

(19)



(11)

EP 4 506 615 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
12.02.2025 Patentblatt 2025/07

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F17C 13/10^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23190588.6**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F17C 13/10; F17C 2201/056; F17C 2205/0326;
F17C 2205/0338; F17C 2221/012; F17C 2227/0323;
F17C 2227/0327; F17C 2227/0388;
F17C 2250/0439; F17C 2250/0478;
F17C 2250/0631; F17C 2260/032; F17C 2265/065;
F17C 2265/066; F17C 2270/0168; (Forts.)

(22) Anmeldetag: **09.08.2023**

(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 ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Otremba, Frank**
52223 Stolberg (DE)
• **Kratschun, Philipp**
6422 RK Heerlen (NL)

(74) Vertreter: **Heuking Kühn Lüer Wojtek PartGmbB**
Georg-Glock-Straße 4
40474 Düsseldorf (DE)

(71) Anmelder: **NPROXX B.V.**
6422 RK Heerlen (NL)

(54) **VERFAHREN ZUM BETRIEB EINER SYSTEMKOMPONENTE EINES GASSPEICHERSYSTEMS, SYSTEMKOMPONENTE EINES GASSPEICHERSYSTEMS, CONTROLLER UND FAHRZEUG**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer von einem Fluid durchströmten Komponente eines Speichersystems für das Fluid. Weiterhin betrifft die Erfindung eine von einem Fluid durchströmte Komponente eines Gasspeichersystems. Weiterhin betrifft die Erfindung einen Controller zur Steuerung der Systemkomponente sowie ein Fahrzeug mit einem Gasspeichersystem, das die von einem Fluid durchströmte Komponente aufweist, die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren betrieben wird. Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betrieb einer von einem Fluid durchströmten Komponente eines Fluidspeichersystems eines Fahrzeugs, wobei die von dem Fluid durchströmte Komponente beheizbar ist, ist dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung der Beheizung der von dem Fluid durchströmten Komponente situationsabhängig unter Einbeziehung einer Erwartung einer zukünftigen Situationsänderung erfolgt.

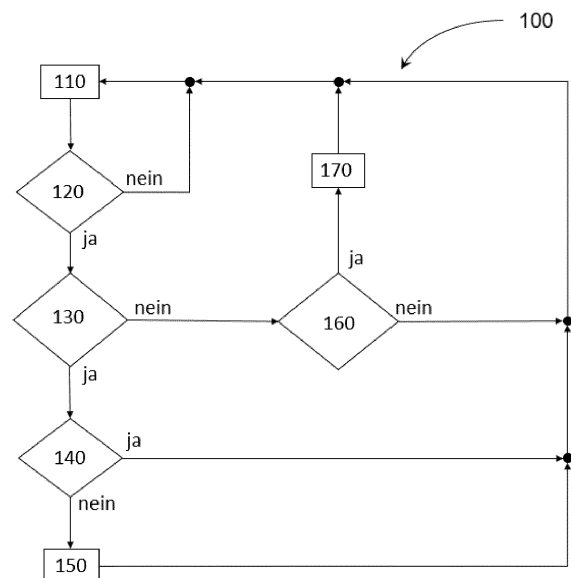


Fig. 1

EP 4 506 615 A1

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC): (Forts.)
F17C 2270/0173; F17C 2270/0189;
F17C 2270/0194

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft Verfahren zum Betrieb einer von einem Fluid durchströmbaren Komponente eines Speichersystems für das Fluid. Das Fluid kann flüssig oder gasförmig vorliegen. Die von dem Fluid durchströmbare Komponente kann dabei beispielsweise ein Ventil oder ein Druckminderer sein. Das Speichersystem kann beispielsweise einen Druckbehälter für ein gasförmiges Fluid, beispielsweise gasförmigen Wasserstoff, aufweisen. Die Komponente kann beispielsweise Bestandteil eines Befüll- und/oder Entnahmesystems eines solchen Druckbehälters sein. Weiterhin betrifft die Erfindung eine von einem Fluid durchströmbare Komponente eines Gasspeichersystems. Weiterhin betrifft die Erfindung einen Controller zur Steuerung der Systemkomponente sowie ein Fahrzeug mit einem Gasspeichersystem, das die von einem Fluid durchströmbare Komponente aufweist, die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren betrieben wird.

