung auch eine geringere Endtemperatur im Druckbehälter ein. Die Wahrscheinlichkeit einer thermischen Schädigung des Druckbehälters kann somit weiter verringert werden.

Ist indes das Signal während der Betankung die ganze Zeit verfügbar, so wird die Betankung mit der zweiten Durchflussrate S erst beendet, wenn der Zielfüllstand erreicht ist (vgl. Schritt S600).

Die Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung von Druck und Temperatur im Druckbehälter beim hier eingesetzten Verfahren. Die durchgezogene Linie zeigt eine Warmbetankung mit der zweiten Durchflussrate S. Hier ist angenommen, dass die erste Tankstelle nur dazu eingerichtet ist, Kraftfahrzeuge mit einem nominalen Betriebsdruck von 350 bar (bei 15°C) zu

betanken. Die Betankung startet bei der Umgebungstemperatur T_U . Aufgrund der im Vergleich zur ersten Durchflussrate L hohen zweiten Durchflussrate S (und daraus resultierenden kurzen Betankungszeit) steigt die Temperatur während der Betankung vergleichsweise stark an auf die Endtemperatur T_{c1} . Die Endtemperatur T_{c1} ist nur geringfügig niedriger als die Grenztemperatur T_G . Daher muss sichergestellt sein, dass keine Folgebetankung erfolgt, solange der Druckbehälter nicht auf eine Temperatur abgekühlt ist, die eine zulässige Folgebetankung ermöglicht (z.B. T_U oder T_{c1}). Gemäß der hier offenbarten Technologie wird dies dadurch erreicht, dass nur Kraftfahrzeuge mit einer Einrichtung zur Verhinderung einer unzulässigen Folgebetankung mit der zweiten Durchflussrate S warmbetankt werden. Kraftfahrzeuge, die unzulässige Folgebetankungen nicht verhindern können, werden mit der ersten Durchflussrate L warmbetankt (strichpunktiert gezeigt). Die erste Durchflussrate L ist so gering, dass sich der Druckbehälter während der Betankung nur geringfügig erwärmt. Im gezeigten Beispiel steigt die Temperatur von der Umgebungstemperatur T_U auf die Temperatur T_{c1} an. Diese kann beispielsweise 10 K über der Umgebungstemperatur T_U liegen. Vorteilhaft ist somit gewährleistet, dass eine Folgebetankung unmittelbar nach Abschluss der Betankung zulässig wäre, da die Temperatur T_{c1} sehr weit von der Grenztemperatur T_G entfernt ist. Wird das Kraftfahrzeug von der ersten Tankstelle sofort zu einer zweiten Tankstelle bewegt, ohne dass sich der Druckbehälter merklich abkühlen kann (vgl. Fahrt F , punktiert gezeigt), so wäre nun eine Betankung zulässig, da die nun im Druckbehälter vorherrschende Temperatur T_{c2} ausreichend weit von der Grenztemperatur T_G entfernt ist. Die zweite Tankstelle ist eingerichtet, den für einen Betriebsdruck von 700 bar ausgelegten

Druckbehälter ganz zu befüllen. Dabei steigen Druck p und Temperatur T stark an. Zum Ende der Betankung liegt aber die Temperatur bei einem Wert T_{c3} , der deutlich geringer als die Grenztemperatur T_G ist.

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.

Ansprüche

1. Verfahren zur Betankung eines Kraftfahrzeugs, umfassend die Schritte:
 - Erfassen von mindestens einem Signal, wobei das Signal eine Information enthält, ob das Kraftfahrzeug mindestens eine Einrichtung zur Verhinderung einer Folgebetankung aufweist; und
 - Bereitstellen von Brennstoff in Abhängigkeit von dem erfassten Signal.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Brennstoff in Abhängigkeit von dem mindestens einen Signal mit unterschiedlichen Durchflussraten (L, S) bereitgestellt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Brennstoff mit einer ersten Durchflussrate (L) bereitgestellt wird, falls das Signal die Information enthält, dass das Kraftfahrzeug
 - keine Einrichtung zur Verhinderung einer Folgebetankung aufweist,
 - eine defekte Einrichtung zur Verhinderung einer Folgebetankung aufweist, oder
 - kein Signal erfasst wurde;wobei der Brennstoff mit einer zweiten Durchflussrate (S) bereitgestellt wird, falls das Signal die Information enthält, dass das Kraftfahrzeug mindestens eine Einrichtung zur Verhinderung einer Folgebetankung aufweist, und

wobei die erste Durchflussrate (L) geringer ist als die zweite Durchflussrate (S).

