



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
17.01.2018 Patentblatt 2018/03

(51) Int Cl.:
F17C 5/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17180764.7**

(22) Anmeldetag: **11.07.2017**

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

(71) Anmelder: **Braun, Franz**
82256 Fürstenfeldbruck (DE)

(72) Erfinder: **Braun, Franz**
82256 Fürstenfeldbruck (DE)

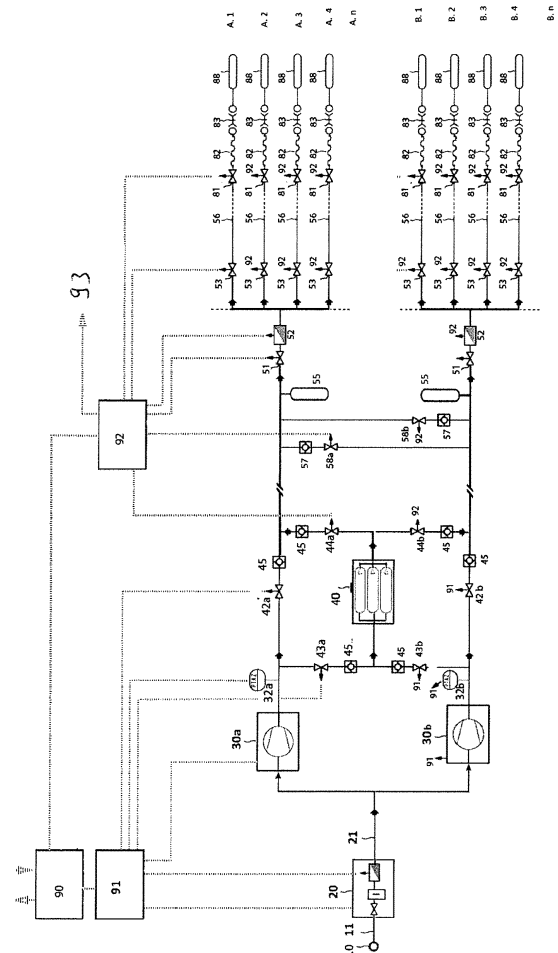
(74) Vertreter: **Jöstingmeier, Martin**
Lohr, Jöstingmeier & Partner
Junkersstraße 3
82178 Puchheim (DE)

(30) Priorität: **13.07.2016 DE 102016112843**

(54) **VERFAHREN ZUM BETANKEN VON INSBESONDERE LASTKRAFTFAHRZEUGEN MIT ERDGAS**

(57) Verfahren zum Steuern einer Gastankstelle zum Betanken von Fahrzeugen mit komprimiertem Gas, aufweisend zumindest die Schritte: Abfragen einer geplanten Standzeit wenigstens eines an der Tankstelle ankommenden Fahrzeugs das wenigstens einen Gastank 88 hat aus dem eine Antriebsmaschine des Fahrzeugs gespeist wird und welcher an der Tankstelle befüllt werden soll; Bestimmen der zum Füllen des Gastanks 88 auf einen vorgegebenen Füllstand notwendigen Füllmenge, Bestimmen der zum Füllen des Gastanks zur Verfügung stehenden Förderleistung wenigstens eines Verdichters 30a, 30b, der eingangsseitig mit einem Gasversorgungsnetz 10 kommunizierend verbunden ist; Bestimmen eines ersten Quotienten aus der Füllmenge und der Förderleistung; Fördern von dem Gas aus dem Gasversorgungsnetz 10 in den Gastank mit dem die zuvor bestimmte Förderleistung bereitstellenden Verdichter 30a, 30b, wenn der erste Quotient kleiner als die geplante Standzeit ist und Fördern von Gas aus einem Gasspeicher in den Gastank, wenn der erste Quotient größer als die geplante Standzeit ermöglicht ein energieeffizientes und schnelles und bedarfsgerechtes Betanken von Fahrzeugen.

Fig. 1



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Betankung von Fahrzeugen mit gasförmigen Kraftstoffen, z.B. die Betankung von Lastkraftwagen im Fernverkehr, insbesondere Biomethan, Erdgas, oder anderen (bio-)methanhaltigen Kraftstoffen sowie eine entsprechende Gastankstelle.

Stand der Technik

[0002] Politisch besteht ein großes Interesse insbesondere im Güterfernverkehr das weit verbreitete Diesel als Kraftstoff gegen Methan auszutauschen. Die entsprechenden Gase werden als CNG oder LCNG ("*Compressed Natural Gas*" oder "*Liquid Compressed Natural Gas*") (nachfolgend zusammengefasst kurz CNG) bezeichnet. Selbst bei Verwendung von fossilem CNG wird im Vergleich zur Verwendung von Benzin ein um 18% reduzierter Ausstoß von Treibhausgasen berichtet. Da dem derzeit in Deutschland abgegebenen Erdgas zu 20% Methan aus regenerativen Energiequellen ("*Biomethan*") beigemischt wird, wird von einer Treibhausgasreduktion von etwa 35% ausgegangen. Es gibt Berechnungen bei denen man davon ausgeht, dass das Erdgas zu 100% aus Biomethan ersetzt wird. In diesem Fall können Treibhausgase bis zu 90% reduziert werden. Zudem entstehen bei der Verbrennung von Erdgas kaum Stickoxide und kein Feinstaub.

[0003] Der Begriff Erdgas ist etwas unscharf, zunächst verstand man darunter lediglich aus fossilen Lagerstätten gewonnenes Gas, das zu weiten Teilen aus Methan besteht („fossiles Erdgas“). Die Zusammensetzung variierte von Lagerstätte zu Lagerstätte. Heute (und daher auch im Rahmen dieser Anmeldung) versteht man unter Erdgas ("*Natural Gas*") auch technisch oder biologisch hergestellte Gase, die eine ähnliche Zusammensetzung wie fossiles Erdgas haben, d.h. im Wesentlichen aus Methan bestehen.

[0004] Erdgas steht über ein weit verzweigtes Erdgasnetz flächendeckend zu Verfügung. Dieses Netz wird auch als Gasversorgungsnetz oder verkürzt als Gasnetz bezeichnet. Um Erdgas als Treibstoff für Kraftfahrzeuge zu nutzen, wird es in der Regel vom Tankstellenbetreiber dem Erdgasnetz entnommen und auf etwa 200bar bis 300bar komprimiert. Das komprimierte Erdgas wird dann in die Gastanks der Kraftfahrzeuge abgefüllt.

[0005] In der DE 10 2006 047 313 A1 wird vorgeschlagen zum schnellen Befüllen von Druckgasbehältern das entsprechende Gas zunächst unter einem Druck von 250bar in einem Vorratsbehälter vorzuhalten. Dem Vorratsbehälter wird das vorgespannte Gas entnommen und dem Einlass eines sogenannten "Booster-Verdichters" zugeführt, der ausgangsseitig mit dem Druckgasbehälter verbunden ist. Initial erfolgt das Befüllen des Druckgasbehälters über einen Bypass unter Nutzung des Druck-

gradienten zwischen den beiden Behältern. Wenn der Gradient nicht mehr genügt um den Druckgasbehälter zu füllen, wird der Bypass geschlossen und die weitere Befüllung erfolgt mittels des "Booster-Verdichters".