[0002] Der Markt für Druckbehälter, insbesondere für Druckbehälter, die mit Faserverbundmaterial, hier und im Folgenden mit FVM abgekürzt, verstärkt werden, wächst kontinuierlich. Die zunehmende Förderung von Erdgas und Fracking-Gas macht speziell in Ländern ohne entsprechendes Pipelinenetz eine Speicherung in Druckbehältern erforderlich. Hinzu kommt der Fahrzeugsektor, der stark an der Entwicklung von Brennstoffzellen-Fahrzeugen arbeitet, bei denen der Brennstoff in Form von gasförmigem Wasserstoff unter hohem Druck in Druckbehältern gespeichert werden soll. Hierbei sei nicht nur an Automobile, sondern auch an Schienen-, Luft- und Wasserfahrzeuge gedacht. Selbst bei Raumfahrzeugen ist eine Anwendung vorstellbar. Für den Transport der Druckbehälter sind leichte Druckbehälter gewünscht, weil ein Transport von Druckbehältern mit hohen Behältergewichten unnötig viel Energie verbraucht und daher zu hohe Transportkosten verursacht.

[0003] Gegenwärtig benutzte zylinderförmige faserverstärkte Druckbehälter besitzen eine Verstärkungsschicht aus FVM aus Fasern eingebettet in einem Matrixmaterial, die als Außenschicht mittels eines Wickelverfahrens auf einen Innenbehälter (den sogenannten Liner) des Druckbehälters, der als Wickelkern fungiert, aufgewickelt wird. Während der Innenbehälter beispielsweise die Gasdichtigkeit des Druckbehälters garantiert, verleiht die Verstärkungsschicht aus FVM dem Druckbehälter die notwendige mechanische Stabilität. Bei Druckbehältern des Typs 3 wird ein metallischer Innenbehälter (metallischer Liner) z.B. aus Aluminium oder Stahl eingesetzt, bei Druckbehältern des Typs 4 ist der nicht tragende Innenbehälter (Liner) aus einem Kunststoff gefertigt. Die Kunststoffliner werden üblicherweise durch Blasformen, Rotomoulding oder Schweißen einzelner Komponenten hergestellt. Die üblicherweise eingesetzten Materialien sind wegen der Herstellverfahren Thermoplaste wie beispielsweise Polyamide, oder Polyethylene, insbesondere Polyethylen hoher Dichte.

[0004] Ein metallischer Boss dient der Möglichkeit des Anschlusses eines Ventils für die Befüllung und/oder Entnahme des Gases oder als Endteil eines Typ4 Behälters und kann dann als geschlossener Boss ausgeführt werden. Der Boss ist in seinem Außendurchmesser deutlich kleiner als der Außendurchmesser des Liners.

[0005] Die Druckbehälter müssen einem sehr hohen Innendruck standhalten. Gegenwärtig werden beispielsweise Wasserstofftanks von Automobilen mit einem Druck von ca. 700 bar betankt. Insbesondere dürfen die Druckbehälter auch im Crashfall nicht bersten. Daher werden solche Druckbehälter mit einem zylindrischen Mittelteil, das beidseitig mit sogenannten Polkappen verschlossen ist, konstruiert. Zylindrisches Mittelteil und Polkappen werden mit einem FVM als Verstärkungsschicht überwickelt. Beispielsweise wird die Verstärkungsschicht im Filament Winding Verfahren hergestellt, mit dem die Druckbehälter in einem Arbeitsgang gewickelt werden. Mit anderen Worten werden in einem Arbeitsgang die Fasern in Umfangs- und Kreuzlagen oder Helixlagen auf den Kunststoffliner aufgewickelt.

