

(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
04. Januar 2018 (04.01.2018)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/001560 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F17C 13/04 (2006.01)

(72) Erfinder: HAUSMANN, Philipp; Lindenstrasse 36,
73230 Kirchheim (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/000764

(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, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(22) Internationales Anmeldedatum:

28. Juni 2017 (28.06.2017)

(25) Einreichungssprache:

Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache:

Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2016 008 107.4

01. Juli 2016 (01.07.2016) DE

(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,

(71) Anmelder: DAIMLER AG [DE/DE]; Mercedesstraße
137, 70327 Stuttgart (DE).

(54) Title: TANK VALVE

(54) Bezeichnung: TANKVENTIL

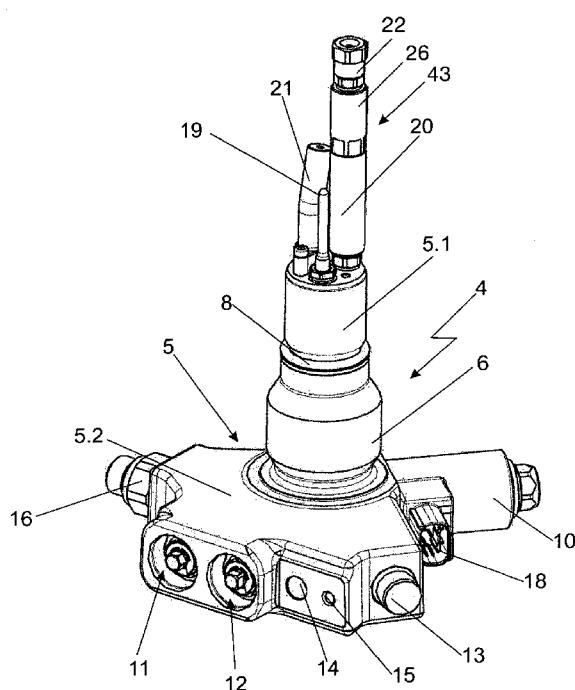


Fig. 2

(57) **Abstract:** The invention relates to a tank valve (4) for mounting on a compressed gas tank (3), comprising a main body (5) that has a first main body section (5.1) which, in the mounted state, protrudes into the compressed gas tank (3) and is sealingly connected to the latter, the main body also having a second main body section (5.2) which, in the mounted state, remains outside the compressed gas tank (3), the tank valve (4) further comprising a plurality of functional subgroups (9, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 22, 23, 26, 27) for filling the compressed gas store (3) via a filling path, removing gas from the compressed gas store (3) via a removal path, and implementing safety and operating functions, at least some of the functional subgroups (9, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 22, 23, 26, 27) being arranged at least partially in the main body (5). The tank valve of the invention is characterized in that functional subgroups (13, 22, 23, 26, 27) are arranged in the first main body section (5.1) or on that side on the first main body section (5.1) which faces the interior of the compressed gas tank (3).

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Tankventil (4) zur Montage an einem Druckgasbehälter (3), mit einem Grundkörper (5), welcher einen ersten Grundkörperabschnitt (5.1) aufweist, der im montierten Zustand in den Druckgasbehälter (3) ragt und dichtend mit diesem verbunden ist, und welcher einen zweiten Grundkörperabschnitt (5.2) aufweist, der im montiertem Zustand außerhalb des Druckgasbehälters (3) verbleibt, ferner mit mehreren Funktionsuntergruppen (9, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 22, 23, 26, 27) zur Betankung des Druckgasspeichers (3) über einen Betankungspfad, zur Entnahme von Gas aus dem Druckgasspeicher (3) über einen Entnahmepfad sowie zur Umsetzung von Sicherheits- und Bedienfunktionen, wobei wenigstens einige der Funktionsuntergruppen (9, 11, 12, 13, 14, 16,



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)*

17, 22, 23, 26, 27) zumindest teilweise in dem Grundkörper (5) angeordnet sind. Das erfindungsgemäße Tankventil ist dadurch gekennzeichnet, dass in dem ersten Grundkörperabschnitt (5.1) oder auf der dem Inneren des Druckgasbehälters (3) zugewandten Seite an dem ersten Grundkörperabschnitt (5.1) Funktionsuntergruppen (13, 22, 23, 26, 27) angeordnet sind.

Tankventil

Die Erfindung betrifft ein Tankventil nach der im Oberbegriff von Anspruch 1 näher definierten Art. Außerdem betrifft die Erfindung die Verwendung eines derartigen Tankventils.

Ein Tankventil zur Montage an einem Druckgasbehälter ist aus dem allgemeinen Stand der Technik bekannt. Ein solches Tankventil wird auch häufig mit dem englischen Begriff On-Tank-Valve bzw. seiner Abkürzung OTV bezeichnet. Das Tankventil ist dabei ein Aufbau mit einem Grundkörper, welcher zumindest zwei Abschnitte aufweist, wobei ein erster Grundkörperabschnitt im montierten Zustand in den Druckgasbehälter ragt und dichtend mit diesem verbunden ist. Typischerweise ist dieser erste Grundkörperabschnitt über ein Außengewinde in ein Innengewinde einer korrespondierenden Aufnahme des Druckgasbehälters eingeschraubt. Neben diesem im montierten Zustand innerhalb des Druckgasbehälters bzw. seines Anschlussgewindes liegenden ersten Grundkörperabschnitt hat der Grundkörper typischerweise einen zweiten Grundkörperabschnitt, welcher sich im montierten Zustand außerhalb des Druckgasbehälters befindet. Einer oder typischerweise beide der Grundkörperabschnitte weisen nun sogenannte Funktionsuntergruppen auf, welche zur Realisierung der Funktionalität des Tankventils notwendig sind. Derartige Funktionsuntergruppen können beispielsweise ein Entnahmeverteil, ein Rückschlagventil in einer Betankungsleitung, ein Sicherheitsventil, ein (manuelles) Absperrventil, ein Filter, eine Anschlussbuchse für eine Betankungs- und/oder Entnahmleitung oder Ähnliches sein.

Beispielhaft soll hinsichtlich eines derartigen Tankventils auf die JP 2009-168165 A hingewiesen werden, welche ein solches unter der Bezeichnung Hochdruckventil zeigt. Weitere derartige Ventile sind beispielsweise aus der US 2009/0146094 A1 oder in der Ausgestaltung als Pilotventil auch aus der EP 1 682 801 B1 bekannt.

Druckgasbehälter mit derartigen Tankventilen werden häufig in Kraftfahrzeugen zur Speicherung von gasförmigen Brennstoffen, beispielsweise Erdgas oder Wasserstoff, eingesetzt. Bei Fahrzeuganwendungen spielen dabei immer die Sicherheit und der Crashschutz eine entscheidende Rolle. Bei den herkömmlichen aufgebauten Tankventilen befinden sich zahlreiche Funktionsuntergruppen in dem außerhalb des Druckgasbehälters liegenden zweiten Grundkörperabschnitt, insbesondere da das Bauvolumen für den ersten Grundkörperabschnitt durch den Durchmesser des Gewindes des Druckgasbehälters typischerweise begrenzt ist. Im Falle eines Unfalls mit dem Fahrzeug oder einer andersartigen Beeinträchtigung des Druckgasbehälters durch einen Unfall, was prinzipiell auch außerhalb eines Fahrzeugs auftreten kann, kann es somit zu sicherheitskritischen Situationen kommen, bei welchen sich der Druckgasbehälter unkontrolliert entleeren kann, oder bei welchen er sich aufgrund abgescherter Sicherheitsventile oder dergleichen eben nicht mehr entleeren kann. Kommt es in einer solchen Situation zu einer extremen Wärmeentwicklung, beispielsweise durch einen Brand, dann kann der mit dem beschädigten Tankventil ausgestattete Druckgasbehälter explodieren.

Die Aufgabe der hier vorliegenden Erfindung besteht nun darin, den genannten Nachteil zu vermeiden und einen sicheren Aufbau eines Tankventils anzugeben.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Tankventil mit den Merkmalen im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen ergeben sich aus den hiervon abhängigen Unteransprüchen. Im Anspruch 11 ist außerdem eine besonders bevorzugte Verwendung eines derartigen Tankventils angegeben.

Das erfindungsgemäße Tankventil weist, ähnlich wie die Tankventile gemäß dem Stand der Technik, einen Grundkörper auf, in welchen mehrere Funktionsuntergruppen zur Betankung des Druckgasspeichers, zur Entnahme von Gas aus dem Druckgasspeicher sowie zur Umsetzung von Sicherheitsfunktionen integriert sind. Ein erster Grundkörperabschnitt ragt dabei in das Innere des Druckgasbehälters und ist insbesondere über ein Gewinde mit einer korrespondierenden Aufnahme in dem Druckgasbehälter, im montierten Zustand dichtend mit diesem verbunden. Erfindungsgemäß ist es nun so, dass einzelne Funktionsuntergruppen in oder an dem ersten Grundkörperabschnitt angeordnet sind. Die Funktionsuntergruppen können dabei

insbesondere sicherheitsrelevante Funktionsuntergruppen sein. Durch ihre Anordnung im ersten Grundkörperabschnitt oder in Richtung des Inneren des Druckgasbehälters an diesen montiert sind sie auch im Falle einer Beschädigung des Druckgasbehälters mit dem aufgeschraubten Tankventil vergleichsweise sicher. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn der Druckgasbehälter mit dem aufgeschraubten Tankventil beispielsweise in einem Fahrzeug eingesetzt wird, und durch einen Unfall in Mitleidenschaft gezogen wird. Der Druckgasbehälter selbst ist dabei typischerweise sehr stabil, vor allem die Aufnahmeeinrichtung, mit welcher das Tankventil verbunden, in den allermeisten Fällen verschraubt, ist. Der erste Grundkörperabschnitt, welcher innerhalb des Druckgasbehälters und zu einem großen Teil seiner Ausdehnung innerhalb der Aufnahmeeinrichtung des Druckgasbehälters für das Tankventil liegt, ist dementsprechend gut geschützt, sodass selbst bei einer Beschädigung des Tankventils und beispielsweise einem Abscheren des zweiten Grundkörperabschnitts des Tankventils vom ersten Grundkörperabschnitt die in dem ersten Grundkörperabschnitt angeordneten Funktionsuntergruppen unbeschädigt bleiben. Dieser gute Schutz ist insbesondere bei Fahrzeuganwendungen ein entscheidender Vorteil für die Sicherheit.

