



(10) **DE 10 2013 003 999 A1** 2014.09.11

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 003 999.1**

(22) Anmeldetag: **08.03.2013**

(43) Offenlegungstag: **11.09.2014**

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

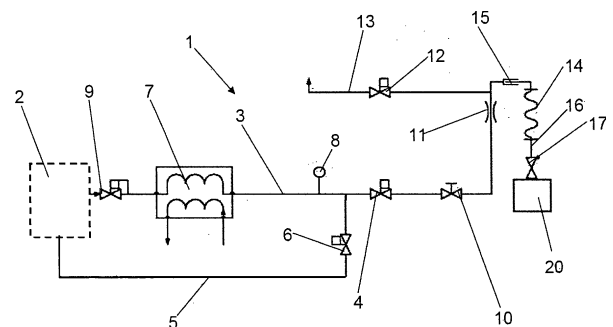
(71) Anmelder:
Linde Aktiengesellschaft, 80331 München, DE

(72) Erfinder:
**Adler, Robert, Gerasdorf, AT; Pfandl, Martin,
Rust im Tullnerfeld, AT; Siebert, Georg, Wien, AT;
Stefan, Michael, Zillingdorf, AT**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Betanken eines Speicherbehälters mit einem gasförmigen, unter Druck stehenden Medium, insbesondere Wasserstoff**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betanken eines Speicherbehälters (z. B. Fahrzeugtank) (20) mit einem gasförmigen, unter Druck stehenden Medium, insbesondere in Form von Wasserstoff, bei dem ein Versorgungsspeichersystem (2) zum Speichern des Wasserstoffs über eine Tankzuleitung (3) und ein Betankungsventil (4) mit dem zu betankenden Speicherbehälter (20) verbunden ist, wobei vor dem Befüllen des Speicherbehälters (20) mit jenem Medium bei geschlossenem Betankungsventil (4) ein Strom des Mediums zum Kühlen der Tankzuleitung (3) auf eine vordefinierbare Solltemperatur durch die Tankzuleitung (3) geleitet wird und über eine stromauf des Betankungsventils (4) abzweigende Leitung (5) aus der Tankzuleitung (3) abgezogen wird. Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Betankungseinrichtung (1) zum Betanken eines Speicherbehälters (20).



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betanken eines Speicherbehälters mit einem gasförmigen, unter Druck stehenden Medium, insbesondere Wasserstoff, sowie eine Betankungseinrichtung zum Betanken eines Speicherbehälters mit einem derartigen Medium.

[0002] Fahrzeuge, die als Treibstoff gasförmigen Wasserstoff tanken, benötigen speziell ausgebildete Betankungseinrichtungen, die den Wasserstoff in den Speicherbehälter des Fahrzeuges, der in diesem Fall auch als Fahrzeugtank bezeichnet wird, leiten. Für gewöhnlich weist eine solche Betankungseinrichtung bzw. Tankstelle einen Speicher mit flüssigem Wasserstoff auf oder ist direkt an eine Wasserstoff-Pipeline oder andere Anlagen, die Wasserstoff bereitstellen können, angeschlossen. Da der Wasserstoff für die Betankung in der gasförmigen Phase vorliegen soll, verfügt eine derartige Betankungseinrichtung für gewöhnlich über einen Gaspufferspeicher, der sich aus dem vorgenannten (Flüssigwasserstoff-)Speicher speist und den gasförmigen Wasserstoff vorhält.

[0003] Um die Sicherheit (Explosionsgefahr) für die Umwelt beim Betanken von Wasserstofftanks (z. B. Fahrzeugtank) mit Wasserstoff zu gewährleisten und um einen Standard für den Betankungsprozess zu schaffen, wurde der Standard SAE J2601 geschaffen. Der Standard gibt u. a. sicherheitsrelevante Grenzen und Leistungsanforderungen für den Tankvorgang vor. SAE J2601 sieht vor, dass wasserstoffgetriebene Fahrzeuge innerhalb von drei Minuten betankt werden sollen, ohne dass dabei die Temperatur des Wasserstoffs über eine Temperatur von 85°C ansteigt. Gleichzeitig wird verlangt, dass die Temperatur des Wasserstoffs während des Betankens bei Eintritt in den Speicherbehälter -40°C nicht unterschreitet. Ebenso existieren Regularien für die zugelassenen Temperaturschwankungen während des Betankens.