[0006] Da einerseits die Drücke in einem gattungsgemäßen Druckbehälter wie zuvor beschrieben sehr hoch sein können und entsprechende Füll- oder Entnahmentile gegen diesen Druck öffnen können müssen und andererseits der für den Einbau zur Verfügung stehende Platz im Boss sehr stark begrenzt ist, können keine Ventile mit entsprechend großen Spulen für die Aufbringung der benötigten Öffnungskraft verwendet werden. Üblicherweise werden daher Vorsteuerventile eingesetzt. Ein Vorsteuerventil arbeitet dabei nach dem Differenzdruck- bzw. Servoprinzip und nutzt den Druck des Mediums zum Öffnen und Schließen des Ventilsitzes aus. Das Vorsteuersystem wirkt als Verstärker, so dass mit einem Magneten mit relativ kleiner Spule und damit geringer Kraft Fluide mit großen Volumenströmen bei höheren Drücken gesteuert werden können. Im Fall der zuvor bereits beschriebenen Druckbehälter für Wasserstoff betragen die Strömungsquerschnitte für das Gas im Vorsteuerventil üblicherweise weniger als 0,1 mm², im Hauptventil zwischen ca. 2 mm² und 3 mm². Ist in dem Gas, mit dem der Druckbehälter befüllt werden soll beziehungsweise mit dem der Druckbehälter gefüllt ist, auch nur eine geringe Menge Wasser enthalten, so besteht das Risiko, dass dieses Wasser in diesen kleinen Querschnitten bei entsprechend niedrigen Temperaturen sublimiert und damit die Ventilsteuerung erschwert oder sogar unmöglich macht. In Wasserstoff ist dabei immer eine gewisse Restmenge Wasser enthalten.

[0007] Bei der Abschätzung der Gastemperatur in diesen geringen Querschnitten ist zu bedenken, dass bei der Expansion eines Gases innere Energie in Volumenarbeit gewandelt wird, wobei die Temperatur des expandierenden Gases sinkt. Ebenso verhält es sich bei der Überführung des Fluids von dem flüssigen in den gasförmigen Zustand durch Expansion. So können bei der Befüllung beziehungsweise Gasentnahme auch bei gemäßigter Umgebungstemperatur über dem Gefrierpunkt

kritisch niedrige Temperaturen entstehen. Insbesondere bei einer Umgebungstemperatur von deutlich unter dem Gefrierpunkt werden kritische Gastemperaturen leicht erreicht. Beispielsweise wird bei der Wasserstoffentnahme aus einem Druckbehälter in einem wasserstoffbetriebenen Fahrzeug bei einer Umgebungstemperatur von -30°C leicht eine Wasserstofftemperatur von -60°C und weniger erreicht.

[0008] Aus der US 9 851 020 B2 ist ein Ventil mit einem Körper mit einem Einlass an einem ersten Ende des Körpers und einem Auslass an einem zweiten Ende des Körpers bekannt. Ein erstes elektrisches Widerstandsheizelement ist im Einlass angeordnet und erwärmt eine erste Fluidquelle auf eine Temperatur über 0°C. Ein zweites elektrisches Widerstandsheizelement befindet sich im Auslass und erwärmt eine zweite Fluidquelle auf eine Temperatur über 0 °C.

[0009] Aus der DE 10 2007 041 882 B4 ist ein beheiztes Auslassventil für einen Wasserstoffspeichertank bekannt. Der Wasserstoffspeichertank weist einen zylindrischen Adapter und ein Ventil auf, durch das der Wasserstoff aus dem Tank entnehmbar ist. In dem Tank ist ein Generator positioniert, der ein Rotationselement besitzt, das in einem durch den Adapter verlaufenden Kanal positioniert ist. Wenn Wasserstoff von dem Tank entnommen wird, bewirkt der Massenstrom des Wasserstoffs, dass das Rotationselement rotiert, was zur Folge hat, dass der Generator Elektrizität erzeugt. Ein oder mehrere Widerstandsheizelemente sind in dem Adapter bevorzugt neben den Tankdichtungen positioniert, die einen elektrischen Strom von dem Generator aufnehmen, der das Widerstandsheizelement und den Adapter heizt, um die Temperatur des Adapters und des von dem Tank entnommenen Wasserstoffs zu erhöhen.