Prinzipiell können mehrere der Funktionsuntergruppen in dem ersten Grundkörperabschnitt angeordnet sein. Der dort zur Verfügung stehende Bauraum ist aufgrund der typischerweise beengten Platzverhältnisse im Inneren der Aufnahmeeinrichtung und des notwendigen Materials des ersten Grundkörperabschnitts, um eine ausreichende Stabilität des Tankventils sicherzustellen begrenzt. Daher können in diesem Bereich des ersten Grundkörperabschnitts insbesondere die sicherheitsrelevanten Funktionsuntergruppen angeordnet sein.

Gemäß einer sehr vorteilhaften Weiterbildung der Idee ist es daher vorgesehen, dass in dem ersten Grundkörperabschnitt zumindest ein Rückschlagventil in dem Betankungspfad oder in einer diesen innerhalb des Grundkörpers ausbildenden Betankungsleitung vorgesehen ist. Ein solches Rückschlagventil in einer Betankungsleitung stellt sicher, dass die Betankungsleitung, wenn sie nicht verwendet wird, von dem in dem Druckgasspeicher unter Druck stehenden Gas verschlossen wird. Hierfür ist typischerweise ein Rückschlagventil mit einer zusätzlichen Federunterstützung entgegen der Strömungsrichtung bei der Betankung vorgesehen. Dieses sicherheitsrelevante Bauteil kann nun im ersten Grundkörperabschnitt angeordnet sein, sodass es sehr sicher untergebracht ist.

Gemäß einer weiteren sehr vorteilhaften Ausgestaltung der Idee kann es nun ferner vorgesehen sein, dass die Funktionsuntergruppen in dem ersten Grundkörperabschnitt eine Rohrbruchsicherung in dem Entnahmepfad umfassen. Eine solche Rohrbruchsicherung stellt sicher, dass im Falle eines Bruchs oder eines Defekts der Rohrleitung diese verschlossen wird. Sie kann insbesondere aus einer Ventileinrichtung bestehen, welche in Abhängigkeit eines Differenzdrucks zwischen der einen dem Inneren des Druckgasbehälters zugewandten Seite und der anderen der Abströmseite einer Entnahmleitung zugewandten Seite wirkt. Liegt auf der Seite des Entnahmepfads kein Druck mehr vor oder senkt sich dieser rapide ab, beispielsweise weil die Leitung oder ein in der Leitung angeordnetes Ventil beschädigt oder abgeschert wird, dann verschließt die Rohrbruchsicherung mit einem Ventilkörper das Rohr und verhindert so das Abströmen von Gas aus dem Druckgasbehälter. Auch dieses sicherheitsrelevante Bauteil kann nun insbesondere im Inneren des Druckgasbehälters und damit an oder im ersten Grundkörperabschnitt des Tankventils angeordnet sein.

Gemäß einer weiteren sehr günstigen Ausgestaltung der Idee kann es ferner vorgesehen sein, dass die Funktionsuntergruppen im ersten Grundkörperabschnitt eine starre Blende in einem zu oder von einem Sicherheitsventil führenden Leitungselement umfassen. Typischerweise weisen Tankventile Sicherheitsventile, beispielsweise thermisch auslösende Sicherheitsventile, auf. Über diese Sicherheitsventile wird, für den Fall, dass diese ansprechen, Gas aus dem Inneren des Druckgasbehälters abgeblasen, um einen extremen Überdruck und die Gefahr einer Explosion des Druckgasbehälters zu vermeiden. Dies kann beispielsweise beim Auftreten von Feuer der Fall sein. Um ein unkontrolliertes Abströmen auch für den Fall, dass das Tankventil selbst beschädigt und beispielsweise das Sicherheitsventil, welches in dem zweiten Grundkörperabschnitt angeordnet sein kann, von dem ersten Grundkörperabschnitt abgetrennt wird, kann gemäß dieser vorteilhaften Weiterbildung der Idee eine starre Blende in dem ersten Grundkörperabschnitt vorgesehen sein. Über diese starre Blende wird konstruktionsbedingt das Volumen des abströmenden Gases begrenzt, sodass das Gas aus dem Inneren des Druckgasbehälters mit einem vergleichsweise kontrollierten Volumenstrom abströmt und nicht unkontrolliert in die Umgebung gelangt.

In einer weiteren, sehr vorteilhaften Variante des erfindungsgemäßen Tankventils kann es nun außerdem vorgesehen sein, dass ein Sicherheitsventil, insbesondere ein

thermisch auslösendes Sicherheitsventil, wie im vorherigen Absatz beschrieben, in den ersten Grundkörperabschnitt integriert oder in Richtung des Tankinneren an diesem montiert ist. Für das hinsichtlich der Sicherheit wichtige Sicherheitsventil, insbesondere das wichtige thermisch auslösende Sicherheitsventil, stellt dies einen weiteren Sicherheitsvorteil im Falle einer Beschädigung des Tankventils, beispielsweise durch ein Abscheren des zweiten Grundkörperabschnitts, welcher im montierten Zustand des Tankventils außerhalb des Druckgasspeichers liegt, dar. Da der Grundkörper gemäß einer idealen Ausgestaltung aus einem gut wärmeleitenden metallischen Material wie beispielsweise Aluminium ausgebildet ist, wird im Falle einer erhöhten Temperatur beispielsweise durch einen Brand, die Wärme über den Grundkörper zuverlässig in den Bereich des thermisch auslösenden Sicherheitsventils geleitet, sodass seine Integration in den ersten Grundkörperabschnitt 5.1 Vorteile hinsichtlich der Sicherheit und keine nennenswerte Nachteile hinsichtlich der Auslösung mit sich bringt.

Gemäß einer weiteren sehr vorteilhaften Idee der Erfindung kann es nun ferner vorgesehen sein, dass weitere Funktionsuntergruppen in dem zweiten Grundkörperabschnitt angeordnet sind. Dabei kann es vorgesehen sein, dass alle in dem zweiten Grundkörperabschnitt, also dem im montierten Zustand außerhalb des Druckgasbehälters liegenden Abschnitt des Grundkörpers, angeordneten Funktionsuntergruppen in einer Ebene angeordnet sind. Diese Anordnung in einer Ebene bezieht sich dabei auf die primäre axiale Ausrichtung und die Betätigungsrichtung der einzelnen Funktionsuntergruppen. Insbesondere können die Funktionsuntergruppen so ausgestaltet sein, sodass sie mit dem Grundkörper verschraubt werden können. Die Mittelachsen der Bohrungen in dem Grundkörper mit den Gewinden zur Aufnahme derartiger Funktionsuntergruppen sind bei dem erfindungsgemäßem Tankventil dabei in einer einzigen Ebene des Grundkörpers angeordnet. Diese Integration aller Funktionsuntergruppen in dem zweiten Grundkörperabschnitt innerhalb einer einzigen Ebene ermöglicht einen sehr kompakten Aufbau des zweiten Grundkörperabschnitts. Dieser kann beispielsweise beim Einsatz in einem Druckgasbehälter zur Speicherung von Wasserstoff bei einem Nenndruck von 70 MPa so ausgestaltet werden, dass er eine Dicke von lediglich ca. 25 bis 35 mm aufweist. Hierdurch ist ein außerordentlich kompakter Aufbau des erfindungsgemäßem Tankventils möglich.

Gemäß einer sehr vorteilhaften Weiterbildung der Idee ist die Ebene dabei senkrecht zu einer zentralen Achse des ersten Grundkörperabschnitts und insbesondere zu einer

zentralen Achse des Druckgasbehälters angeordnet. Der erste Grundkörperabschnitt weist typischerweise eine zentrale Achse auf, welche im Allgemeinen mit der zentralen Achse des Druckgasbehälters zusammenfällt, da der erste Grundkörperabschnitt typischerweise mit einer zentralen Aufnahme des Druckgasbehälters verschraubt ist. Zu dieser zentralen Achse, also der Drehachse des Tankventils beim Einschrauben in den Druckgasbehälter, ist die Ebene, welche die Funktionsuntergruppen des zweiten Grundkörperabschnitts aufweist, senkrecht angeordnet. Hierdurch ist ein außerordentlich kompakter Aufbau möglich, bei welchem die axiale Länge des Druckgasbehälters mit montiertem Tankventil außerordentlich klein ist. Insbesondere bei der Verwendung zur Speicherung von Brennstoff in einem Fahrzeug ist dies ein erheblicher Vorteil, da der zur Verfügung stehende Bauraum so in der Art ausgenutzt werden kann, dass das maximale Speichervolumen des Druckgasbehälters realisiert werden kann. Hierdurch lässt sich eine entsprechend große Reichweite des Fahrzeugs erreichen. Insbesondere kann die Reichweite gegenüber der Verwendung von herkömmlichen Tankventilen bei unverändertem in dem Fahrzeug zur Verfügung stehenden Bauraum durch eine Vergrößerung des Volumens des Druckgasbehälters gesteigert werden.

Gemäß einer sehr günstigen Weiterbildung der Idee sind die Funktionsuntergruppen dabei parallel und/oder sternförmig in dem zweiten Grundkörperabschnitt angeordnet. Innerhalb der Ebene sind die Funktionsuntergruppen also parallel und/oder sternförmig in dem zweiten Grundkörperabschnitt angeordnet. Dies ermöglicht auch hinsichtlich des Bauraums in radialer Richtung, bezogen auf eine zentrale Achse der Ebene, eine sehr kompakte Anordnung. Dies reduziert auch in dieser Richtung den benötigten Bauraum und dient insbesondere auch zur Gewichtseinsparung, da der Grundkörper entsprechend kompakt und mit weniger Material realisiert werden kann. Darüber hinaus erledigt diese Anordnung ein sehr einfaches und effizientes Bohren der Aufnahmen für die Funktionsuntergruppen sowie der in dem zweiten Grundkörperabschnitt verlangenden Kanäle.