[0006] Gegenstand des Gebrauchsmusters DE 295 16 989 U1 ist eine Gasbetankungsanlage mit einem Speichertank und einem Verdichter. Der Speichertank hat ein Tankvolumen, das in etwa dem maximal in einer Stunde zu erwartenden abzugebenden Volumen entspricht. Die Verdichterleistung ist so bemessen, dass sie den Speichertank in einer Stunde zwischen 4% und 50% füllt.

[0007] Das US-Patent 8,091,593 B2 betrifft ein Verfahren zum Füllen eines Druckgastanks mit Wasserstoff mittels eines Verdichters. Der Verdichter wird über ein Arbeitsfluid angetrieben, wobei ein Wärmeaustausch zwischen dem komprimierten Wasserstoff und dem Arbeitsfluid erfolgt.

[0008] In den Gastanks der Fahrzeuge herrscht (heute) typischerweise ein Nenndruck von 200bar (in der EU) oder 250bar (z.B. USA). Entsprechende Tankstellentechnik existiert grundsätzlich und ist erprobt. Das Tankstellennetz ist aber noch sehr lückenhaft und kann den Güterfernverkehr nicht versorgen. Dem Ausbau der Gastankstellen an den Fernverkehrsstraßen wird daher hohe Bedeutung zukommen. Hier setzt die Erfindung an.

Darstellung der Erfindung

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betanken mehrerer Fahrzeuge mit einem Gas anzugeben, das besonders wirtschaftlich umgesetzt werden kann. Zudem liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde eine entsprechende Tankstelle bereitzustellen.

[0010] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren nach Anspruch 1 und eine Tankstelle nach Anspruch 7 gelöst. Die Tankstelle ist zum Betrieb nach dem Verfahren geeignet. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0011] Bei dem Verfahren zum Betanken von Fahrzeugen mit komprimiertem Gas wird zunächst eine geplante Standzeit wenigstens eines an der Tankstelle zu betankenden Fahrzeugs abgefragt. Das Fahrzeug hat wenigstens einen Gastank hat aus dem eine Antriebsmaschine des Fahrzeugs gespeist wird und welcher an der Tankstelle befüllt werden soll. Der Begriff geplante Standzeit soll die Zeit bezeichnen, die zum Befüllen des Gastanks, d.h. zum Betanken zur Verfügung steht.

[0012] Zudem wird die zum Füllen des Gastanks auf einen vorgegebenen Füllstand notwendige Füllmenge bestimmt. Im einfachsten Fall kann der vorgegebene Füllstand durch den Nenndruck des Gastanks oder den maximalen Fülldruck der Tankstelle vorgegeben sein. Alternativ kann z.B. eine bestimmte Gasmenge angegeben werden, z.B. als Relativangabe bezogen auf die maximale Füllmenge oder auch als absolute Mengenangabe (z.B. als Masseangabe) oder einer äquivalenten Angabe (z.B. Normkubikmeter [Nm³]). Wichtig ist nur, dass z.B. eine Steuerung bestimmen kann wieviel Gas getankt

werden soll, d.h. die Füllmenge bestimmen kann. Die Differenz aus der im Gastank (nachfolgend auf kurz 'Tank') gespeicherten Gasmenge und der Sollmenge ergibt die notwendige Füllmenge. Die gespeicherte Gasmenge kann z.B. durch den Druckanstieg in dem Gastank beim Befüllen mit einer kleinen Probemenge ermittelt werden. Alternativ kann die gespeicherte Gasmenge z.B. von einer Fahrzeugsteuerung an eine Tankstellensteuerung übergeben werden, z.B. über eine Funkdatenstrecke. Auch andere Fahrzeugparameter wie z.B. das Tankvolumen können auf diese Weise an die Tankstellensteuerung übergeben werden. Natürlich können solche Parameter in Typkennziffern oder dergleichen kodiert sein.

[0013] In einem weiteren Schritt wird die zum Füllen des Gastanks zur Verfügung stehenden Förderleistung wenigstens eines Verdichters, der eingangsseitig mit einem Gasversorgungsnetz kommunizierend verbunden ist bestimmt. Die von dem Verdichter pro Zeiteinheit förderbare Gasmenge wird hier auch als Förderleistung und kann z.B. in kg/h oder in einer anderen eine Stoffmenge pro Zeiteinheit bezeichnenden Einheit angegeben werden. Bei Verwendung eines Kolbenkompressors als Verdichter würde bei konstanter Drehzahl der Kurbelwelle eine konstante Förderrate erreicht (bei angenommen verschwindendem Totvolumen), wobei die dazu notwendige Antriebsleistung mit steigender Druck Differenz zwischen Einlass- und Auslassventil zunimmt. In der Praxis haben gerade größere Tankstellen in der Regel mehrere Kolbenkompressoren (d.h. zwei oder mehr) als Verdichter. Bisher speisen diese in der Regel parallel einen Druckgasspeicher oder je eine Abgabestelle. Nach der Erfindung wird die momentan zur z.B. durch Parallelschaltung von Verdichtern zur Verfügung stehende Förderleistung bestimmt.

[0014] Anhand der momentan zur Verfügung stehenden Förderrate und der Füllmenge, d.h. der zu tankenden Gasmenge, kann die Tankzeit abgeschätzt werden. Bei einer druckdifferenzunabhängigen Förderrate ist die erwartete Tankzeit der Quotient aus der Füllmenge und der Förderrate, wobei die Füllmenge im Zähler und die Förderrate im Nenner stehen. Bei druckdifferenzabhängigen Förderraten kann die erwartete Tankzeit z.B. anhand von Tabellen oder Kurven zumindest näherungsweise bestimmt werden. Sofern die auf die erwartete Tankzeit kleiner ist als die Standzeit, wird der Gastank mittels der Verdichter befüllt. Dazu wird Gas aus einem Gasversorgungsnetz entnommen und von dem wenigstens einen Verdichter in den Gastank gefördert, z.B. gepumpt. Wenn aber die erwartete Tankzeit länger ist als die geplante Standzeit, dann wird Gas aus einem Gasspeicher in dem ein höherer Druck herrscht als in dem Gasversorgungsnetz in den Gastank gefördert. Das kann im einfachsten Fall durch einfaches Überströmen erfolgen, d.h. wenn in dem Gasspeicher ein höherer Druck herrscht als in dem Gastank, dann strömt das Gas dem Druckgefälle folgend in den Gastank. Alternativ kann der Gasspeicher auch mit der Eingangsseite eines

Verdichters verbunden werden. Dadurch erhöht sich die Förderrate des Verdichters entsprechend und die Tankzeit wird kürzer.

[0015] Das Verfahren nach der Erfindung hat eine ganze Reihe von Vorteilen: Bisher hatten Gastankstellen einen meist mehrstufigen Gasspeicher, der von einem oder mehreren Verdichtern gespeist wurde. Aus dem Gasspeicher wurde dann das Gas an die Gastanks abgegeben. Dieses Verfahren hat zwar den Vorteil der zügigen Überströmbefüllung der Gastanks, jedoch ist es energetisch sehr ungünstig, weil beim Überströmen vom Verdichter geleistete Kompressionsarbeit vereinfacht formuliert 'vernichtet' wird. Natürlich gilt auch hier der erste Hauptsatz der Thermodynamik, jedoch stellt sich am Ende der Betankung ein geringerer Gesamtdruck ein, als zuvor in dem Gasspeicher herrschte. Die Arbeit die der Erzeugung der Druckdifferenz entspricht wurde daher sozusagen umsonst geleistet. Nach der Erfindung wird hingegen zwar auch ein Gasspeicher vorgehalten, jedoch wird dieser nur dann entleert wenn die geplante Standzeit ansonsten nicht zum Betanken des Gastanks ausreichen würde. Die Erfindung beruht auf der Beobachtung, dass die gesetzlich vorgeschriebenen Pausen der Berufskraftfahrer genügen, um im Regelfall den Gastank ohne Zuhilfenahme eines Druckgasspeichers innerhalb der nicht zu vermeidenden Standzeit zu füllen. Nur wenn diese absehbar nicht genügt, wird der Druckgasspeicher verwendet. Daraus resultiert eine deutliche Energieersparnis.