[0004] Um weder die maximal zulässige Temperatur von 85°C während des Betankens zu überschreiten noch die limitierte Vorkühlung des Wasserstoffs von -40°C zu unterschreiten, muss der Wasserstoff zum Betanken eines Speicherbehälters daher u. a. innerhalb von vorzugsweise 25 s auf einen vergleichsweise schmalen Temperaturbereich von -33 bis -40°C temperiert werden.

[0005] Aufgrund der wechselnden Temperaturverhältnisse in den Rohrleitungen ist eine konstante Temperatur des Wasserstoffs (von z. B. -40°C) an der Zapfsäule vergleichsweise aufwändig und kostenintensiv zu realisieren. Dies liegt unter anderem daran, dass es nach Beendigung eines Tankvorgangs zu einer Angleichung der Tankzuleitungstemperatur an die Umgebungstemperatur kommt. Eine zu sehr erwärmte Tankzuleitung kann also dazu führen, dass der Wasserstoff an der Zapfsäule nicht innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne den vorgegebenen Temperaturbereich von -33 bis -40°C erreicht und der Tankvorgang daher abgebrochen werden muss.

[0006] Um dies zu verhindern, benötigt man bei langen Tankzuleitungen eine Kühlung der Tankzuleitung oder eine Kühlvorrichtung, die möglichst nahe an der Füllkupplung zum Speicherbehälter positioniert ist. Eine Kühlung der Tankzuleitung ist jedoch mit hohen Kosten verbunden und eine Kühlvorrichtung an der Füllkupplung muss mit der gesamten benötigten Kälteleistung versorgt werden, was wiederum die Kühlvorrichtung und die verbindenden Leitungen erheblich verteuert.

[0007] Hiervon ausgehend liegt daher der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, bei dem die Tankleitung zügig und vergleichsweise kostengünstig so gekühlt werden kann, dass der Wasserstoff beim Einleiten in den Speicherbehälter bzw. Fahrzeugtank die gewünschte Temperatur aufweist.

[0008] Dieses Problem wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst: Danach ist vorgesehen, dass ein Versorgungsspeichersystem zum Speichern des Wasserstoffs über eine Tankzuleitung und insbesondere ein Betankungsventil (z. B. Eingangsventil einer Zapfsäule) mit dem zu betankenden Speicherbehälter verbunden wird, wobei vor dem Befüllen des Speicherbehälters mit jenem Medium bei insbesondere geschlossenem Betankungsventil ein Strom des Mediums zum Kühlen der Tankzuleitung auf eine vordefinierbare Solltemperatur durch die Tankzuleitung geleitet wird und über eine insbesondere stromauf des Betankungsventils abzweigende Leitung aus der Tankzuleitung abgezogen wird.

[0009] Bei besagtem Speicherbehälter handelt es sich insbesondere um einen Fahrzeugtank eines Fahrzeuges zum Speichern von gasförmigem Wasserstoff, der insbesondere als Treibstoff zum Antreiben des Fahrzeuges dient.

[0010] Bei dem Versorgungsspeichersystem handelt es sich des Weiteren vorzugsweise um ein System zur Speicherung und Weiterleitung des Mediums, das verschiedene Komponenten, insbesondere einen unterirdischen Speichertank sowie einen damit verbundenen Gaspufferspeicher aufweisen kann.

[0011] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die Leitung des Weiteren als Rückführungsleitung ausgebildet, wobei das zum Kühlen der Tankzuleitung verwendete Medium über jene Leitung in das Versorgungsspeichersystem zurückgeführt wird.

[0012] Bevorzugt wird die Isttemperatur der Tankzuleitung beim Kühlen der Tankzuleitung stromauf des Abzweigs der besagten Leitung gemessen.

[0013] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird der Speicherbehälter mit dem Medium befüllt, wenn die Isttemperatur kleiner oder gleich der gewünschten Solltemperatur ist.