Wie bereits erwähnt können die Funktionsuntergruppen, und so ist es gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Tankventils auch vorgesehen, mit dem Grundkörper verschraubt ausgebildet sein.

Eine weitere sehr günstige Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Tankventils sieht es nun ferner vor, dass der Grundkörper aus einer Aluminiumlegierung hergestellt ist.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung kann er insbesondere geschmiedet sein. Eine solche Herstellung des Grundkörpers aus einer Aluminiumlegierung, insbesondere als Schmiedebauteil, ist einfach, kostengünstig, erlaubt die Herstellung eines hochfesten sowie gleichzeitig leichten Bauteils. Die Funktionsuntergruppen können dann typischerweise aus einem nicht rostenden Stahlmaterial ausgebildet verschraubt sein.

Gemäß einer weiteren sehr vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Tankventils können dabei in dem zweiten Grundkörperabschnitt zumindest einige der folgenden Funktionsuntergruppen integriert sein:

- Entnahmeventil, insbesondere in Form eines Pilotventils, welches vorzugsweise elektromagnetisch betätigbar ist;
- Sicherheitsventil, insbesondere ein thermisch auslösendes Sicherheitsventil, sofern dieses nicht bereits in den ersten Grundkörperabschnitt angeordnet beziehungsweise an diesem montiert ist;
- ein Absperrventil, vorzugsweise ein manuell betätigbares Absperrventil;
- Entleerventil, insbesondere ein manuell betätigbares Entleerventil;
- Filter, insbesondere Einlassfilter;
- ein Gasanschluss zur Betankung und/oder Entnahme von Gas;
- ein Abblasanschluss, welcher insbesondere mit einem Leitungselement verbindbar ist, welches zur Abfuhr von Gas dient, das über das Sicherheitsventil und/oder das Entleerventil entweicht.

Weitere an sich bekannte Funktionsuntergruppen, welche dem Fachmann grundlegend bekannt sind, können ebenfalls im Bereich des zweiten Grundkörperabschnitts integriert ausgebildet sein.

Wie bereits mehrfach erwähnt, liegt der entscheidende Vorteil des Tankventils in einer sehr hohen Sicherheit auch für den Fall, dass es zu einer Beschädigung des Tankventils, beispielsweise infolge eines Unfalls, kommt. Dieser Vorteil wirkt sich insbesondere bei Fahrzeuganwendungen entsprechend vorteilhaft aus. Deshalb ist eine Verwendung des Tankventils gemäß Anspruch 10 an einem Druckgasbehälter zur Speicherung von Wasserstoff oder Erdgas, und hier insbesondere bei einem Nenndruck von mehr als 65 MPa, als Brennstoff in einem Fahrzeug vorgesehen.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Tankventils sowie seiner Verwendung ergeben sich außerdem aus den weiteren abhängigen Unteransprüchen sowie aus dem Ausführungsbeispiel, welches nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren näher beschrieben ist.

Dabei zeigen:

- Fig. 1 ein prinzipiell dargestelltes Fahrzeug mit einem Speichersystem für komprimiertes Gas als Brennstoff;
- Fig. 2 eine dreidimensionale Darstellung einer möglichen Ausführungsform eines Tankventils gemäß der Erfindung;
- Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Teils eines Druckgasbehälters mit montiertem Tankventil;
- Fig. 4 eine schematische Schnittdarstellung gemäß der Linie IV-IV in Fig. 3;
- Fig. 5 eine schematische Schnittdarstellung durch den im montiertem Zustand in den Druckgasbehälter ragenden Bereich eines Tankventils gemäß der Erfindung; und
- Fig. 6 eine schematische Schnittdarstellung durch den im montiertem Zustand in den Druckgasbehälter ragenden Bereich eines Tankventils gemäß der Erfindung und gemäß einer alternativen Ausführungsform der Erfindung; und
- Fig. 7 eine schematische Darstellung der Funktionsweise eines erfindungsgemäßen Tankventils mit allen seinen Funktionsuntergruppen in einem pneumatischen Fließbild.

In der Darstellung der Figur 1 ist rein beispielhaft ein Fahrzeug 1 angedeutet. Dieses soll mit einem gasförmigen Brennstoff, beispielsweise mit komprimiertem Erdgas oder komprimiertem Wasserstoff, angetrieben werden. Der Brennstoff kann dazu in einem Verbrennungsmotor oder insbesondere bei der Verwendung von Wasserstoff vorzugsweise auch in einem Brennstoffzellensystem in die für den Antrieb genutzte Leistung umgesetzt werden. Zur Speicherung des komprimierten Gases ist in dem Fahrzeug 1 eine in ihrer Gesamtheit mit 2 bezeichnete Speichervorrichtung vorhanden. Diese besteht aus mehreren einzelnen Druckgasbehältern 3, von denen jeder ein Tankventil 4 trägt. Dieses Tankventil 4 wird auch als On-Tank-Valve oder abgekürzt als OTV bezeichnet. Die einzelnen Druckgasbehälter 3 können dabei zusammen mit ihren Tankventilen 4 beispielsweise so wie es aus dem eingangs erwähnten Stand der Technik bekannt ist, über eine gemeinsame Leitung miteinander verbunden sein, sodass Gas aus der Speichervorrichtung 2 in dem Fahrzeug genutzt werden kann. Insbesondere bei der

Speicherung von Wasserstoff, beispielsweise für die bevorzugte Anwendung in einem Brennstoffzellensystem, liegt dabei der Nenndruck bei derartigen Druckgasbehältern 3 mit ihren Tankventilen 4 typischerweise in der Größenordnung von 70 MPa. Neben den Sicherheitsanforderungen an die einzelnen Druckgasbehälter 3 sowie ihre Tankventile 4 müssen außerdem hohe Anforderungen hinsichtlich der Dichtheit aber auch hinsichtlich der Möglichkeit, diese sicher, zuverlässig und kostengünstig herzustellen, gestellt werden.

In der Darstellung der Figur 2 ist eine dreidimensionale Darstellung eines Tankventils 4 zu erkennen. Das Tankventil 4 umfasst dabei einen Grundkörper 5, welcher im Wesentlichen aus zwei Abschnitten besteht. Ein erster Grundkörperabschnitt 5.1 ist so ausgebildet, dass er im späteren montierten Zustand des Tankventils 4 in den jeweiligen Druckgasbehälter 3 ragt. Er weist dafür in dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel ein mit 6 bezeichnetes Gewinde auf, welches mit einem entsprechenden Gewinde in einem Aufnahmeelement 7, welches in der Darstellung der Figur 3 teilweise angedeutet ist, des Druckgasbehälters 3 entsprechend zusammenwirkt. Dieser erste Grundkörperabschnitt 5.1 weist außerdem eine in der Darstellung der Figur 2 angedeutete Dichteinrichtung beispielsweise aus einem oder mehreren Dichtringen und/oder Stützringen auf. Ein zweiter Grundkörperabschnitt 5.2 ist in der Darstellung der Figur 2 im unteren Bereich des Tankventils 4 zu erkennen. Dieser zweite Grundkörperabschnitt 5.2 befindet sich nach der Montage des Tankventils 4 außerhalb des Druckgasbehälters 3, wie es beispielsweise in der in Figur 3, in einer schematischen Seitenansicht, angedeuteten Art. Der zweite Grundkörperabschnitt 5.2 weist dabei mehrere sogenannte Funktionsuntergruppen des Tankventils 4 auf. Die Funktionsuntergruppen im zweiten Grundkörperabschnitt 5.2 umfassen dabei ein elektromagnetisch betätigtes Pilotventil 9 als Entnahmeverteil zur Entnahme von Gas aus dem Druckgasbehälter 3. Es wird über eine mit 10 bezeichnete elektromagnetische Spule betätigt, wobei in der Darstellung der Figuren 2 und 3 lediglich die elektromagnetische Spule 10 zu erkennen ist. In der Darstellung der Figur 4 ist das Pilotventil 9 selbst schematisch angedeutet. Hinsichtlich der Funktionalität eines solchen Pilotventils kann beispielhaft auf die Ausführungen in der DE 10 2013 019 978 A1 der Anmelderin hingewiesen werden.

In der Darstellung der Figur 2 sind weitere in den zweiten Grundkörperabschnitt 5.2 integrierte beziehungsweise an diesen in Richtung des Inneren des Druckgasbehälters 3 montierte Funktionsuntergruppen zu erkennen. Diese sind beispielsweise zwei parallel zueinander angeordnete manuelle Ventile 11, 12, wobei das manuelle Ventil 11 als

manuelles Absperrventil 11 ausgebildet und das manuelle Ventil 12 als manuelles Entleerventil 12 ausgestaltet ist. Das manuelle Absperrventil 11 und das manuelle Entleerventil 12 sind in der Darstellung der Figur 4 ebenfalls nochmals angedeutet. Sie können insbesondere so aufgebaut sein, dass sie in ihrem Aufbau identisch realisiert sind. Der Einbau erfolgt dabei so, dass das manuelle Absperrventil 11 im Einbauzustand und Normalzustand geöffnet und das manuelle Entleerventil 12 im Einbauzustand und im Normalzustand entsprechend geschlossen ist. Auf Details in der Funktionsweise wird dabei später im Rahmen der Beschreibung der Darstellung in Figur 4 näher eingegangen.