[0016] Vorzugsweise wird in dem Fall, in dem der erste Quotient größer ist als die geplante Standzeit, d.h. Gas aus dem Druckgasspeicher in den Gastank gefördert wird nach einer gewissen Zeit, also nachdem eine Gasmenge in den Gastank gefördert wurde, wenigstens ein zweiter Quotient bestimmt. Der zweite Quotient wird aus der noch in den Gastank zu füllenden Gasmenge und der nun zur Verfügung stehenden Förderleistung gebildet. Diese nun zur Verfügung stehende Förderrate kann von der bei der Bestimmung des ersten Quotienten verwendeten Förderrate abweichen, z.B. weil nun ein weiterer Verdichter zur Verfügung steht der parallel zu einem anderen zur Verfügung stehenden Verdichter geschaltet werden kann. Zudem reduziert sich die verbleibende Fördermenge so dass selbst bei konstanter durch Verdichter zur Verfügung stehender Förderrate innerhalb der geplanten Standzeit der Gastank befüllt werden kann.

[0017] Wenn nun der zweite Quotient kleiner ist als die verbleibende Reststandzeit kann das Fördern aus dem Gasspeicher in den Gastank gestoppt werden und stattdessen Gas aus dem Gasversorgungsnetz in den Gastank mit dem die zuvor bestimmte Förderleistung bereitstellenden Verdichter gefördert werden. Dadurch wird die von dem oder den Verdichtern zu leistende Kompressionsarbeit zum Fördern des Gases in den Gastank reduziert. Zudem kann der Gasspeicher etwas kleiner ausgelegt werden, was die Investitionskosten reduziert. Vorzugsweise wird in dem Druckgasspeicher vor dem Fördern des Gases in den Gastank ein Druck eingestellt

wird, der kleiner ist als der Solldruck in dem Gastank bei dem vorgegeben Füllstand. Bei einem Fördern durch reines Überströmen kann der Gastank also nicht vollständig befüllt werden. Sobald die Überströmrates vom Gasspeicher in den Gastank unter einen Wert fällt, der kleiner als eine Mindestförderrate ist, wird vorzugsweise mit einem Verdichter entweder aus dem Druckgasspeicher oder aus dem Gasversorgungsnetz in den Gastank gefördert, bis die Füllmenge in den Gastank gefördert wurde. Die Überstromrate sinkt mit abnehmender Druckdifferenz, daher bringt ein Fördern lediglich durch Überströmen bei geringen Druckdifferenzen keinen Vorteil. Zudem ist der Energieverlust durch die Entspannung beim Überströmfördern bei hohen Drücken im Druckgasspeicher am größten. Bei der zuvor beschriebenen vorteilhaften Variante wird der Energieverbrauch reduziert ohne die benötigte Tankzeit wesentlich zu verlängern. Beispielsweise kann die Mindestförderrate der zur Verfügung stehenden Förderleistung, d.h. der zur Verfügung stehenden Förderrate auf $\pm 20\%$ entsprechen. Die maximale Förderrate ist die kumulierte Förderrate aller Verdichter, jedoch kann die maximale Förderrate auf verschiedene Fülllinien aufgeteilt werden, so dass die momentan zur Verfügung stehende Förderrate u.a. von der Anzahl der zeitgleich zu versorgenden Abgabestellen abhängt.

[0018] Vorzugsweise kann das Gas vom Gasspeicher und/oder Auslass des Verdichters zu einem Einlass eines Gasmengenmesser gefördert werden dessen Auslass mit einer an den Gastank gekuppelten ersten Abgabestelle verbunden ist, um das Gas in den Gastank zu fördern.

[0019] Besonders bevorzugt kann ein zweiter Gastank mit einer zweiten Abgabestelle gekuppelt werden während Gas in den ersten Gastank gefördert wird. Bei einer gegebenen Abbruchbedingung wird das Fördern den ersten Gastank unterbrochen wird und stattdessen das Gas vom Auslass des Gasmengenmesser über die zweite Abgabestelle in den zweiten Gastank gefördert. Die Abbruchbedingung kann z.B. das Erreichen eines Solldrucks in dem Gasspeicher sein oder das Ende der geplanten Standzeit. Dieses Verfahren ist besonders während der langen nächtlichen Standzeiten der Lastkraftwagen vorteilhaft: Die Investitionskosten für Abgabestationen sind vergleichsweise günstig und können je einem (Nacht-) Parkplatz zugeordnet sein. Die teuren Verdichter und Gasmengenmesser werden dann der Reihe nach mit je einer Abgabestation verbunden, z.B. durch Öffnen und Schließen entsprechender Ventile. Der Fahrer kann seine Nachtruhe halten und morgens ist der Gastank gefüllt. Die Reihenfolge der Betankungsvorgänge kann z.B. nach einem "first come first serve" erfolgen oder auch nach anderen Algorithmen, die z.B. die geplante Abfahrtszeit berücksichtigen.

[0020] Die zurzeit üblichen langen Wartezeiten vor den Abgabestellen werden dadurch vermieden. Weil die Kupplung zwischen der Abgabestelle und dem Gastank notwendigerweise abdichtend ist, kann der Tankvorgang

automatisiert und ohne visuelle Kontrolle erfolgen. Vorzugsweise ist die Zündung über einen mit der Kupplung aktivierten Sicherheitsschalter unterbrochen, um zu verhindern, dass der Fahrer morgen versehentlich das Lösen der Kupplung vergisst und den üblichen Verbindungsschlauch abreist.

[0021] Diese Variante hat einen weiteren Vorteil: Durch die langsame Nachtbetankung sinkt die in den morgendlichen und abendlichen Stoßzeiten dem Gasversorgungsnetz zu entnehmende Entnahmerate. Der Preis den der Tankstellenbetreiber dem Gaslieferanten entrichtet bestimmt sich zu einem wesentlichen Teil anhand der maximalen Entnahmerate. Zurzeit werden in der Praxis Lastkraftwagen im Fernverkehr in der Regel morgens oder abends mit Diesel voll aufgetankt. In den entsprechenden Stoßzeiten kommt es daher an den Tankstellen zu entsprechenden Wartezeiten und das obgleich eine Betankung mit dem zurzeit in Mitteleuropa üblichen Diesel nur wenige Minuten benötigt. Bei einer Umstellung der Lastkraftwagenflotte auf Gasmotoren die mit Erdgas betrieben werden, wird sich eine ähnliche Situation den Gaszapfsäulen ergeben wie bei den Dieselzapfsäulen, jedoch nur, wenn die Erdgastankstellen auf entsprechend kurze Füllzeiten ausgelegt sind. Diese Auslegung erfordert bisher aber sehr hohe Investitionskosten. Wenn wie zur Zeit üblich günstigere aber entsprechend langsamere Erdgastankstellen verwendet werden, würden sich die Wartezeiten bei gleicher Anzahl an Zapfstellen (Abgabestellen) nochmals erhöhen, weil selbst eine sogenannte Schnellbetankung etwa die zwei bis dreifache Zeit in Anspruch nimmt. Während der gesetzlich vorgegebenen Ruhezeiten (d.h. nach spätestens 4,5h Fahrt) hingegen, stehen die Lastkraftwagen je nach vorausgegangener Lenkzeit mindestens 15min, 30min, 45min oder etwa 9h (Erholungspause) auf den Parkplätzen. Zu diesen Standzeiten kommen tägliche Standzeiten während des Be- und Entladens und vor allem während der Wartens auf das Be- und Entladen hinzu. Nach der Erfindung können die Lastkraftwagen (auch) während der solcher Standzeiten, z.B. während der Ruhezeiten, Wartezeiten oder Ladezeiten betankt werden, weil der Tankvorgang automatisiert abläuft.