[0014] Vorzugsweise wird zum Befüllen des Speicherbehälters das Betankungsventil geöffnet und die besagte Leitung mittels eines stromab des Abzweigs der Leitung vorgesehenen Ventils abgesperrt. Bevorzugt handelt es sich bei den Ventilen um pneumatische Ventile.

[0015] Weiterhin wird das erfindungsgemäße Problem durch eine Betankungseinrichtung zum Betanken eines Speicherbehälters, insbesondere in Form eines Fahrzeugtanks, mit einem gasförmigen, unter Druck stehenden Medium, insbesondere in Form von Wasserstoff, mit den Merkmalen des Anspruchs 7 gelöst.

[0016] Danach ist vorgesehen, dass die Betankungseinrichtung ein Versorgungsspeichersystem zum Speichern des Mediums, eine Tankzuleitung, die das Versorgungsspeichersystem mit dem Speicherbehälter insbesondere über ein Betankungsventil (z. B. Eingangsventil einer Zapfsäule) verbindet, sowie eine insbesondere stromauf des Betankungsventils von der Tankzuleitung abzweigende Leitung aufweist, wobei die Betankungseinrichtung dazu ausgebildet ist, einen Strom des Mediums vor dem Betanken des Speicherbehälters zum Abkühlen der Tankzuleitung durch die Tankzuleitung zu leiten und über eine insbesondere stromauf des Betankungsventils von der Tankzuleitung abzweigende Leitung der Betankungseinrichtung aus der Tankzuleitung abzuziehen.

[0017] Bevorzugt ist die Leitung als eine Rückführleitung ausgebildet, die zum Rückführen des zum Kühlen der Tankzuleitung verwendeten Mediums in das Versorgungsspeichersystem ausgebildet ist.

[0018] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung weist die Leitung ein Ventil zum Absperrn der Leitung beim Befüllen des Speicherbehälters mit dem Medium auf. Bevorzugt handelt es sich bei dem Ventil um ein pneumatisches Ventil.

[0019] Vorzugsweise ist zwischen dem Versorgungsspeichersystem und dem Abzweig besagter Leitung eine Kühlvorrichtung angeordnet, die dazu eingerichtet und vorgesehen ist, das Medium zu kühlen. Die Kühlvorrichtung ist vorteilhaft als sogenannte "Alu Cold Fill" ausgebildet, was bedeutet, dass ein gekühlter Feststoff, beispielsweise ein Thermoblock aus Aluminium, die Tankzuleitung umgibt oder diese abschnittsweise bildet, wobei der Thermoblock über einen Kühlkreislauf gekühlt wird.

[0020] Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung sollen durch die nachfolgende Figurenbeschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand der **Fig. 1** erläutert werden. Diese zeigt eine schematische Darstellung einer Betankungseinrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0021] **Fig. 1** zeigt eine Betankungseinrichtung **1** für mit Wasserstoff betriebene Fahrzeuge zum Betanken eines an die Betankungseinrichtung **1** über ein Speicherbehälterventil **16** anschließbaren Speicherbehälters **1** mit gasförmigem Wasserstoff. Die Betankungseinrichtung **1** weist eine Tankzuleitung **3** auf, die den Wasserstoff aus einem Versorgungsspeichersystem **2** bezieht und an den Speicherbehälter **1** weiterleitet. Eingangs der Tankzuleitung **3** ist ein Ventil **9** mit einem Rampenregler vorgesehen, mit dessen Hilfe eine Druckrampe gefahren werden kann, gefolgt von einer Kühlvorrichtung **7**. Die Kühlvorrichtung **7** weist vorzugsweise einen Thermoblock aus Aluminium auf (auch als "Alu Cold Fill" bezeichnet), der die Tankzuleitung **3** abschnittsweise umgibt bzw. ausbildet und den durch die Tankzuleitung **3** strömenden Wasserstoff auf eine vordefinierbare Temperatur abkühlt. Die Kühlvorrichtung **7** weist einen Kühlkreislauf zum Kühlen des Thermoblocks auf. Stromab der Kühlvorrichtung **7** ist ein vorzugsweise pneumatisches Betankungsventil **4** vorgesehen, bei dem es sich um ein Eingangsventil einer Zapfsäule der Betankungseinrichtung **1** handeln kann, sowie ein nachfolgendes Handventil **10** zum Unterbrechen der Tankzuleitung **3**.