Als weitere Funktionsuntergruppe in dem zweiten Grundkörperabschnitt 5.2 ist nun außerdem der Teil eines thermisch auslösenden Sicherheitsventils 13 zu erkennen. Solche thermisch auslösenden Sicherheitsventile sind prinzipiell aus dem allgemeinen Stand der Technik bekannt. In einer üblichen Ausführungsform wird hier eine Schraube eingesetzt, welche eine zentrale Bohrung aufweist. In der zentralen Bohrung befindet sich ein Lot oder ein über ein Lot festgehaltener Sperrkörper. Erhitzt sich der Bereich des Tankventils 4 bzw. des thermisch auslösenden Sicherheitsventils 13 über die Schmelztemperatur des Lots hinaus, dann wird die Durchgangsbohrung in der Schraube freigegeben und das mit der Schraube in dauerhafter Verbindung stehende Gas im Inneren des Druckgasbehälters 13 kann abströmen. Eine Alternative hierzu, welche insbesondere im europäischen und amerikanischen Markt sehr häufig eingesetzt wird, besteht in einem Aufbau, bei welchem ein Ventilkörper von einer Glasampulle mit einer leicht siedenden Flüssigkeit in Position gehalten wird. Der Siedepunkt der Flüssigkeit in der Glasampulle ist so abgestimmt, dass diese bei einer kritischen Temperatur des thermisch auslösenden Sicherheitsventils 13 beginnt zu sieden. Durch die Volumenzunahme beim Sieden wird die Glasampulle zerstört und gibt den Ventilkörper gegenüber dem Ventilsitz frei. Durch den Druck des Gases in dem Druckgasbehälter, welcher an dem Ventilkörper ansteht, wird dieser in eine geöffnete Position, weg von dem Ventilsitz, bewegt, sodass das Gas aus dem Druckgasbehälter 3 abströmen kann. Hierfür dient in der Darstellung der Figuren 2 und 4 eine mit 14 bezeichnete Abblasleitung, welche bei einem Ansprechen des thermisch auslösenden Sicherheitsventils 13 mit dem Inneren des Druckgasbehälters 3 verbunden wird. Neben der Abblasleitung 14 bzw. ihrer Öffnung im zweiten Grundkörperabschnitt 5.2 des Tankventils 4 liegt eine in den Figuren mit 15 bezeichnete Gewindebohrung, welche zur Aufnahme einer Schraube geeignet ist. Hier kann eine sogenannte Abblasleitung bzw. Venting Tube einfach und zuverlässig

angeschraubt werden, beispielsweise in der Art, wie es in der deutschen Patentanmeldung DE 10 2013 015 515 A1 der Anmelderin beschrieben ist.

Als weitere Funktionsuntergruppe im Bereich des zweiten Grundkörperabschnitts 5.2 ist in der Darstellung der Figur 2 ein Gasanschluss 16 zu erkennen. Dieser Gasanschluss kann beispielsweise zur Entnahme von Gas aus dem Druckgasbehälter über das Pilotventil 9 und/oder zur Betankung des Druckgasbehälters 3 verwendet werden. In der Darstellung der Figur 4 ist außerdem zu erkennen, dass integriert in den Gasanschluss 16, ein mit 17 bezeichneter Filter angeordnet ist, welcher insbesondere bei der Verwendung des Gasanschlusses 16 zur Betankung des Druckgasbehälters 3 Verschmutzungen in dem in den Druckgasbehälter 3 strömenden Gas aus diesem herausfiltert.

Ein weiteres in der Darstellung der Figur 2 erkennbares Element im Bereich des zweiten Grundkörperabschnitts 5.2 bzw. im Bereich der elektromagnetischen Spule 10 ist dabei ein mit 18 bezeichneter Steckanschluss, über welchen einerseits die elektromagnetische Spule 10 und damit das Pilotventil 9 und andererseits Messdaten, beispielsweise die eines mit 19 bezeichneten Temperatursensors, übertragen werden können. Insbesondere weist das Tankventil 4 dabei den elektrischen Steckanschluss 18 als einzigen elektrischen Anschluss auf, sodass die Verkabelung der Speichervorrichtung 2 entsprechend einfach und effizient zu gestalten ist.

Neben dem Temperatursensor 19 ist im Bereich des ersten Grundkörperabschnitts 5.1 außerdem ein auf diesem in Richtung des Inneren des Druckgasbehälters 3 montierter leicht gebogener Rohrabschnitt 21 zu erkennen. Seine Ausgestaltung ist dabei so gewählt, dass er das einströmende Gas bei der Betankung des Druckgasbehälters 3 möglichst so in den Druckgasbehälter 3 verteilt, dass es zu einer Durchmischung des Gases und damit einer zuverlässigen Messung der Temperatur durch den Temperatursensor 19 kommt. Eine Austrittsöffnung 42 des gebogenen Rohrabschnitts 21 ist dabei idealerweise gegenüber des Nenndurchmessers im Strömungsquerschnitt verengt, um eine Strahlbildung des in den Druckgasbehälter 3 einströmenden Gases zu unterstützen. Damit wird eine bessere Vermischung des Gases mit dem im Inneren des Druckgasbehälters befindlichen Restgas erzielt, sodass insgesamt eine homogener Temperaturverteilung erreicht wird. Dies kommt der zuverlässigen Messung der Temperatur durch den Temperatursensor 19 zugute.

In der Figur 2 ist außerdem zu erkennen, dass auf dem ersten Grundkörperabschnitt 5.1 eine insgesamt mit 43 bezeichnetes Bauteil montiert ist, welches nachfolgend auch als Zusammenbaufilter 43 bezeichnet wird. Dieser Zusammenbaufilter umfasst dabei einen Filter 20, sowie eine Rohrbruchsicherung 22 und ein Rückschlagventil 26. Die Rohrbruchsicherung 22 sowie das Rückschlagventil 26 sind dabei einige der Funktionsuntergruppen, welche in dem Ausführungsbeispiel der Figur 2 nicht in den ersten Grundkörperabschnitt 5.2 integriert, sondern auf diesen aufmontiert sind. Die Funktionalität dieser beiden Funktionsuntergruppen, der Rohrbruchsicherung 22 und das Rückschlagventil 26, wird nachfolgend an ihrem ebenso denkbaren integrierten Aufbau noch im Detail beschrieben.

Weitere Funktionsuntergruppen können dabei auch im Inneren des ersten Grundkörperabschnitts 5.1 integriert ausgeführt sein.

Die Funktionsuntergruppen, welche nach der Montage des Tankventils 4 im Inneren des Druckgasbehälters 3 entsprechend geschützt angeordnet sind, umfassen dabei zumindest die Rohrbruchsicherung 22 sowie ein Rückschlagventil 23 in einer Betankungsleitung 24, welche in den Rohrabschnitt 21 mündet. Ferner kann in dem Entnahmepfad, welcher die Rohrbruchsicherung 22 aufweist, ein weiteres Rückschlagventil 26 angeordnet sein, welches sicherstellt, dass im Fall einer Betankung das Gas über die Betankungsleitung 24 und den Rohrabschnitt 21 in den Druckgasbehälter 3 einströmt, und dass im Falle einer Entnahme von Gas über das Pilotventil 9 die Strömung durch den Filter 20 und die Entnahmleitung 25 erfolgt. Über das Rückschlagventil 26 wird also faktisch bei deaktiviertem Pilotventil 9 ausgewählt, ob die Strömung des Gases durch die Betankungsleitung 24 oder durch die Entnahmleitung 25 erfolgt. Das Rückschlagventil 26 könnte somit auch als Auswahlventil für den Strömungsweg bezeichnet werden

Wie bereits erwähnt, können das Rückschlagventil 26, die Rohrbruchsicherung 22 sowie der Filter 20 als Zusammenbaufilter integriert und in Richtung des Inneren des Druckgasbehälters 3 an den ersten Grundkörperabschnitt 5.1. anmontiert werden. In Strömungsrichtung des Gases bei der Entnahme liegen die beiden Ventileinrichtungen 22, 26 dabei vor dem Filter 20, sodass eventuell im Bereich der Ventileinrichtungen 22, 26 abgeriebene Partikel von dem Filter 20 zurückgehalten werden und nicht in den Bereich des Pilotventils 9 gelangen können.

Alternativ dazu können diese Bauteile auch in den Grundkörperabschnitt 5.1 integriert ausgeführt werden, wie es in der Darstellung der Figur 5 teilweise angedeutet ist. In der Darstellung der Figur 5 ist ferner eine gestrichelt optionale weitere Funktionsuntergruppe in Form einer starren Blende 27 in angedeutete einem zu dem thermisch auslösenden Sicherheitsventil 13 führenden Leitungselement 28 zu erkennen. Das Leitungselement 28 ist dabei ohne weitere Ventileinrichtungen am einen Ende des ersten Grundkörperabschnitts 5.1 mit dem Inneren des Druckgasbehälters 3 verbunden. An seinem anderen Ende steht es in Verbindung mit dem thermisch auslösenden Sicherheitsventil 13, sodass auch im Falle einer Fehlfunktion einer weiteren Ventileinrichtung in jedem Fall sichergestellt ist, dass beim Ansprechen des thermisch auslösenden Sicherheitsventils das Gas aus dem Druckgasbehälter 3 wie gewünscht abströmt.

Die alternative Darstellung in Figur 6 zeigt, dass prinzipiell auch das Sicherheitsventil 13 statt in den zweiten Grundkörperabschnitt 5.2 in dem ersten Grundkörperabschnitt 5.1 angeordnet werden kann, beispielsweise in Strömungsrichtung des abströmenden Gases nach der Blende 27, wie in der Darstellung der Figur 6 angedeutet, oder auch in Strömungsrichtung vor der Blende 27 wenn dies hinsichtlich des Bauraums innerhalb des ersten Grundkörperabschnitts 5.1 von Vorteil wäre. Das Sicherheitsventil 13 als Funktionsuntergruppe kann also sowohl in der ersten Grundkörperabschnitt 5.1 integriert werden, wie es in der Darstellung der Figur 6 zu erkennen ist, als auch in dem zweiten Grundkörperabschnitt 5.2 vorgesehen werden, wie es in den Darstellungen der Figuren 2 und 5 erkennbar ist. Nachfolgend wird es daher in beiden Bauvarianten, je nach Ausgestaltung der jeweiligen Figur entsprechend erwähnt.