[0010] Aus der DE 10 2005 049 253 B4 ist ein wärmeempfindliches Ablassventil für einen Tieftemperaturtank bekannt. Der Tieftemperaturtank ist dazu vorgesehen, flüssigen Wasserstoff zu speichern. Bei einer Ausführungsform umfasst das Tieftemperaturventil eine Ventilplatte, die durch eine Feder an einem Ventilkörper befestigt ist. Die Feder drückt die Ventilplatte gegen einen Ventilsitz, um zu verhindern, dass Wasserstoff durch das Tieftemperaturventil strömen kann, wenn sich das Ventil in einer geschlossenen Stellung befindet. Eine Widerstandsheizvorrichtung ist neben der Ventilplatte positioniert. Ein an die Heizvorrichtung angelegter elektrischer Strom bewirkt, dass sich die Vorrichtung ausdehnt, was die Vorrichtung gegen die Ventilplatte und gegen die Vorspannung der Feder drückt, um die Ventilplatte von dem Ventilsitz weg zu bewegen und zu ermöglichen, dass Wasserstoff hindurchströmen kann. Das Tieftemperaturventil kann so ausgebildet sein, dass die Heizvorrichtung in keinen direkten Kontakt mit dem Wasserstoff kommt.

[0011] Nachteilig bei den im Stand der Technik verwendeten Widerstandsheizelementen ist deren großer Stromverbrauch sowie der benötigte große Bauraum.

[0012] Insbesondere, da auch Nutzfahrzeuge in hohen

nördlichen oder südlichen Breiten mit Wasserstoff betrieben werden sollen, ist eine Sicherstellung des Betriebs des Befüll- und/oder Entnahmesystems eines gattungsgemäßen Druckbehälters überaus wünschenswert, insbesondere wenn dies mit relativ geringem Aufwand erreichbar ist.

[0013] Dabei sollte ein möglichst sparsamer Betrieb gewährleistet sowie der benötigte Platzbedarf möglichst gering sein.

[0014] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Betrieb einer beheizbaren von einem Fluid durchströmten Komponente, insbesondere eines beheizbaren Befüll- und/oder Entnahmeventils eines Fluidspeichersystems eines Fahrzeugs, anzugeben, mit dem der Stand der Technik verbessert oder ihm eine Alternative zur Seite gestellt wird. Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht in der Angabe einer beheizbaren von einem Fluid durchströmten Komponente, insbesondere eines beheizbaren Befüll- und/oder Entnahmeventils eines Fluidspeichersystems. Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht in der Angabe eines Fahrzeugs mit einem Fluidspeichersystem, das mit dem erfindungsgemäßen Verfahren betreibbar ist.

[0015] Die erste Aufgabe der Erfindung wird mit einem Verfahren gemäß dem unabhängigen Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterentwicklungen des Verfahrens ergeben sich aus den Ansprüchen 2 bis 10. Die zweite Aufgabe der Erfindung wird mit einer Vorrichtung gemäß dem nebengeordneten Anspruch 11 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Vorrichtung ergeben sich aus den Ansprüchen 12 bis 14. Die dritte Aufgabe der Erfindung wird von einem Controller gemäß Anspruch 15 gelöst, während die letzte Aufgabe der Erfindung von einem Fahrzeug gemäß Anspruch 16 gelöst wird.

[0016] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betrieb einer von einem Fluid durchströmten Komponente eines Fluidspeichersystems eines Fahrzeugs, wobei die von dem Fluid durchströmten Komponente beheizbar ist, ist dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung der Beheizung der von dem Fluid durchströmten Komponente situationsabhängig erfolgt.