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die erste Durchflussrate (L) so gewählt ist, dass sich der Brennstoff durch die Betankung um maximal 30 K oder um maximal 20 K oder maximal 10 K erwärmt.
5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die zweite Durchflussrate (S) so gewählt ist, dass sich der Brennstoff durch die Betankung um mindestens 30 K oder um mindestens 40 K oder mindestens 50 K erwärmt.
6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Brennstoff ungekühlt dem Kraftfahrzeug bereitgestellt wird.
7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Brennstofftemperatur während der Betankung an der Betankungskupplung mehr als -17°C oder mehr als $-2,5^{\circ}\text{C}$ beträgt.
8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei während der Betankung weiterhin das Signal erfasst wird, wobei nach einem Abbruch oder einer Unterbrechung des Signals während der Betankung die Betankung fortgesetzt wird, und wobei der zu erreichende Zielfüllstand verringert wird um 2% bis 30% oder um 10% bis 20%.

9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das mindestens eine Signal über eine Kommunikationsschnittstelle übertragen wird, über die auch Daten über mindestens einen Druckbehälter des Kraftfahrzeugs und/oder über den im Druckbehälter gespeicherten Brennstoffs übertragen werden.

10. Tankstelle, umfassend:

- eine Erfassungseinrichtung zum Erfassen von mindestens einem Signal eines Kraftfahrzeugs, wobei das Signal die Information enthält, ob das Kraftfahrzeug mindestens eine Einrichtung zur Verhinderung einer Folgebetankung aufweist; und
- eine Bereitstellungseinrichtung zum Bereitstellen von Brennstoff in Abhängigkeit von dem erfassten Signal.

11. Tankstelle nach Anspruch 10, eingerichtet ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9 durchzuführen.

12. Kraftfahrzeug, umfassend:

- mindestens eine Einrichtung zur Verhinderung einer Folgebetankung; und
- mindestens eine Einrichtung zur Bereitstellung eines Signals, wobei das Signal die Information enthält, ob das Kraftfahrzeug die mindestens eine Einrichtung zur Verhinderung einer Folgebetankung aufweist.

13. Kraftfahrzeug nach Anspruch 12, wobei die Einrichtung zur Verhinderung der Folgebetankung ausgebildet ist,
- i) die Differenz zwischen der Brennstofftemperatur im Druckbehälter und der Umgebungstemperatur zu ermitteln, und
 - ii) eine Folgebetankung zu verhindern, falls die Differenz zwischen der Brennstofftemperatur im Druckbehälter und der Umgebungstemperatur größer ist als ein Grenzwert.
14. Computerlesbares Speichermedium, auf welchem Programminstruktionen gespeichert sind, die bei Ausführung durch einen Mikroprozessor diesen veranlassen, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9 auszuführen.