Die Funktionsuntergruppen 13, 22, 23 und gegebenenfalls 27 sowie ergänzend die Funktionsuntergruppe 26 sind anders als in dem Beispiel gemäß Figur 2 hier in dem ersten Grundkörperabschnitt 5.1 des Tankventils 4 angeordnet. Kommt es bei einer Beschädigung der Speichervorrichtung 2 zur Beeinträchtigung einzelner Druckgasbehälter 3 und ihrer Tankventile 4, dann kann dies insbesondere zu einem Abscheren des Tankventils 4 von dem Druckgasbehälter 3 führen. In diesem Fall würde beispielsweise der zweite Grundkörperabschnitt 5.2 ganz oder teilweise abgesichert. Ohne dass der Druckgasbehälter 3 selbst beschädigt wird, wird typischerweise die erste Funktionsuntergruppe 5.1 im Inneren des Aufnahmeelements 7 des Druckgasbehälters

verbleiben, mit welchem er verschraubt ist. Die dort angeordneten Funktionsuntergruppen 13, 22, 23, 27, 26 sind also besonders gut geschützt, was insbesondere bei den sicherheitsrelevanten Funktionsuntergruppen 13, 22 und 23 ein entscheidender Sicherheitsvorteil ist.

Die in dem zweiten Grundkörperabschnitt 5.2 angeordneten Funktionsuntergruppen 9, 11, 12, 13, 14, 16, 17 sowie die mit dem Pilotventil 9 korrespondierende und fluchtend mit ihm zusammenwirkende elektromagnetische Spule 10, in welche ein Teil des Pilotventils 9 entsprechend hineinragt, sind bezüglich ihrer in der Darstellung der Figur 4 jeweils angedeuteten primären axialen Ausrichtung, welche durch die entsprechenden Achsen 9a, 11a, 12a, 13a, 14a, 16a angedeutet ist, in einer einzigen Ebene, nämlich der in der Darstellung der Figur 4 dargestellten Schnittebene IV-IV, welche auch aus der Darstellung der Figur 3 erkenntlich wird, aufgebaut. Diese Anordnung der in dem zweiten Grundkörperabschnitt 5.2 befindlichen Funktionsuntergruppen 9, 11, 12, 13, 14, 16, 17 ermöglicht eine außerordentlich kompakte Anordnung des gesamten Aufbaus in der axialen Richtung a bezogen auf die Achse A, welche in den Figuren 3 und 5 dargestellt ist. Insbesondere beträgt die in der Darstellung der Figur 3 eingezeichnete Dicke D des zweiten Grundkörperabschnitts 5.2 weniger als ca. 40 mm. Der zweite Grundkörperabschnitt 5.2 ist dabei in idealer Weise aus einer Aluminiumlegierung durch Schmieden einstückig zusammen mit dem ersten Grundkörperabschnitt 5.1 aufgebaut. In den Grundkörper werden dann die Funktionsuntergruppen entsprechend integriert. Im ersten Grundkörperabschnitt 5.1 erfolgt dies in der Darstellung der Figur 2 von oben, also von der späteren innerhalb des Druckgasbehälters 3 liegenden Seite her. Die anderen Elemente werden in der in Figur 4 dargestellten Ebene entsprechend montiert, beispielsweise indem die einzelnen Funktionsuntergruppen als vormontierte Elemente in den zweiten Grundkörperabschnitt 5.2 eingeschraubt werden. Die Funktionsuntergruppen sind dabei typischerweise aus hierfür geeigneten Materialien, wie insbesondere nichtrostenden Stählen und im Bereich der Dichtsitze gegebenenfalls auch Kunststoffen, hergestellt. Durch die bereits mehrfach angesprochene Anordnung in der einen Ebene IV-IV lässt sich der gewünschte sehr kompakte Aufbau realisieren.

Die Darstellung in der Figur 7 zeigt wiederum angedeutet den Grundkörper 5 des Tankventils 4 mit dem ersten Grundkörperabschnitt 5.1, welcher im montierten Zustand im Inneren des Druckgasbehälters liegt und den zweiten Grundkörperabschnitt 5.2, welcher typischerweise außerhalb des Druckgasbehälters verbleibt. Den Kern des

Tankventils 4 bildet dabei das Pilotventil 9 mit seiner elektromagnetischen Spule 10 und einer mit 29 bezeichneten thermoelektrischen Sicherung. Als weitere Funktionsuntergruppen sind das manuelle Absperrventil 11, das manuelle Entleerventil 12, das thermisch auslösende Sicherheitsventil 13 sowie der Gasanschluss 16 und der Filter 17 zu erkennen. Im ersten Grundkörperabschnitt 5.1 befinden sich die Rohrbruchsicherung 22, das Rückschlagventil 23 in der Betankungsleitung 24 sowie das Rückschlagventil 26 in der Entnahmleitung 25. Wie oben bereits erwähnt und in der Darstellung der Figur 2 zu erkennen, können das Rückschlagventil 26 und die Rohrbruchsicherung 22 auch, bevorzugt zusammen mit dem Filter 20, an den ersten Grundkörperabschnitt 5.1 auf seiner im Inneren des Druckgasbehälters 3 zugewandten Seite als Zusammenbaufilter 43 amontiert werden.

Die Entnahmleitung 25, welche in der Darstellung der Figur 4 nicht erkennbar ist, aber im Prinzip von unten in den Bereich des Pilotventils 9 münden würde, steht dann über dem mit 30 in den Figuren 4 und 7 bezeichneten Leitungsabschnitt mit dem Gasanschluss 16 in Verbindung. Dazwischen befindet sich das manuelle Absperrventil 11, welches im Normalfall, so wie es in der Darstellung der Figur 7 zu erkennen ist, geöffnet ist. In der Darstellung der Figur 4 kann das manuelle Absperrventil 11 beispielsweise entlang seiner Achse 11a auf die Querschnittserweiterung des Leitungsabschnitts 30 entsprechend wirken, beispielsweise in dem diese als Ventilsitz für einen nicht dargestellten Ventilkörper des Absperrventils 11 ausgebildet ist. Nach dem manuellen Absperrventil 11 zweigen außerdem die Entnahmleitung 25 und die Betankungsleitung 24 ab. In der Darstellung der Figur 7 sind außerdem der Rohrabschnitt 21, der Temperatursensor 19 sowie der Filter 20 für die Entnahmleitung 25 zu erkennen.

Nachfolgend sollen nun die einzelnen Funktionalitäten anhand des in Figur 7 dargestellten Beispiels erläutert werden:

Bei einer Betankung des Druckgasbehälters 3 strömt Gas über den Gasanschluss 16 und den Filter 17 durch das geöffnete manuelle Absperrventil 11. Der Druck steht dann sowohl in der Betankungsleitung 24 als auch am Pilotventil 9 über dem Leitungsabschnitt 30 an. Ferner steht der Druck am normalerweise geschlossenen manuellen Entleerventil 12 über einen mit 31 bezeichneten Leitungsabschnitt an. Der normale Weg des Gases ist nun der, über die Betankungsleitung 24 durch das Rückschlagventil 23, welches vom Druck des Gases geöffnet wird, und durch den Rohrabschnitt 21 in den

Druckgasbehälter. Bei Pilotventilen 9 ist eine sichere Abdichtung bei einer Anströmung in Gegenrichtung nicht bzw. bei höherer Druckdifferenz nicht immer zu gewährleisten. Aus diesem Grund befindet sich in der Entnahmeleitung 25, welche über das Pilotventil 29 mit dem Leitungsabschnitt 30 in Verbindung steht, das Rückschlagventil 26, welches verhindert, dass Gas bei der Betankung über die Entnahmeleitung 25 in den Druckgasbehälter 3 strömt. Dies wäre insbesondere deshalb unerwünscht, da einerseits eine sehr starke Durchströmung des Pilotventils entgegen der geplanten Strömungsrichtung zu einer Beschädigung von Elementen des Pilotventils führen könnte. Außerdem würde das Gas über den Filter 20 in einem Bereich aus dem Tankventil 4 austreten, indem dieses sehr direkt in Kontakt mit dem Temperatursensor 19 käme. Der Temperatursensor 19, welcher eines der entscheidenden Abschaltkriterien bei der Betankung des Druckgasbehälters 3 liefert, würde dann unnötig stark abgekühlt, sodass die Betankung im schlimmsten Fall zu früh beendet werden würde.

Im umgekehrten Fall erfolgt die Entnahme von Gas nun so, dass das Rückschlagventil 23, unterstützt durch die angedeutete Feder, sperrt. Das Gas strömt dann in die Entnahmeleitung 25 ein. Es strömt über die im Normalzustand geöffnete Rohrbruchsicherung 22 und das im Entnahmefall geöffnete Rückschlagventil 26 zu dem Filter 20 und von dort zum Pilotventil 9. Die gewünschte Menge an Gas wird durch eine entsprechende elektrische Ansteuerung der elektromagnetischen Spule 10 und über den elektrischen Steckanschluss 18 realisiert. Die gewünschte Entnahmemenge strömt dann wiederum über den Leitungsabschnitt 30 und das im Normalfall geöffnete manuelle Absperrventil 11 zum Gasanschluss 16 und von dort weiter, beispielsweise zu einem Druckregler, und dann in einen Verbrennungsmotor, ein Brennstoffzellensystem, eine Heißgasturbine oder eine sonstige Nutzanwendung.

Über das manuelle Absperrventil 11 kann, wie der Name schon sagt, das Tankventil 4 manuell abgesperrt werden. Hierfür wird es von seiner in Figur 7 dargestellten geöffneten Normalposition in die andere Position bewegt und sperrt somit den Leitungsabschnitt 30 und damit den Entnahmepfad ebenso wie die Betankungsleitung 24 entsprechend ab, indem sie diese vom Gasanschluss 16 trennt. Dies kann beispielsweise im Rahmen einer Wartung, einer Störung oder dergleichen sinnvoll genutzt werden.

Über den Leitungsabschnitt 31 bleibt das manuelle Entleerventil mit dem Gasanschluss 16 verbunden. Es ist in der Darstellung der Figur 7 in seiner normalen geschlossenen

Position dargestellt. An seinem anderen Ende ist es mit dem Leitungselement 28 verbunden, welches das Innere des Druckgasbehälters 3 mit dem thermisch auslösenden Sicherheitsventil 13 - welches wie erwähnt auch im ersten Grundkörperabschnitt 5.1 angeordnet sein könnte - verbindet, und welches die angesprochene starre Blende 27 aufweisen kann. Soll der Druckgasbehälter 3 nun entleert werden, dann kann das manuelle Entleerventil von seiner in Figur 7 dargestellten geschlossenen in die geöffnete Position bewegt werden. Das Gas strömt dann über das Leitungselement 28 und das Leitungselement 31 über den Gasanschluss 16 ab.