[0017] Begrifflich sei dazu erläutert:

Unter einer **durchströmten Komponente eines Fluidspeichersystems** werden alle Komponenten eines Fluidspeichersystems verstanden, durch die das Fluid hindurch strömen kann. Solche Komponenten können beispielsweise Ventile oder Druckminderer sein.

[0018] Unter einem **Fahrzeug** wird hier jede Vorrichtung verstanden, Güter oder Personen von einem Ort zu einem anderen transportieren kann. Insbesondere fallen Personenkraftwagen oder Nutzfahrzeuge, wie zum Beispiel Lastkraftwagen oder Arbeitsmaschinen wie beispielsweise Bagger, Schienenfahrzeuge oder auch Luft- oder Raumfahrzeuge unter dem Begriff.

[0019] Unter einem **Fluidspeichersystem** wird ein mehrere Komponenten aufweisendes System verstanden, das in der Lage ist, ein Fluid, insbesondere ein gasförmiges Fluid, zu speichern. Das Fluid kann dabei

insbesondere unter hohem Druck, d.h. einem Druck, der deutlich höher als der Umgebungsdruck, gespeichert sein. Eine Kernkomponente eines solchen Fluid Speichersystems ist daher ein Druckbehälter.

[0020] Unter **beheizbar bzw. Beheizung** wird hier verstanden, dass die von einem Fluid durchströmbar Komponente derart in ihrer Temperatur verändert, insbesondere erwärmt, wird, dass eine Eiskristallbildung in dem durchströmenden Fluid verhindert wird. Da eine Eiskristallbildung im kleinsten Strömungsquerschnitt der durchströmbar Komponente beginnen wird, ist unter den begriffen **beheizbar bzw. Beheizung** insbesondere eine Temperaturänderung, insbesondere Erwärmung, des kleinsten Strömungsquerschnitts zu verstehen.

[0021] Unter **Steuerung** wird hier die Beeinflussung des Verhaltens eines Systems verstanden. Insbesondere wird der Begriff Steuerung als Oberbegriff verstanden und bezeichnet eine Steuerung im engeren Sinne, d.h. eine Beeinflussung des Verhaltens eines Systems ohne dass ein Zustand erfasst und zurückgeführt wird, sowie eine Regelung, bei der eine Beeinflussung des Verhaltens eines Systems unter Erfassung und Zurückführung eines Zustands, so dass Zustandsänderungen des Systems durch Störungen entgegengewirkt werden können.

[0022] Unter **situationsabhängig** wird hier verstanden, dass die Beheizung durch eine bestimmte Situation gestartet, aufrechterhalten und/oder beendet wird. Die Situation kann sich durch eine bestimmte Umgebungstemperatur, eine bestimmte Fahrstrecke, bestimmten Wetterereignissen, o.ä. auszeichnen, wobei die Situation aktuell vorliegen kann oder für einen zukünftigen Zeitpunkt erwartet wird. Zur Situationsbestimmung können Informationen über den aktuellen Ort des Fahrzeugs, den zukünftigen Ort des Fahrzeugs, d.h. die geplante Fahrstrecke, aktuelle und/oder zukünftige Zeitdaten, d.h. Datum und Uhrzeit, genutzt werden. Zur Gewinnung dieser Informationen können GPS- und/oder Telemetriedaten, Daten aus einer Navigationssoftware und/oder aus einem Fahrplan, usw. dienen.

[0023] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es möglich, die Bildung von Eiskristallen in dem Fluid zu minimieren oder sogar zu verhindern, insbesondere wenn das Fahrzeug aus einer unkritischen Situation in eine kritische Situation gerät. Eine unkritische Situation zeichnet sich dabei durch eine Umgebungstemperatur bzw. eine Temperatur an kritischen Komponenten aus, bei der die Bildung von Eiskristallen sehr unwahrscheinlich ist. Als kritisch ist eine Situation zu bewerten, bei der im Gegensatz dazu die Bildung von Eiskristallen in dem Fluid wahrscheinlich ist. Beispielsweise nimmt die Wahrscheinlichkeit der Bildung von Eiskristallen in Wasserstoff mit tiefen Temperaturen, insbesondere bei Umgebungstemperaturen von -20° und darunter signifikant zu. Dabei ist es insbesondere bei einer schnellen Änderung der Situation hin zu einem kritischen Zustand von Vorteil, wenn die Beheizung der von dem Fluid durchströmbar Komponente bereits frühzeitig gestartet wird, bevor die