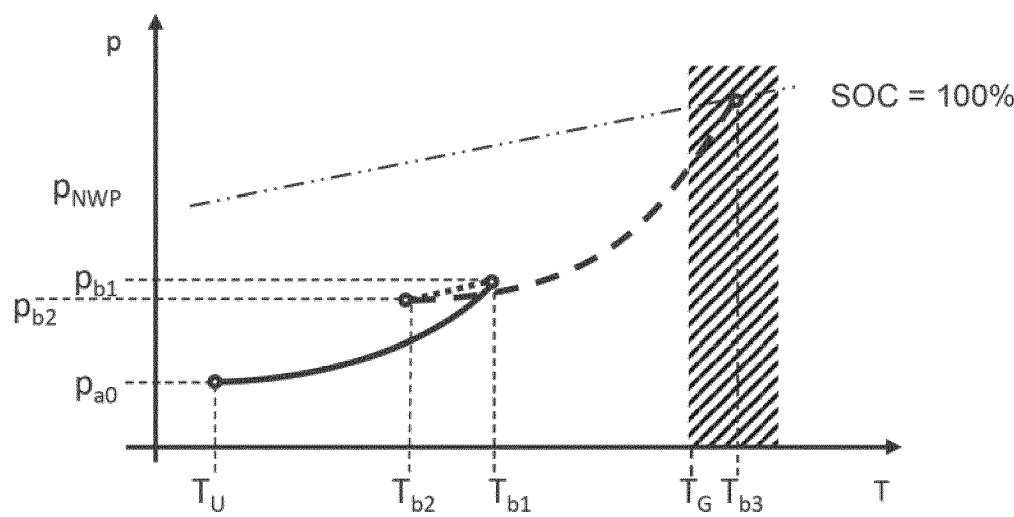


Fig. 1

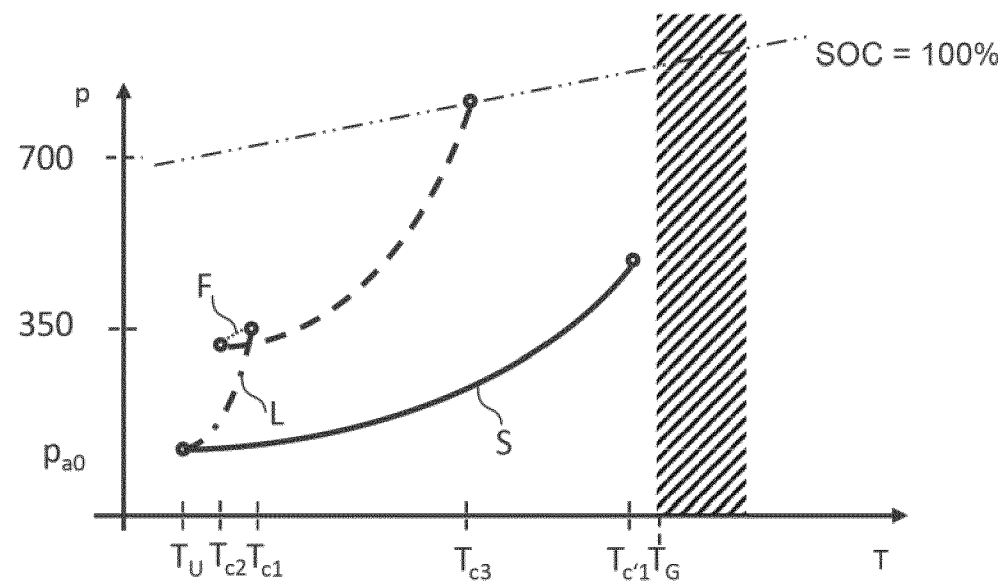


Fig. 3

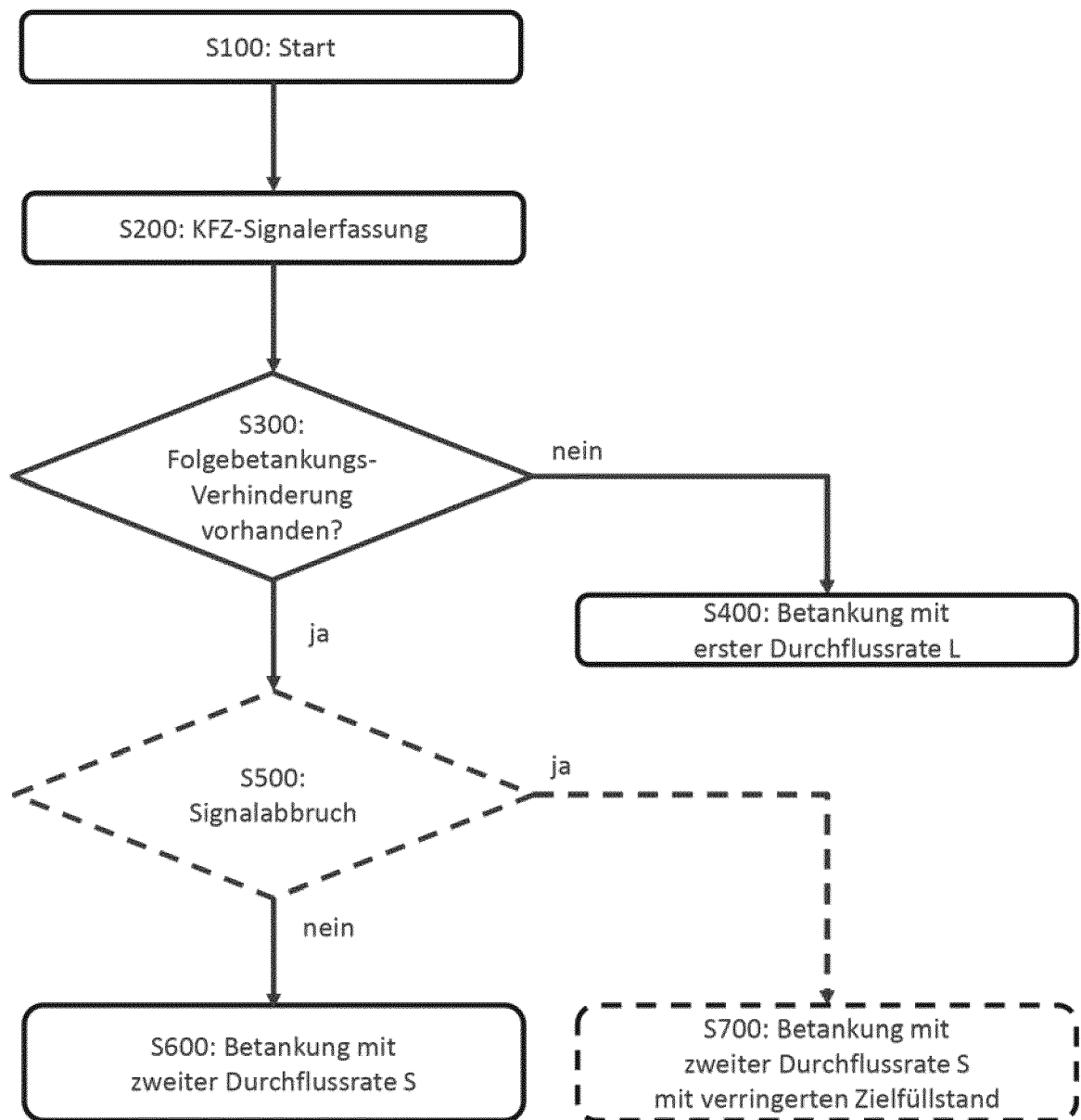


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/077943

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*F17C 5/00*(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)

F17C

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	DE 102017222080 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 06 June 2019 (2019-06-06)	1-4,6,7,9,12-14
A	paragraphs [0001] - [0005], [0012] - [0013], [0020] - [0021], [0024]	5,8,10,11
A	DE 112013002339 T5 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 26 March 2015 (2015-03-26) the whole document	1-14
A	DE 102016206070 A1 (HONDA MOTOR CO LTD [JP]) 20 October 2016 (2016-10-20) the whole document	1-14
A	DE 102015221397 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 04 May 2017 (2017-05-04) the whole document	1-14
A	DE 102016225193 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 21 June 2018 (2018-06-21) the whole document	1-14
A	DE 102013211765 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 24 December 2014 (2014-12-24) the whole document	1-14



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

05 February 2021

Date of mailing of the international search report

15 February 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

Ott, Thomas

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/077943

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102017222080	A1	06 June 2019	CN	111405998	A	10 July 2020
				DE	102017222080	A1	06 June 2019
				US	2020391587	A1	17 December 2020
				WO	2019110515	A1	13 June 2019
DE	112013002339	T5	26 March 2015	CN	104204650	A	10 December 2014
				DE	112013002339	T5	26 March 2015
				JP	6001315	B2	05 October 2016
				JP	2013228059	A	07 November 2013
				US	2015362383	A1	17 December 2015
				WO	2013161318	A1	31 October 2013
DE	102016206070	A1	20 October 2016	DE	102016206070	A1	20 October 2016
				JP	6150839	B2	21 June 2017
				JP	2016200267	A	01 December 2016
				US	2016305611	A1	20 October 2016