Ein weiteres denkbares Szenario wäre das Auslösen des thermisch auslösenden Sicherheitsventils 13. Wird beispielsweise eine Glasampulle mit leicht siedender Flüssigkeit in dem thermisch auslösenden Sicherheitsventil 13 zerstört, dann wechselt dieses, wie oben bereits beschrieben worden ist, von seiner in Figur 7 dargestellten normalerweise geschlossenen Position in die andere geöffnete Position. Über das Leitungselement 28 kann das Gas dann zur Abblasleitung 14 strömen. In diesem Bereich ist typischerweise ein weiteres Leitungselement, eine sogenannte Venting Tube, angeschlossen, welche das Gas, insbesondere bei Fahrzeuganwendungen, in einen unkritischen Bereich abführt. Diesbezüglich kann auf die oben bereits erwähnte deutsche Anmeldung der Anmelderin verwiesen werden.

Patentansprüche

1. Tankventil (4) zur Montage an einem Druckgasbehälter (3), mit einem Grundkörper (5), welcher einen ersten Grundkörperabschnitt (5.1) aufweist, der im montierten Zustand in den Druckgasbehälter (3) ragt und dichtend mit diesem verbunden ist, und welcher einen zweiten Grundkörperabschnitt (5.2) aufweist, der im montiertem Zustand außerhalb des Druckgasbehälters (3) verbleibt, ferner mit mehreren Funktionsuntergruppen (9, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 22, 23, 26, 27) zur Betankung des Druckgasspeichers (3) über einen Betankungspfad, zur Entnahme von Gas aus dem Druckgasspeicher (3) über einen Entnahmepfad sowie zur Umsetzung von Sicherheits- und Bedienfunktionen, wobei wenigstens einige der Funktionsuntergruppen (9, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 22, 23, 26, 27) zumindest teilweise in dem Grundkörper (5) angeordnet sind,
dadurch gekennzeichnet, dass
in dem ersten Grundkörperabschnitt (5.1) oder auf der dem Inneren des Druckgasbehälters (3) zugewandten Seite an dem ersten Grundkörperabschnitt (5.1) Funktionsuntergruppen (13, 22, 23, 26, 27) angeordnet sind.
2. Tankventil (4) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Funktionsuntergruppen (13, 22, 23, 26, 27) in oder an dem ersten Grundkörperabschnitt (5.1) ein Rückschlagventil (23) in dem Betankungspfad umfassen.
3. Tankventil (4) nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Funktionsuntergruppen (13, 22, 23, 26, 27) in oder an dem ersten Grundkörperabschnitt (5.1) eine Rohrbruchsicherung (22) in dem Entnahmepfad umfassen.

4. Tankventil (4) nach Anspruch 1, 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Funktionsuntergruppen (13, 22, 23, 26, 27) in dem ersten Grundkörperabschnitt
(5.1) eine starre Blende (27) in einem zu oder von einem Sicherheitsventil (13)
führenden Leitungselement (28) umfassen.
5. Tankventil (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Funktionsuntergruppen (13, 22, 23, 26, 27) in oder an dem ersten
Grundkörperabschnitt (5.1) ein Sicherheitsventil, insbesondere ein thermisch
auslösendes Sicherheitsventil (13), umfassen.
6. Tankventil (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
weitere Funktionsuntergruppen (9, 11, 12, 13, 14, 16, 17) in dem zweiten
Grundkörperabschnitt (5.2) angeordnet sind, wobei alle in dem zweiten
Grundkörperabschnitt (5.2) angeordneten Funktionsuntergruppen (9, 11, 12, 13, 14,
16, 17) bezüglich ihrer primären axialen Ausrichtung (9a, 11a, 12a, 13a, 14a, 16a)
sowie ihrer Betätigungsrichtung innerhalb einer Ebene (IV-IV) in dem zweiten
Grundkörperabschnitt (5.2) angeordnet sind.
7. Tankventil nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Ebene (IV-IV) senkrecht zu einer zentralen Achse (A) des ersten
Grundkörperabschnitts (5.1), und insbesondere des Druckgasbehälters (3),
angeordnet ist.
8. Tankventil (4) nach Anspruch 6 oder 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
die in dem zweiten Grundkörperabschnitt (5.2) angeordneten
Funktionsuntergruppen (9, 11, 12, 13, 14, 16, 17) zumindest
 - ein Entnahmeverventil, insbesondere in Form eines Pilotventils (9), welches
vorzugsweise magnetisch betätigbar ist;
 - ein Sicherheitsventil, insbesondere ein thermisch auslösendes
Sicherheitsventil (13);

- ein Absperrventil, vorzugsweise ein manuell betätigbares Absperrventil (11);
 - ein Entleerventil, insbesondere ein manuell betätigbares Entleerventil (12);
 - einen Filter (17), insbesondere Einlassfilter;
 - einen Gasanschluss (16) zur Betankung und/oder Entnahme von Gas;
 - einen Abblasanschluss (14), welcher insbesondere mit einem Leitungselement verbindbar ist, welches zur Abfuhr von Gas dient, das über das Sicherheitsventil und/oder das Entleerventil entweicht, umfassen.
9. Tankventil (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Grundkörper (5) aus einer Aluminiumlegierung hergestellt ist.
 10. Tankventil (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Grundkörper (5) durch Schmieden hergestellt ist.
 11. Verwendung eines Tankventils (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, an einem Druckgasbehälter (3) zur Speicherung von Wasserstoff oder Erdgas, insbesondere bei einem Nenndruck von mehr als 65 MPa, als Brennstoff in einem Fahrzeug (1).