[0022] Weil die Gas- und Stromkosten für den Tankstellenbetreiber mit dem Maximum der dem Erdgasnetz entnommenen Förderrate (Entnahmerate, Leistung) steigen, wird in den Stoßzeiten die kumulierte Förderrate reduziert, um das Maximum der dem Gasnetz pro Zeiteinheit entnommen Gasmenge (, d.h. um das Maximum der dem Gasnetz entnommenen Entnahme) unter einem Entnahmesollwert zu halten. Aufgrund der größeren zur Verfügung stehenden Betankungszeit können die Gastanks zu einem späteren Zeitpunkt, d.h. wenn die Stoßzeit abklingt gefüllt werden. Die Kosten für das Erdgas werden aufgrund der Reduktion der maximalen Entnahmerate reduziert.

[0023] Die entsprechende Gastankstelle, ist mit einem Gasversorgungsnetz verbunden. Dazu ist üblicherweise eine Übergabestelle des Gases von dem Gaslieferanten,

der das Gasversorgungsnetz nutzt vorgesehen. Die Tankstelle ist folglich an der Übergabestelle an das Gasversorgungsnetz angeschlossen. An der Übergabestelle erfolgt in der Regel auch die Erfassung der dem Gasnetz entnommenen Menge und somit die Entnahmerate. Die Übergabestelle wird oft auch als Übergabestation bezeichnet. An der Übergabestation kann auch eine Filterung, Trocknung und/oder Odorierung des entnommenen Gases erfolgen. Die Übergabestation speist dann wenigstens einen, in der Praxis vorzugsweise wenigstens zwei Verdichter, z.B. wenigstens ein Kolbenkompressor. Der Verdichter ist folglich eingangsseitig vorzugsweise über wenigstens ein Ventil mit der Übergabestation verbunden.

[0024] Zudem hat die Gastankstelle wenigstens einen Druckgasspeicher, der über ein erstes Schaltventil mit dem Auslass des Verdichters verbunden ist und wenigstens eine Abgabestelle. Die Abgabestelle hat wenigstens einen Einlass und einen Auslass der als Kupplung zum Verbinden der Abgabestelle mit einem Tankstutzen eines Gastanks eines Kraftfahrzeugs ausgebildet ist.

[0025] Der Einlass der Abgabestelle über ein zweites Schaltventil mit dem Gasspeicher verbunden ist und über drittes Schaltventil mit dem Auslass des Verdichters verbunden. Die Stellung der Schaltventile wird vorzugsweise von einer Steuerung überwacht und verändert, welche das oben beschriebene Verfahren

[0026] Entsprechend hat die Gastankstelle nach Anspruch vorzugsweise wenigstens eine Steuerung mit Eingabemitteln zum Erfassen der geplanten Standzeit eines zu betankenden Kraftfahrzeugs, wobei die Steuerung in Abhängigkeit von der geplanten Standzeit das zweite oder das dritte Ventil öffnet.

[0027] Vorzugsweise hat die Gastankstelle einen ersten Gasmengenmesser zur Erfassung der zu der Abgabestelle strömenden Gasmenge, wobei der erste Gasmengenmesser eingangsseitig mit dem Auslass des zweiten und/oder des dritten Ventils verbunden ist. Ausgangsseitig ist der erste Gasmengenmesser mit wenigstens zwei parallel geschalteten Abgabestellen verbunden und jede der Abgabestellen hat wenigstens ein Abgabeventil zur Steuerung der Abgabe von Gas über die Kupplung an einen Gastank eines Kraftfahrzeugs. Die Steuerung steuert die Stellung der Abgabeventile derart, dass zu jedem Zeitpunkt der Auslass höchstens einer Abgabestelle mit dem Auslass des ersten Gasmengenmessers kommuniziert.

[0028] Zuvor wurde zwischen dem Gastank eines Fahrzeugs und einem Druckgasspeicher (kurz aus 'Gasspeicher') unterschieden. Natürlich sind diese Begriffe weitgehend synonym zueinander. Die unterschiedliche Begrifflichkeit wurde nur gewählt um sprachlich eindeutig zwischen dem Fahrzeuggastank (=Gastank) und einem Gasreservoir (=Druckgasspeicher) der Tankstelle zu unterscheiden, wobei der Druckgasspeicher dazu dient Gas unter einem hohen Druck zwischen zu speichern werden kann.

Beschreibung der Zeichnungen

[0029] Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen exemplarisch beschrieben.

Figur 1 zeigt ein Flussdiagramm einer Gastankstelle,

Figur 2 zeigt weiteres Flussdiagramm einer Gastankstelle, und

Figur 3 zeigt weiteres Flussdiagramm einer Gastankstelle.

[0030] Figur 1 zeigt ein stark vereinfachtes Flussdiagramm einer Gastankstelle (kurz Tankstelle). Die Tankstelle ist mittels einer Übergabestation 20 an ein Gasversorgungsnetz 10 (kurz Gasnetz 10) eines Gasversorgers angeschlossen (Die Leitungen sind durch Verbindungslinien 11, 21 angedeutet). In der Übergabestation 2 wird üblicherweise die dem Gasversorgungsnetz 3 entnommene aktuelle Entnahmerate und die kumulierte entnommene Gasmenge erfasst. Diese Daten werden über eine hier modulare Steuerung 91, 92 erfasst und können z.B. über DFÜ-Modul 90 an den Gasversorger übertragen werden. Die Steuerung kommuniziert zudem vorzugsweise mit einem Abrechnungssystem 93.

[0031] Ausgangsseitig ist die Übergabestation 20 mit wenigstens einem Verdichter 30a, 30b verbunden. Hier sind beispielhaft 2 Verdichter 30a, 30b dargestellt, es sind aber auch nur einer oder eine größere Anzahl möglich. Die Anzahl der Verdichter kann auch nachträglich einer gewachsenen Nachfrage angepasst werden.

[0032] Ausgangsseitig können die Verdichter 30a, 30b jeweils über Ventile 43a, 43b mit einem Druckgasspeicher 40 (kurz Gasspeicher 40) verbunden werden. Im gezeigten Beispiel hat der Gasspeicher 40 drei angedeutete Druckbehälter (die Anzahl kann an die Anforderungen angepasst werden, mindestens ist einer vorzusehen), die über entsprechende Ventile (nicht dargestellt) separat befüllt werden können. Die Verdichter 30a, 30b können je nach Stellung der Ventile 43a, 43 einzeln oder parallel mit dem Gasspeicher 30 verbunden werden. Die Stellung der Ventile wird durch die Steuerung 91, 92 gesteuert, was durch Pfeile bzw. gepunktete Linien angedeutet ist.