DE	102015221397	A1	04 May 2017	NONE			
DE	102016225193	A1	21 June 2018	NONE			
DE	102013211765	A1	24 December 2014	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. F17C5/00

ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

F17C

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	DE 10 2017 222080 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 6. Juni 2019 (2019-06-06)	1-4,6,7,9,12-14
A	Absätze [0001] - [0005], [0012] - [0013], [0020] - [0021], [0024]	5,8,10,11
A	DE 11 2013 002339 T5 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 26. März 2015 (2015-03-26) das ganze Dokument	1-14
A	DE 10 2016 206070 A1 (HONDA MOTOR CO LTD [JP]) 20. Oktober 2016 (2016-10-20) das ganze Dokument	1-14
A	DE 10 2015 221397 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 4. Mai 2017 (2017-05-04) das ganze Dokument	1-14
	-/-	



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

5. Februar 2021

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

15/02/2021

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

Ott, Thomas

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2016 225193 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 21. Juni 2018 (2018-06-21) das ganze Dokument -----	1-14
A	DE 10 2013 211765 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 24. Dezember 2014 (2014-12-24) das ganze Dokument -----	1-14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/077943

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102017222080 A1	06-06-2019	CN 111405998 A	10-07-2020
		DE 102017222080 A1	06-06-2019
		US 2020391587 A1	17-12-2020
		WO 2019110515 A1	13-06-2019

DE 112013002339 T5	26-03-2015	CN 104204650 A	10-12-2014
		DE 112013002339 T5	26-03-2015
		JP 6001315 B2	05-10-2016
		JP 2013228059 A	07-11-2013
		US 2015362383 A1	17-12-2015
		WO 2013161318 A1	31-10-2013

DE 102016206070 A1	20-10-2016	DE 102016206070 A1	20-10-2016
		JP 6150839 B2	21-06-2017
		JP 2016200267 A	01-12-2016
		US 2016305611 A1	20-10-2016

DE 102015221397 A1	04-05-2017	KEINE	

DE 102016225193 A1	21-06-2018	KEINE	

DE 102013211765 A1	24-12-2014	KEINE	