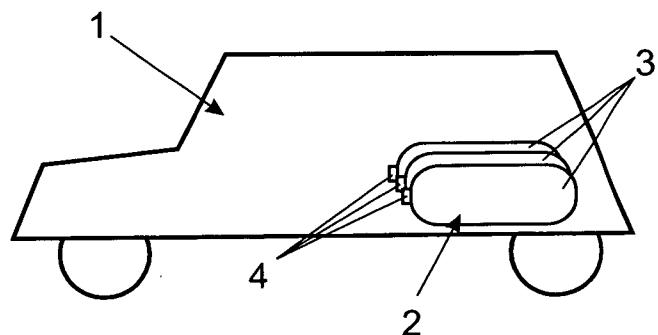


Fig. 1

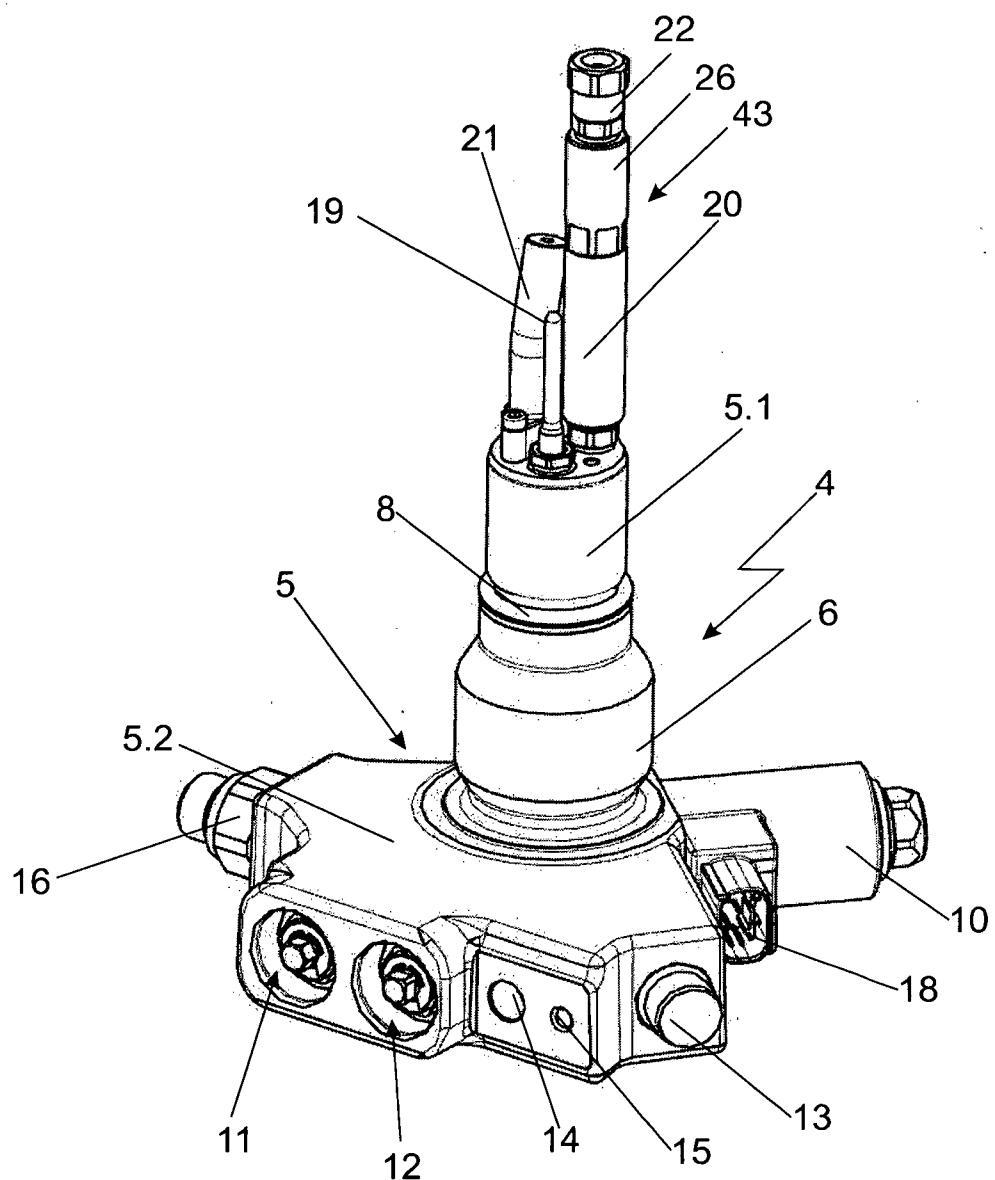
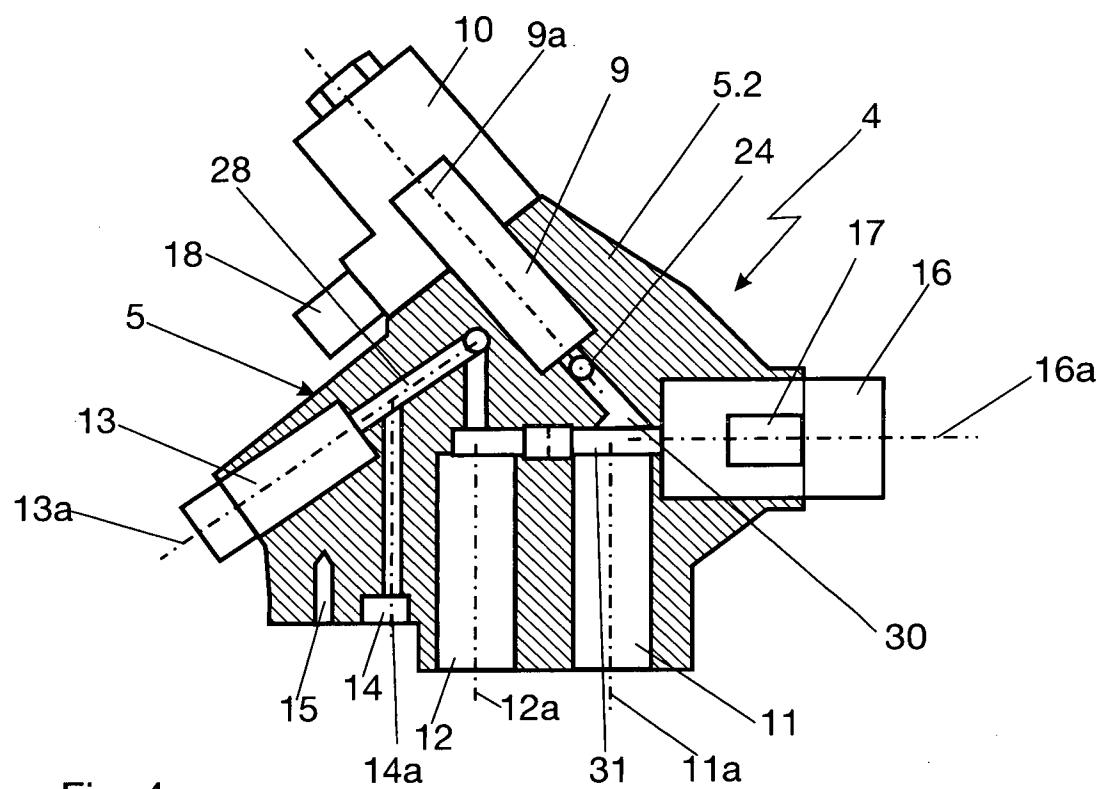
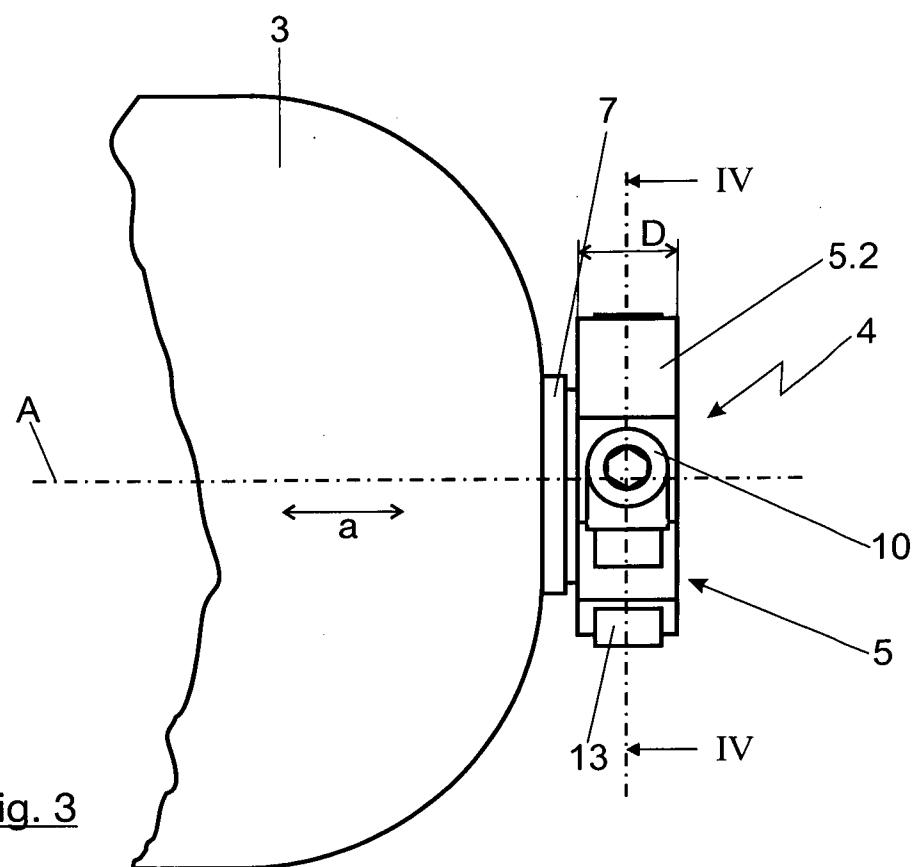