[0033] Alternativ können die Verdichter über entsprechende Ventile 42a, 42b, 51 mit Gasmengenmessern 52 verbunden werden. Beispielsweise kann je ein Verdichter 30a, 30b ausgangsseitig mit genau einem Gasmengenmesser 52 verbunden werden. Alternativ können auch mehrere Verdichter 30a, 30b ausgangsseitig über ein Überströmleitungen mit einem Gasmengenmesser 35 verbunden werden, dazu ist je nach gewünschter Strömungsrichtung das Ventil 58a oder 58b entsprechend zu öffnen oder zu schließen (beachte die optionalen Rückschlagventile 57).

[0034] Alternativ zum den Verdichtern 11 können die Gasmengenmesser 35 auch über Ventile 44a, 44b mit dem Gasspeicher 40 verbunden werden, so dass dieser die Gasmengenmesser 35 speist. Sofern die Ventile 42a, 42b geschlossen sind, speist ausschließlich der Druckspeicher 40 die parallel geschalteten Gasmengenmesser 52. Wobei der Begriff Parallelschaltung analog zur Elektrotechnik zu verstehen ist, d.h. die Eingänge zweier oder mehrerer Bauelemente sind über entsprechende Leitungen mit dem Ausgang eines anderen Bauelements verbunden, wobei in den Leitungen natürlich Schaltelemente wie Ventile angeordnet sein können.

[0035] In der Figur sind beispielhaft zwei Gasmengenmesser 52 dargestellt. Natürlich genügt mindestens ein Gasmengenmesser 52, wobei eine größere Anzahl vorteilhaft ist. Die Anzahl der Gasmengenmesser 52 kann ebenso wie die Anzahl der Verdichter 30a, 30b auch nachträglich an eine gestiegene Nachfrage angepasst werden.

[0036] Ausgangsseitig der Gasmengenmesser 52 sind jeweils mehrere Abgabestellen 56, wobei wieder je eine genügen würde. Jede der Abgabestellen ist über Ventile 53 mit dem entsprechenden Gasmengenmesser 52 verbindbar und entsprechend auch von dieser zu trennen. Die Abgabestelle hat eine Schlauchleitung 82 mit einer Kupplung 83 zum Verbinden der Tankstelle mit einem Gastank 88 eines Kraftfahrzeugs.

[0037] Die Komponenten der Tankstelle wie die Ventile, die Gasmengenmesser die Verdichter, etc. sind vorzugsweise zumindest zum Teil mit einer Steuerung 91, 92 verbunden und werden von dieser gesteuert (angedeutet durch Pfeile 30).

[0038] Beispielsweise über eine Datenfernübertragung 91, 92 kann ein Fahrzeug(führer) eine geplante Standzeit an die Steuerung 91, 92 übergeben. Zudem erfasst die Steuerung den Füllstand des entsprechenden Gastanks 88, entweder durch eine Druckdifferenzmessung bei Veränderung der Gasmenge in dem Gastank 88 nach dem Ankuppeln des Gastanks und/oder über einen Datenaustausch mit der Fahrzeugsteuerung. Zudem bestimmt die die Steuerung die zur Verfügung stehende Förderrate der Verdichter 30a, 30b. Wenn z.B. der Gasspeicher 40 gefüllt ist und ansonsten kein Fahrzeug betankt werden muss, dann können die beiden Verdichter 30a, 30b ausgangsseitig durch entsprechende Schaltung der Ventile 42a, 42b sowie 58a, 58b mit dem entsprechenden Tank 88 verbunden werden. Die Förderrate ist dann die kumulierte Förderrate der beiden Verdichter 30a, 30b. Anhand der Förderrate kann abgeschätzt werden, ob die geplante Standzeit genügt den Gastank 88 bis zu einem vorgegeben Sollfüllstand zu füllen. Genügt die Standzeit, d.h. ist die Förderzeit kürzer als die geplante Standzeit, dann wird mit der zuvor bestimmten Förderrate mittels der Verdichter 30a, 30b das Gas aus dem Gasnetz 10 in den Gastank 88 gefördert. Ist die geplante Standzeit kürzer als die Förderzeit, dann wird der Gastank 88 über die Ventile 44a, 44b mit dem Gasspeicher 40 verbunden. Dadurch kann durch einfa-

ches Überströmen das Gas sehr schnell in den Gastank 88 gefördert werden. Oftmals muss der Gastank 88 aber nicht vollständig aus dem Gasspeicher 40 gefüllt werden. Um dies zu überprüfen wird nach einer vorgegeben Zeitspanne überprüft, ob die nun zur Verfügung stehende restliche Standzeit genügt den Gastank 88 mittels der von den Verdichtern 30a, 30b bereitgestellten Förderrate zu füllen. Dazu kann z.B. ein zweiter Quotient aus verbleibender Füllmenge und der nun zur Verfügung stehenden Förderrate gebildet und das Ergebnis mit der verbleibenden Standzeit verglichen werden. Genügt die verbleibende Standzeit, dann wird der Gasspeicher 40 von dem Tank 88 durch schließen des entsprechenden Ventils 44a oder 44b getrennt und stattdessen wird durch Öffnen der entsprechenden Ventile 42a, 42b und ggf. 58a, 58b wenigstens ein Verdichter mit dem Gastank 88 verbunden.

[0039] Weil an einem Gasmengenmesser 52 mehrere Abgabestellen 56 angeschlossen sind, können nacheinander eine Vielzahl von Gastanks 88 befüllt werden, ohne dass ein Fahrzeug nach dem Betanken den der entsprechenden Abgabestelle 56 entsprechenden Stellplatz unverzüglich verlassen müsste. Die Fahrzeuge können daher während längerer Pausen, z.B. nachts betankt werden.

[0040] In Figur 2 ist eine weitere Gastankstelle dargestellt. Diese ist weitgehend identisch zu der in Fig. 1 dargestellten Gastankstelle. Die Beschreibung der Figur 1 kann daher soweit die beiden Zeichnungen übereinstimmen auch auf die Figur 2 gelesen werden. Der einzige Unterschied zur Figur 1 besteht darin, dass die Fülllinien A.1 bis A.n anders als in Fig. 1 jeweils einen eigenen Gasmengenmesser 52 aufweisen, so dass diese Fülllinien gleichzeitig betrieben werden können. Entsprechend ist der Druckgasspeicher 40 vorzugsweise größer vorzusehen, was in der Zeichnung angedeutet ist. Der Druckgasspeicher kann außerhalb der Stoßzeiten mittels der Verdichter 30a, 30b befüllt werden. In den Stoßzeiten, wird der Druckgasspeicher dann genutzt um die Gastanks 88 sehr schnell zumindest weitgehend zu befüllen. Durch entsprechende Leitungen und Ventile 51, 52 kann bei Erreichen eines ersten Solldrucks der Druckspeicher von dem entsprechenden Gastank 88 getrennt werden und stattdessen mit einem oder mehreren Verdichtern 30a, 30b verbunden werden, welche den Drucktank dann bis zu einem zweiten Solldruck auffüllen.