[0022] Zwischen der Kühlvorrichtung **7** und dem Betankungsventil **4** zweigt bevorzugt unmittelbar stromauf des Betankungsventils **4** eine Leitung **5** (auch als Rückführleitung bezeichnet) von der Tankzuleitung **3** ab, die zum Abziehen von Wasserstoff aus der Tankzuleitung **3** ausgebildet ist. Die besagte Leitung **5** verbindet dabei die Tankzuleitung **3** mit dem Versorgungsspeichersystem **2** und dient bevorzugt zum Rückführen von zum Kühlen der Tankzuleitung **3** verwendeten Wasserstoff in das Versorgungsspeichersystem **2**. Stromauf des Abzweigs der Leitung **5** ist ein Temperaturtransmitter **8** zum Erfassen der Temperatur der Tankzuleitung **3** bzw. des durch die Tankzuleitung **3** strömenden Wasserstoffs vorgesehen.

[0023] Stromab des Handventils **10** ist des Weiteren ein Durchflussmessgerät **11** angeordnet, das den Massenstrom des durch die Tankzuleitung **3** strömenden Wasserstoffs erfasst. Eine Kaminleitung **13** zweigt weiterhin stromab des Durchflussmessgerätes **11** von der Tankzuleitung **3** ab, so dass über ein Entlüftungsventil **12**, das an der Kaminleitung **13** angeordnet ist, Wasserstoff kontrolliert an die Umwelt abgegeben werden kann. Stromab des Durchflussmessgerätes **11** ist ferner eine Abreißkupplung **15** vorgesehen, die die Tankzuleitung **3** über einen Tankschlauch **14**, eine Füllkupplung an einem freien Ende des Tankschlauchs **14** und das Speicherbehälterventil **16** (z. B. Rückschlagventil) mit dem zu betankenden Speicherbehälter bzw. Fahrzeugtank **20** verbindet. Die Abreißkupplung **15** erlaubt ein kontrolliertes Ablösen des Tankschlauchs **14** von der Tankzuleitung **13** unter Zug, beispielsweise wenn ein Fahrzeug mit eingekuppeltem Tankschlauch **14** wegfährt.

[0024] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird nun vor dem eigentlichen Betanken zum Kühlen der Tankzuleitung **3** ein Wasserstoffstrom durch die Tankzuleitung **3** bei geschlossenem Betankungsventil **4** geleitet und über die Leitung **5** in das Versorgungsspeichersystem **2** zurückgeführt. Hierbei wird die Temperatur des Wasserstoffs bzw. die Temperatur der Tankzuleitung **3** mittels des Temperaturtransmitters **8** oder eines sonstigen Temperaturmessmittels **8** stromauf des Abzweigs der Leitung **5** gemessen. Liegt eine gewünschte Solltemperatur der Tankzuleitung **3** vor, wird mit dem Betanken des Speicherbehälters **20** begonnen. Hierzu wird das Ventil **6** geschlossen und bei geöffnetem Betankungsventil **4** der Wasserstoff mit einer Druckrampe in den Speicherbehälter **20** gepresst, die mit Hilfe des Rampenventils **9** gefahren wird. Vor dem Betanken des Speicherbehälters **20** wird bevorzugt noch ein Druck- und Dichtheitstest durchgeführt.

Bezugszeichenliste

1	Betankungseinrichtung
2	Versorgungsspeichersystem
3	Tankzuleitung
4	Betankungsventil
5	Rückführungsleitung
6	Ventil
7	Kühlvorrichtung (z. B. "Alu Cold Fill")
8	Temperaturtransmitter
9	Rampenventil
10	Handventil
11	Massedurchflussmessgerät
12	Sicherheitsventil (Entlüftung)
13	Kaminleitung
14	Tankschlauch mit Tankkupplung
15	Abreißkupplung
16	Füllkupplung
17	Speicherbehälterventil
20	Speicherbehälter