Fig. 2



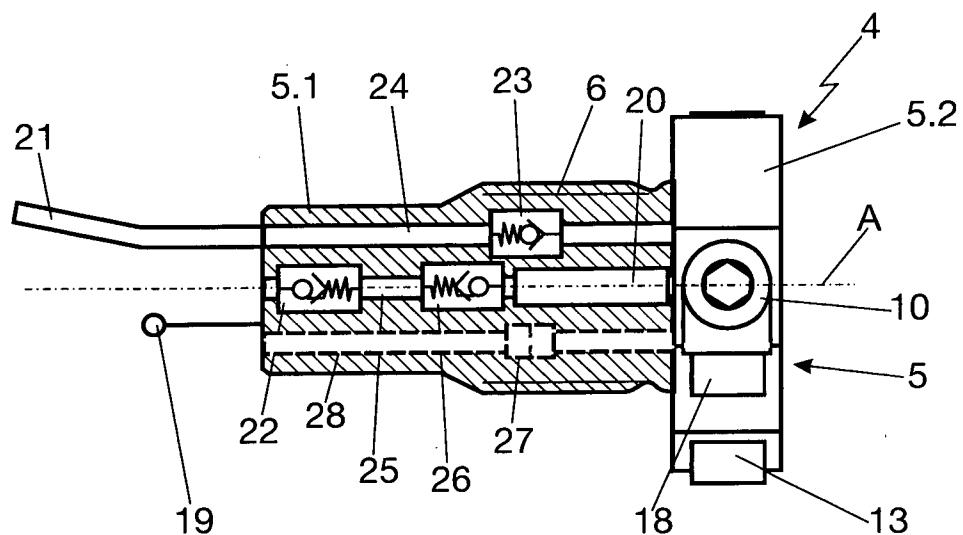


Fig. 5

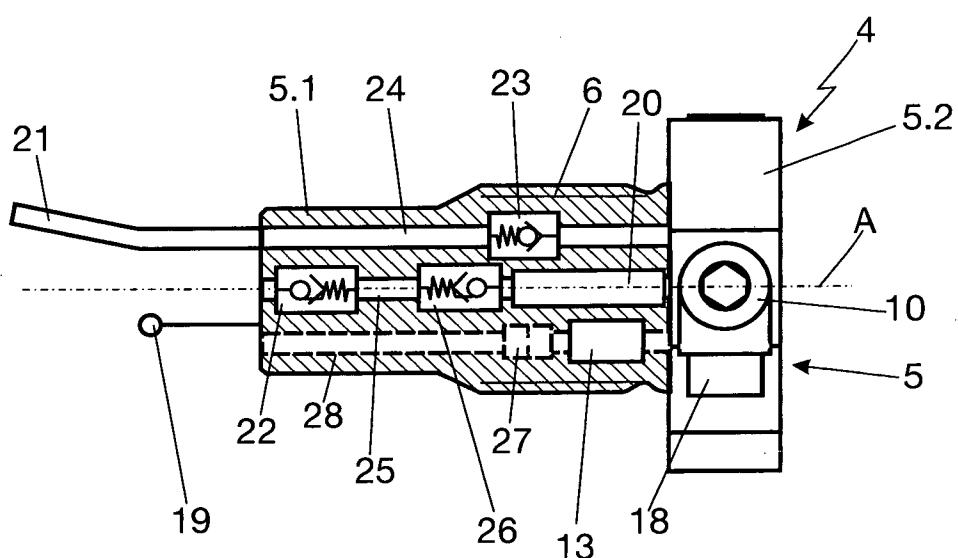


Fig. 6

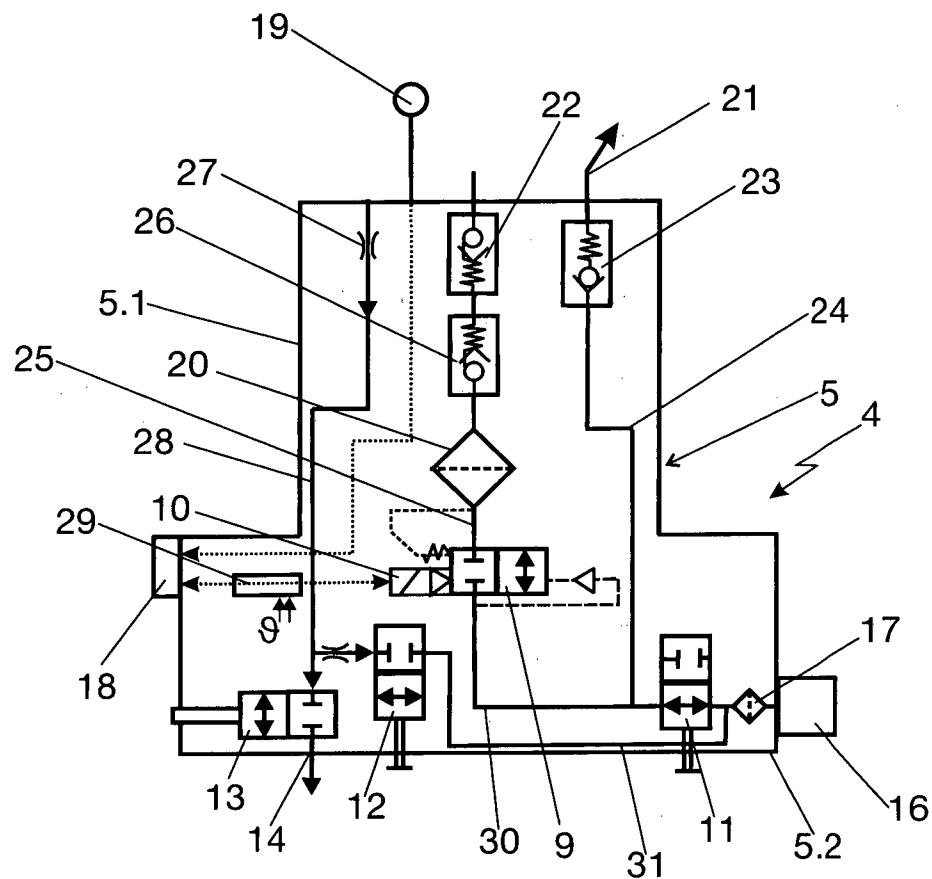


Fig.7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/000764

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F17C13/04
ADD.

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 698 18 366 T2 (HONDA GEKEN KOGYO K.K.) 24 June 2004 (2004-06-24) figure 5 -----	1,2
X	EP 1 801 487 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 27 June 2007 (2007-06-27) paragraphs [0008] - [0011], [0016] - [0017], [0028], [0034], [0038] - [0055]; figure 1 -----	1-11
X	US 2009/288723 A1 (NUMAZAKI KAZUSHI [JP] ET AL) 26 November 2009 (2009-11-26) paragraphs [0025] - [0026], [0031] - [0046]; figures 1,2 -----	1
X	US 5 458 151 A (WASS LLOYD G [US]) 17 October 1995 (1995-10-17) column 3; figures 1,2 -----	1
		-/-

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	Date of mailing of the international search report
6 October 2017	17/10/2017
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Ott, Thomas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/000764

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 100 65 268 C1 (NOVARS GES FUER NEUE TECHNOLOG [DE]; DRUKON DRUCK KONTROLLTECHNIK G [D]) 29 August 2002 (2002-08-29) paragraph [0040] -----	1
X	US 2014/239207 A1 (NINOMIYA MAKOTO [JP] ET AL) 28 August 2014 (2014-08-28) paragraphs [0032] - [0051]; figure 1 -----	1
X	DE 43 34 182 A1 (FLOW INSTR & ENGINEERING GMBH [DE]) 13 April 1995 (1995-04-13) figure 1 -----	1
X	US 7 152 617 B1 (CRAWFORD RANDAL WADE [US]) 26 December 2006 (2006-12-26) figure 1 -----	1
A	US 5 941 268 A (ROSS JR DONALD P [US]) 24 August 1999 (1999-08-24) figure 3 -----	1-11
A	US 2008/289700 A1 (MASINGALE LEVI D [US]) 27 November 2008 (2008-11-27) figure 15c -----	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/000764

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
DE 69818366	T2	24-06-2004	CA	2242531 A1	24-01-1999	
			DE	69818366 D1	30-10-2003	
			DE	69818366 T2	24-06-2004	
			DE	69822006 D1	01-04-2004	
			DE	69822006 T2	18-11-2004	
			EP	0893293 A2	27-01-1999	
			EP	1275548 A2	15-01-2003	
			JP	2943980 B2	30-08-1999	
			JP	H1136989 A	09-02-1999	
			US	5992219 A	30-11-1999	
<hr/>						
EP 1801487	A1	27-06-2007	CA	2575438 A1	02-03-2006	
			CN	101006305 A	25-07-2007	
			EP	1801487 A1	27-06-2007	
			JP	W02006022393 A1	08-05-2008	
			KR	20070038163 A	09-04-2007	
			KR	20090075727 A	08-07-2009	
			US	2007240770 A1	18-10-2007	
			WO	2006022393 A1	02-03-2006	
<hr/>						
US 2009288723	A1	26-11-2009	JP	5217625 B2	19-06-2013	
			JP	2009281510 A	03-12-2009	
			US	2009288723 A1	26-11-2009	
<hr/>						
US 5458151	A	17-10-1995	CA	2108789 A1	01-12-1992	
			US	5193580 A	16-03-1993	
			US	5341844 A	30-08-1994	
			US	5458151 A	17-10-1995	
<hr/>						
DE 10065268	C1	29-08-2002	AU	2002229487 A1	16-07-2002	
			DE	10065268 C1	29-08-2002	
			DE	10195783 D2	01-07-2004	
			US	2004065371 A1	08-04-2004	
			WO	02053966 A2	11-07-2002	
<hr/>						
US 2014239207	A1	28-08-2014	JP	5873451 B2	01-03-2016	
			JP	2014163465 A	08-09-2014	
			US	2014239207 A1	28-08-2014	
<hr/>						
DE 4334182	A1	13-04-1995		NONE		
<hr/>						
US 7152617	B1	26-12-2006		NONE		
<hr/>						
US 5941268	A	24-08-1999		NONE		
<hr/>						
US 2008289700	A1	27-11-2008		NONE		
<hr/>						

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/000764

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F17C13/04
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte 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 698 18 366 T2 (HONDA GEKEN KOGYO K.K.) 24. Juni 2004 (2004-06-24) Abbildung 5 -----	1,2
X	EP 1 801 487 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 27. Juni 2007 (2007-06-27) Absätze [0008] - [0011], [0016] - [0017], [0028], [0034], [0038] - [0055]; Abbildung 1 -----	1-11
X	US 2009/288723 A1 (NUMAZAKI KAZUSHI [JP] ET AL) 26. November 2009 (2009-11-26) Absätze [0025] - [0026], [0031] - [0046]; Abbildungen 1,2 -----	1
X	US 5 458 151 A (WASS LLOYD G [US]) 17. Oktober 1995 (1995-10-17) Spalte 3; Abbildungen 1,2 -----	1
		-/-

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 erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher 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

6. Oktober 2017

17/10/2017

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

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/000764

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 100 65 268 C1 (NOVARS GES FUER NEUE TECHNOLOG [DE]; DRUKON DRUCK KONTROLLTECHNIK G [D) 29. August 2002 (2002-08-29) Absatz [0040] -----	1
X	US 2014/239207 A1 (NINOMIYA MAKOTO [JP] ET AL) 28. August 2014 (2014-08-28) Absätze [0032] - [0051]; Abbildung 1 -----	1
X	DE 43 34 182 A1 (FLOW INSTR & ENGINEERING GMBH [DE]) 13. April 1995 (1995-04-13) Abbildung 1 -----	1
X	US 7 152 617 B1 (CRAWFORD RANDAL WADE [US]) 26. Dezember 2006 (2006-12-26) Abbildung 1 -----	1
A	US 5 941 268 A (ROSS JR DONALD P [US]) 24. August 1999 (1999-08-24) Abbildung 3 -----	1-11
A	US 2008/289700 A1 (MASINGALE LEVI D [US]) 27. November 2008 (2008-11-27) Abbildung 15c -----	1-11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/000764

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 69818366	T2	24-06-2004	CA	2242531 A1		24-01-1999
			DE	69818366 D1		30-10-2003
			DE	69818366 T2		24-06-2004
			DE	69822006 D1		01-04-2004
			DE	69822006 T2		18-11-2004
			EP	0893293 A2		27-01-1999
			EP	1275548 A2		15-01-2003
			JP	2943980 B2		30-08-1999
			JP	H1136989 A		09-02-1999
			US	5992219 A		30-11-1999
<hr/>						
EP 1801487	A1	27-06-2007	CA	2575438 A1		02-03-2006
			CN	101006305 A		25-07-2007
			EP	1801487 A1		27-06-2007
			JP	W02006022393 A1		08-05-2008
			KR	20070038163 A		09-04-2007
			KR	20090075727 A		08-07-2009
			US	2007240770 A1		18-10-2007
			WO	2006022393 A1		02-03-2006
<hr/>						
US 2009288723	A1	26-11-2009	JP	5217625 B2		19-06-2013
			JP	2009281510 A		03-12-2009
			US	2009288723 A1		26-11-2009
<hr/>						
US 5458151	A	17-10-1995	CA	2108789 A1		01-12-1992
			US	5193580 A		16-03-1993
			US	5341844 A		30-08-1994
			US	5458151 A		17-10-1995
<hr/>						
DE 10065268	C1	29-08-2002	AU	2002229487 A1		16-07-2002
			DE	10065268 C1		29-08-2002
			DE	10195783 D2		01-07-2004
			US	2004065371 A1		08-04-2004
			WO	02053966 A2		11-07-2002
<hr/>						
US 2014239207	A1	28-08-2014	JP	5873451 B2		01-03-2016
			JP	2014163465 A		08-09-2014
			US	2014239207 A1		28-08-2014
<hr/>						
DE 4334182	A1	13-04-1995		KEINE		
<hr/>						
US 7152617	B1	26-12-2006		KEINE		
<hr/>						
US 5941268	A	24-08-1999		KEINE		
<hr/>						
US 2008289700	A1	27-11-2008		KEINE		
<hr/>						