[0041] In Fig. 3 ist eine weitere Tankstelle dargestellt, die weitgehend identisch mit der Tankstelle in Fig. 2 ist, jedoch wurde diese um einen weiteren Verdichter 30 ergänzt, der parallel zu den Verdichtern 30a, 30b angeordnet ist. Anders als dargestellt kann der Verdichter 30 vorzugsweise über ein Ventil mit dem Gasspeicher 40 verbunden sein. Lediglich aus Gründen der Übersichtlichkeit sind die optionalen Verbindungsleitungen zwischen dem Verdichter 30 und den Gasmengenzählern 52 nicht eingezeichnet. Im Übrigen kann die Beschreibung zur Fig. 2 auch auf die Fig. 3 gelesen werden.

[0042] Die in den Figuren 1 bis 3 dargestellten Tank-

stellen haben zwei Hauptfüllstränge die im Wesentlichen den Fülllinien A oder B zugeordnet sind. Natürlich können weitere Fülllinien C, D, ... nach Bedarf ergänzt werden.

Bezugszeichenliste

[0043]

10	Übergabestation	
11	Leitung	10
3	Gasversorgungsnetz, kurz auch 'Gasnetz'	
5	Überströmleitung	
21	Leitung	
30, 30a, 30b	Verdichter	15
32, 32a, 32b	Ausgleichstank	
40	Druckgasspeicher / Gasspeicher	
42a, 42b	Ventil	20
43a, 43b	Ventil	
44a, 44b	Ventil	
45	Rückschlagventill	
51	Ventil	
52	Gasmengenmesser	25
53	Ventil	
56	Abgabestelle	
55	Druckspeicher (optional)	
57	Rückschlagventil	
81	Ventil	
82	flexible Leitung	30
83	(Schlauch) Kupplung	
88	Gastank	
90	DFÜ-Modul	
91, 92, 92	modulare Steuerung	
93	Abrechnungsmodul (Kasse)	
A.1 - A.n	Fülllinien	35
B.1 - B.n	Fülllinien	

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern einer Gastankstelle zum Betanken von Fahrzeugen mit komprimiertem Gas, aufweisend zumindest die Schritte:

- Abfragen einer geplanten Standzeit wenigstens eines an der Tankstelle ankommenden Fahrzeugs das wenigstens einen Gastank (88) hat aus dem eine Antriebsmaschine des Fahrzeugs gespeist wird und welcher an der Tankstelle befüllt werden soll,
- Bestimmen der zum Füllen des Gastanks (88) auf einen vorgegebenen Füllstand notwendigen Füllmenge,
- Bestimmen der zum Füllen des Gastanks zur Verfügung stehenden Förderleistung wenigstens eines Verdichters (30, 30a, 30b), der eingangsseitig mit einem Gasversorgungsnetz 10 kommunizierend verbunden ist,

- Bestimmen eines ersten Quotienten aus der Füllmenge und der Förderleistung,
- Fördern von dem Gas aus dem Gasversorgungsnetz 10 in den Gastank (88) mit dem die zuvor bestimmte Förderleistung bereitstellenden Verdichter (30, 30a, 32b), wenn der erste Quotient kleiner als die geplante Standzeit ist, und
- Fördern von Gas aus einem Gasspeicher (40) in dem ein höherer Druck herrscht als in dem Gasversorgungsnetz in den Gastank (80), wenn der erste Quotient größer als die geplante Standzeit ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1

dadurch gekennzeichnet dass,

in dem Fall, in dem der erste Quotient größer ist als die geplante Standzeit, nachdem eine Gasmenge in den Gastank (88) gefördert wurde, wenigstens ein zweiter Quotient bestimmt wird wobei der zweite Quotient aus noch in den Gastank (88) zu füllender Gasmenge und der zur Verfügung stehenden Förderleistung gebildet wird, und wenn der zweite Quotient kleiner ist als die verbleibende Reststandzeit das Fördern aus dem Gasspeicher (40) in den Gastank (88) gestoppt wird und stattdessen Gas aus dem Gasversorgungsnetz (10) in den Gastank (88) mit dem die zuvor bestimmte Förderleistung bereitstellenden Verdichter (30, 30a, 30b) gefördert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet dass,

- in dem Gasspeicher (40) vor dem Fördern des Gases in den Gastank (88) ein Druck eingestellt wird, der kleiner ist als der Solldruck in dem Gastank (88) bei dem vorgegebenen Füllstand,
- und das Fördern von Gas aus dem Gasspeicher (40) in den Gastank (88) eingestellt wird, wenn die Überströmrate vom Gasspeicher (40) in den Gastank (88) unter einen Wert fällt, der kleiner als eine Mindestförderrate ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Mindestförderrate der zur Verfügung stehenden Förderrate des Verdichters (30, 30a, 30b) auf $\pm 20\%$ entspricht.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Gas vom Gasspeicher (40) und/oder Auslass des Verdichters (30, 30a, 30b) zu einem Einlass eines Gasmengenmessers (52) gefördert wird, dessen Auslass mit einer an den Gastank (88) gekuppelten ersten Abgabestelle (56) verbunden ist.

6. Verfahren nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet, dass

- ein zweiter Gastank (88) mit einer zweiten Abgabestelle (56) gekuppelt wird, während Gas in den ersten Gastank (88) gefördert wird, und 5
- dass bei einer gegebenen Abbruchbedingung das Fördern in den ersten Gastank (88) unterbrochen wird und stattdessen das Gas vom Auslass des Gasmengenmessers (52) über die zweite Abgabestelle (56) in den zweiten Gastank (88) gefördert wird. 10

7. Gastankstelle zum Betanken von Fahrzeugen mit komprimiertem Gas, zumindest aufweisend:

- eine Übergabestation (20) die eingangsseitig mit einem Gasversorgungsnetz verbunden ist und von diesem gespeist wird und die ausgangsseitig über wenigstens eine Zuleitung (11) wenigstens einen Verdichter (30, 30a, 30b) speist, 20
- einen Gasspeicher (40), der über ein erstes Ventil (43a, 43b) mit dem Auslass des Verdichters (30, 30a, 30b) verbunden ist,
- wenigstens eine Abgabestelle (56), mit wenigstens einem Einlass und einem Auslass der als Kupplung (83) zum Verbinden der Abgabestelle mit dem Tankstutzen eines Gastanks (88) eines Kraftfahrzeugs ausgebildet ist, 25

dadurch gekennzeichnet, dass

der Einlass der Abgabestelle (56) über ein zweites Schaltventil (44a, 44b) mit dem Gasspeicher (40) verbunden ist und über drittes Schaltventil (42a, 42b) mit dem Auslass des Verdichters (30, 30a, 30b) verbunden ist. 30 35

8. Gastankstelle nach Anspruch 7, **gekennzeichnet durch**

wenigstens eine Steuerung (91, 92) mit Eingabemitteln (90) zum Erfassen der geplanten Standzeit eines zu betankenden Kraftfahrzeugs, wobei die Steuerung (91, 92) in Abhängigkeit von der geplanten Standzeit das zweite oder das dritte Ventil (44a, 44b; 42a, 42b) öffnet. 40 45

9. Gastankstelle nach einem der Ansprüche 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Gastankstelle einen ersten Gasmengenmesser (52) zur Erfassung der zu der Abgabestelle (56) strömenden Gasmenge hat, 50
- der erste Gasmengenmesser (52) eingangsseitig mit dem Auslass des zweiten und/oder des dritten Ventils (44a, 44b; 42a, 42b) verbunden ist, 55
- der erste Gasmengenmesser (52) ausgangsseitig mit wenigstens zwei parallel geschalteten

Abgabestellen (56) verbunden ist und jede der Abgabestellen (56) wenigstens ein Abgabeventil (81) zur Steuerung der Abgabe von Gas über die Kupplung (88) an einen Gastank eines Kraftfahrzeugs aufweist,

- die Steuerung die Stellung der Abgabeventile (81) derart steuert, dass zu jedem Zeitpunkt der Auslass höchstens einer Abgabestelle (56) mit dem Auslass des ersten Gasmengenmessers (52) kommuniziert.