Situation kritisch wird. Andernfalls müsste eine große Heizleistung eingebaut werden, die gewährleisten kann, dass die bereits kritische beziehungsweise überkritische Temperatur sehr schnell wieder über die kritische Schwelle gehoben wird. Gegenüber einer konstanten, situationsunabhängigen Beheizung der von dem Fluid durchströmbar Komponente ist mit dem erfindungsgemäßen Verfahren der Energieverbrauch minimiert.

[0024] Als weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens kann vermerkt werden, dass in der von dem Fluid durchströmbar Komponente üblicherweise Weichdichtungen verbaut sind, die ihre Elastizität bei tiefen Temperaturen verlieren können, mit dem erfindungsgemäßen Verfahren aber mit beheizt werden, wenn eine kritische Situation droht und so ihrer Dichtfunktion besser gerecht werden.

[0025] Aus den zuvor beschriebenen Platzgründen werden beispielsweise bei Druckbehältern für Wasserstoff oft Vorsteuerventile eingesetzt. Dabei betragen die Strömungsquerschnitte für das Gas im Vorsteuerventil üblicherweise weniger als 1 mm². In den verwendeten Gasen, insbesondere auch in Wasserstoff, lässt sich das Vorhandensein von geringen Mengen von Restwasser nicht, beziehungsweise nicht mit vertretbarem Aufwand, verhindern. Damit besteht das Risiko, dass dieses Wasser in den kleinen Querschnitten bei entsprechend niedrigen Temperaturen sublimiert und die Funktionen der von dem Fluid durchströmbar Komponente, beispielsweise eine Ventilbewegung, erschwert oder sogar unmöglich macht. Durch die Beheizung der von dem Fluid durchströmbar Komponente kann die Eiskristallbildung verhindert werden.

[0026] In einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt die Steuerung der Beheizung der von dem Fluid durchströmbar Komponente situationsabhängig unter Einbeziehung einer Erwartung einer zukünftigen Situationsänderung. Durch die Einbeziehung der Erwartung einer zukünftigen Situationsänderung kann insbesondere bei einer schnellen Änderung der Situation hin zu einem kritischen Zustand die Beheizung der von dem Fluid durchströmbar Komponente frühzeitiger gestartet werden und so noch besser verhindert werden, dass die Situation kritisch wird.

[0027] In einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Beheizung der von dem Fluid durchströmbar Komponente verändert, wenn eine zukünftige Situationsänderung eine Unterschreitung einer zulässigen Temperatur Eiskristallbildung in dem die durchströmbar Komponente durchströmenden Fluids erwarten lässt. Dabei kann bei Unterschreitung einer zulässigen Temperatur beispielsweise eine Eiskristallbildung stattfinden oder ein Dichtwerkstoff beispielsweise an Boss/OTV oder einer anderen Komponente seine Eigenschaften in unzulässiger oder unerwünschter Weise verändern. Ein Fahrzeug kann beispielsweise schnell aus einer unkritischen Situation in eine kritische Situation geraten. Beispielsweise kann ein Fahrzeug, das zwar bei kalten, aber noch unkritischen

Umgebungstemperaturen bewegt wird, durch die Routenführung eine Steigung herauffahren, wobei die Umgebungstemperatur sinken kann. Es ist dann vorteilhaft, wenn die Beheizung der von dem Fluid durchströmbar Komponente bereits startet, bevor die Situation kritisch wird, d.h. die Umgebungstemperatur in den kritischen Bereich fällt. Durch die Einbeziehung einer Erwartung einer zukünftigen Situationsänderung kann nun die Beheizung der von dem Fluid durchströmbar Komponente entsprechend früh gestartet werden, so dass das Entstehen von einer kritischen Temperatur in dem durchströmenden Fluid vermieden wird.