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- Standard SAE J2601 [0003]
- SAE J2601 [0003]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betanken eines Speicherbehälters (20), insbesondere in Form eines Fahrzeugtanks, mit einem gasförmigen, unter Druck stehenden Medium, insbesondere in Form von Wasserstoff, bei dem ein Versorgungsspeichersystem (2) zum Speichern des Wasserstoffs über eine Tankzuleitung (3) mit dem zu betankenden Speicherbehälter (20) verbunden wird, wobei vor dem Betanken des Speicherbehälters (20) mit jenem Medium ein Strom des Mediums zum Kühlen der Tankzuleitung (3) durch die Tankzuleitung (3) geleitet wird und über eine stromauf des Speicherbehälters (20) von der Tankzuleitung (3) abzweigende Leitung (5) aus der Tankzuleitung (3) abgezogen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Tankzuleitung (3) ein Betankungsventil (4) zum Absperren der Tankzuleitung (3) aufweist, das insbesondere als Eingangsventil einer Zapfsäule ausgebildet ist, wobei jene Leitung (5) stromauf des Betankungsventils (4) von der Tankzuleitung (3) abzweigt, und wobei der besagte Strom bei geschlossenem Betankungsventil (4) durch die Tankzuleitung (3) geleitet wird und über die besagte Leitung (5) aus der Tankzuleitung (3) abgezogen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zum Kühlen der Tankzuleitung (3) verwendete Medium über jene Leitung (5) in das Versorgungsspeichersystem (2) zurückgeführt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Isttemperatur der Tankzuleitung (3) beim Kühlen der Tankzuleitung (3) stromauf des Abzweigs der besagten Leitung (5) gemessen wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Speicherbehälter (20) mit dem Medium betankt wird, wenn die Isttemperatur kleiner oder gleich einer vordefinierten Solltemperatur ist.
6. Verfahren nach Anspruch 2 oder einem der Ansprüche 3 bis 5 soweit rückbezogen auf Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Betanken des Speicherbehälters (20) das Betankungsventil (4) geöffnet wird und die besagte Leitung (5) mittels eines Ventils (6) abgesperrt wird.
7. Betankungseinrichtung zum Betanken eines Speicherbehälters (20), insbesondere in Form eines Fahrzeugtanks, mit einem gasförmigen, unter Druck stehenden Medium, insbesondere in Form von Wasserstoff, mit:
 - einem Versorgungsspeichersystem (2) zum Speichern des Mediums, und
 - einer Tankzuleitung (3), die dazu eingerichtet und vorgesehen ist, das Versorgungsspeichersystem (2) mit dem Speicherbehälter (20) zu verbinden,**dadurch gekennzeichnet**, dass die Betankungseinrichtung (1) dazu ausgebildet ist, einen Strom des Mediums vor dem Betanken des Speicherbehälters (20) zum Abkühlen der Tankzuleitung (3) durch die Tankzuleitung (3) zu leiten und über eine von der Tankzuleitung (3) abzweigende Leitung (5) der Betankungseinrichtung (1) aus der Tankzuleitung (3) abzuziehen.
8. Betankungseinrichtung gemäß Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Tankzuleitung (3) ein Betankungsventil (4) aufweist, das insbesondere als Eingangsventil einer Zapfsäule ausgebildet ist, wobei jene Leitung (5) stromauf des Betankungsventils (4) von der Tankzuleitung (3) abzweigt.
9. Betankungseinrichtung gemäß Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Leitung (5) dazu ausgebildet ist, jenen zum Kühlen der Tankzuleitung (3) verwendeten Strom des Mediums in das Versorgungsspeichersystem (2) zurückzuführen.
10. Betankungseinrichtung gemäß einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Leitung (5) ein Ventil (6) zum Absperren der Leitung (5) beim Betanken des Speicherbehälters (1) mit dem Medium aufweist.
11. Betankungseinrichtung gemäß einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen dem Versorgungsspeichersystem (2) und dem Abzweig der besagten Leitung (5) eine Kühlvorrichtung (7) an der Tankzuleitung (3) vorgesehen ist, die dazu ausgebildet ist, das Medium zu kühlen.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Figur 1