10. Gastankstelle nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gastankstelle eine Steuerung (91, 92) zur automatisierten Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6 hat.

Fig. 1

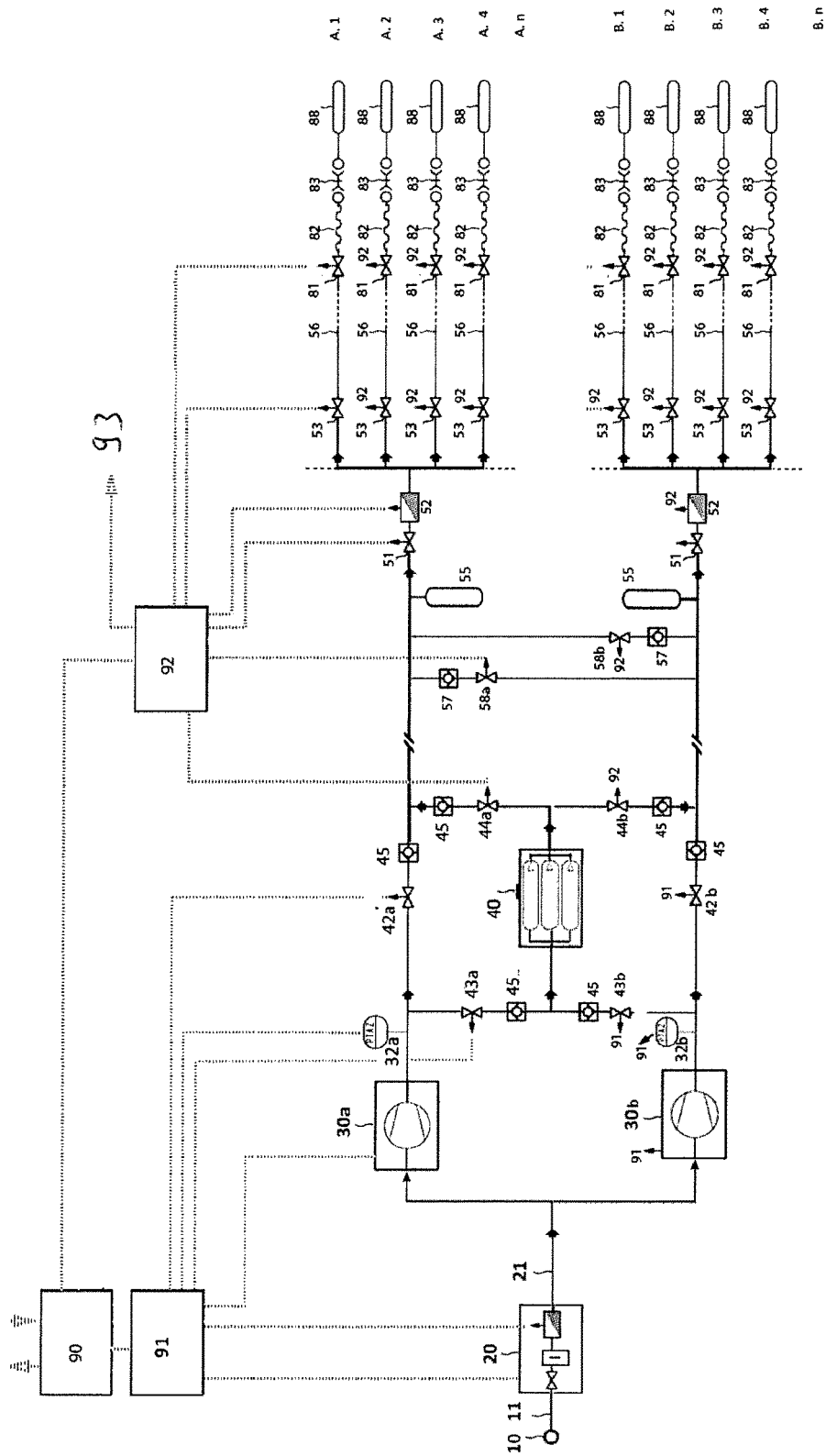


Fig. 2

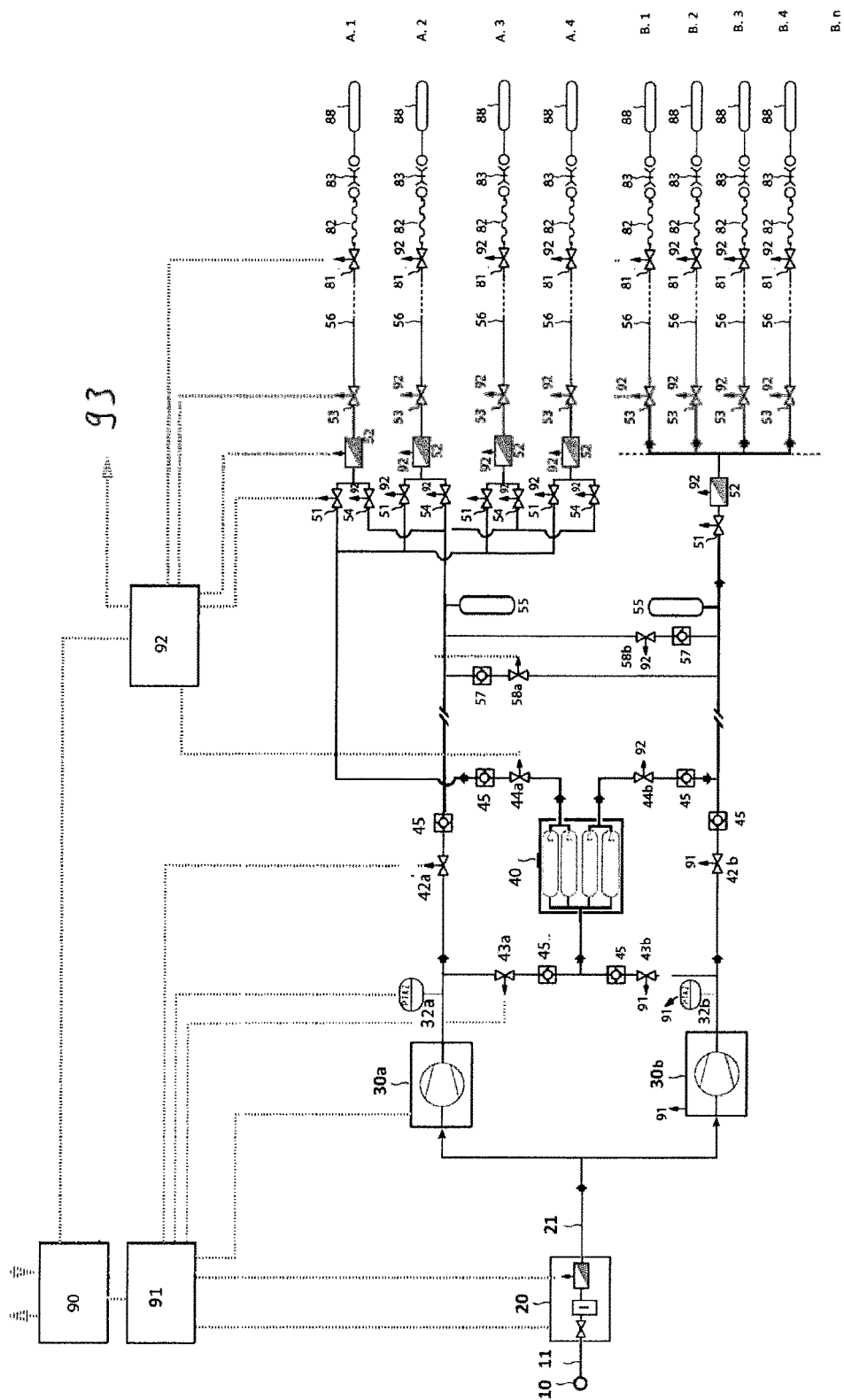
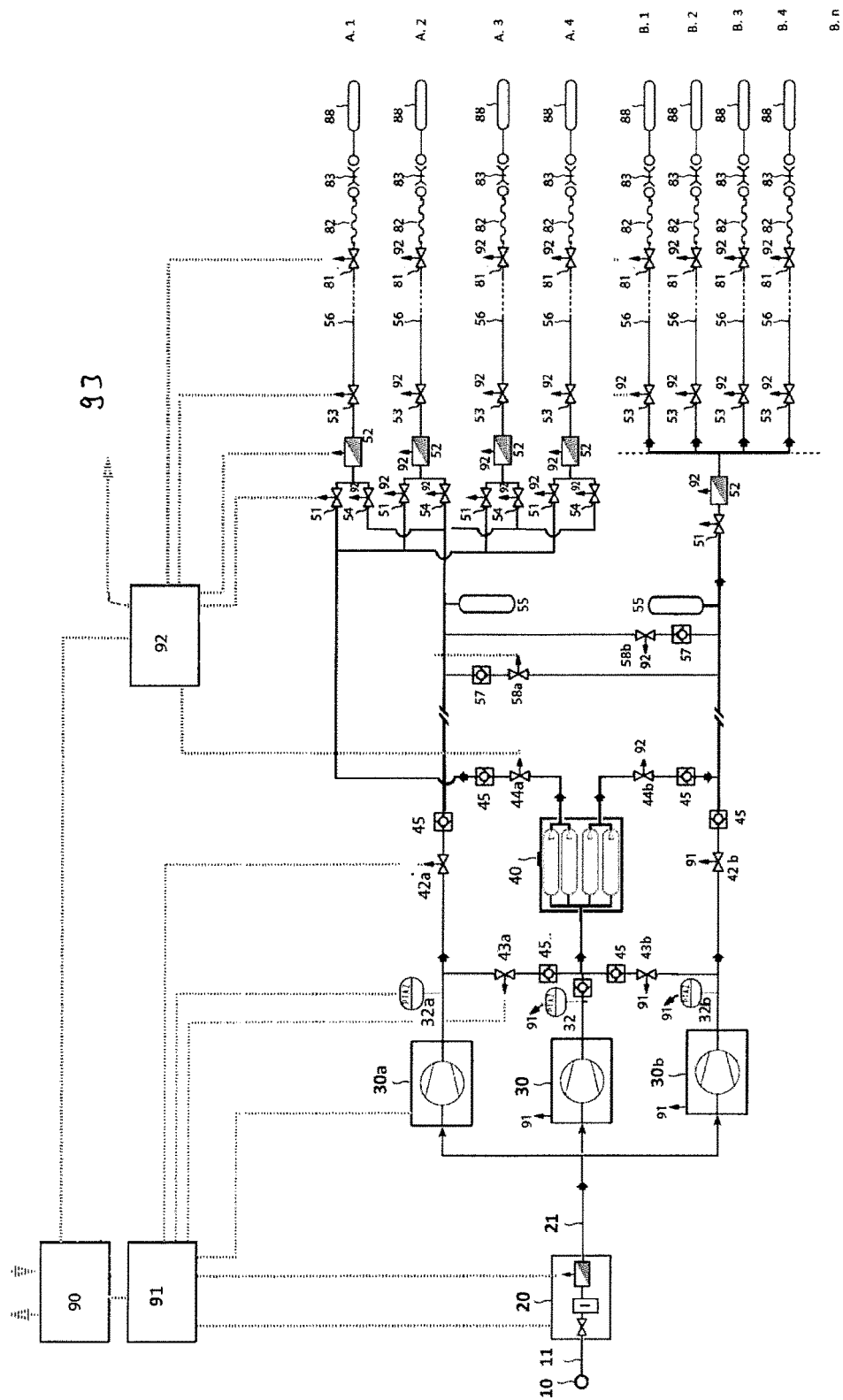


Fig. 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 17 18 0764

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2015/122247 A1 (KOBÉ SEIKO SHO KK) 20. August 2015 (2015-08-20)	7,9,10	INV. F17C5/06
A	* Absätze [0013], [0023], [0035]; Abbildung 1 * & EP 3 106 739 A1 (KK KOBÉ SEIKO SHO [JP]) 21. Dezember 2016 (2016-12-21) -----	1-6,8	
A	EP 2 799 757 A1 (KOBÉ STEEL LTD [JP]) 5. November 2014 (2014-11-05) * Absatz [0014] * -----	1-10	
A	US 2010/193070 A1 (ALLIDIERES LAURENT [FR]) 5. August 2010 (2010-08-05) * Absatz [0026]; Abbildung 1 * -----	1-10	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F17C
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		13. Oktober 2017	Forsberg, Peter
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 17 18 0764

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

13-10-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2015122247 A1	20-08-2015	CA 2938391 A1	20-08-2015
		CN 106030187 A	12-10-2016
		EP 3106739 A1	21-12-2016
		JP 2015152091 A	24-08-2015
		KR 20160120319 A	17-10-2016
		US 2017051875 A1	23-02-2017
		WO 2015122247 A1	20-08-2015
EP 2799757 A1	05-11-2014	CN 103998851 A	20-08-2014
		EP 2799757 A1	05-11-2014
		JP 5746962 B2	08-07-2015
		JP 2013130218 A	04-07-2013
		KR 20140088224 A	09-07-2014
		US 2014332114 A1	13-11-2014
		WO 2013094408 A1	27-06-2013
US 2010193070 A1	05-08-2010	AT 502250 T	15-04-2011
		CN 101743429 A	16-06-2010
		EP 2174057 A1	14-04-2010
		ES 2362974 T3	18-07-2011
		FR 2919375 A1	30-01-2009
		JP 5248607 B2	31-07-2013
		JP 2010534308 A	04-11-2010
		US 2010193070 A1	05-08-2010
		WO 2009013415 A1	29-01-2009

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102006047313 A1 [0005]
- DE 29516989 U1 [0006]
- US 8091593 B2 [0007]