[0028] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform wird eine zukünftige Situationsänderung über Temperaturdaten und/oder GPS-Daten abgeschätzt.

[0029] Unter **GPS-Daten** werden hier Daten zum aktuellen Ort verstanden. So kann über die Kenntnis der aktuellen GPS-Daten damit des aktuellen Ortes eines Fahrzeugs bereits eine zukünftige Situationsänderung abgeschätzt werden.

[0030] Weiterhin hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn eine zukünftige Situationsänderung zusätzlich über Daten aus einer Navigationssoftware abgeschätzt wird.

[0031] Unter einer **Navigationssoftware** wird hier ein auf einem Computer lauffähiges Programm verstanden, dass eine Route zu einem eingegebenen Ziel unter Berücksichtigung des aktuellen Standorts berechnet. Für die Berechnung können weitere Parameter, beispielsweise fahrzeugspezifische Parameter wie Fahrzeuggewicht oder andere Fahrzeugeigenschaften, die Auswirkungen auf die zu berechnende Route haben können, berücksichtigt werden.

[0032] Damit können beispielsweise Steigungen auf der weiteren Route erkannt werden und somit auf die Gefahr des Entstehens einer kritischen Situation geschlossen werden, so dass die Beheizung der von dem Fluid durchströmbar Komponente frühzeitig gestartet werden kann.

[0033] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform wird die Temperatur der von dem Fluid durchströmbar Komponente und/oder des durchströmenden Fluids erfasst. Insbesondere hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn die Temperatur der von dem Fluid durchströmbar Komponente und/oder des durchströmenden Fluids an dem kleinsten Strömungsquerschnitt erfasst wird und diese Temperatur zur Regelung der Beheizung der von dem Fluid durchströmbar Komponente benutzt wird, da an dieser Stelle die Gefahr von Eiskristallbildung am größten ist.

[0034] Dabei wird unter **erfassen** nicht nur ein Messen, sondern auch ein prognostizieren verstanden. Die Temperaturen an kritischen Stellen lassen sich in der Regel nicht am Ort messen, sondern können mit Modellen und oder Tabellen aus an erreichbaren Stellen aufgenommenen Messwerten prognostiziert werden. In die Modelle müssen relevante physikalische Effekt, wie beispielsweise Strömungswiderstände, expansionsbeding-

te Abkühlungen, etc., eingehen.

[0035] Die Beheizung kann beispielsweise elektrisch, beispielsweise über eine Widerstandsheizung, wie beispielsweise eine Heizpatrone oder ein Heizkissen, oder auch durch Induktion erfolgen.

[0036] In einer vorteilhaften Ausführungsform wird für die Beheizung der von dem Fluid durchströmbar Komponente Prozessabwärme genutzt, wobei es sich als besonders vorteilhaft erwiesen hat, wenn die Prozessabwärme aus einem Energieumwandlungsprozess stammt.

[0037] Unter einem **Energieumwandlungsprozess** wird hier ein Prozess verstanden, bei dem eine Energieform in eine andere Energieform umgewandelt wird. Beispielsweise ist der Verbrennungsprozess in einem Verbrennermotor ein solcher Energieumwandlungsprozess, bei dem chemische Energie aus einem Brennstoff, beispielsweise Wasserstoff, in kinetische Energie, beispielsweise für den Antrieb eines Fahrzeugs, umgewandelt wird. Auch die sogenannte kalte Verbrennung, bei der die chemische Energie von Wasserstoff in einer Brennstoffzelle in elektrische Energie umgewandelt wird, ist ein solcher Energieumwandlungsprozess. Diese Prozesse laufen exotherm ab, wobei Wärme frei wird, die hier als **Prozessabwärme** bezeichnet wird.

[0038] Somit kann Energie für die Beheizung der von dem Fluid durchströmbar Komponente genutzt werden, die bei der Energieumwandlung für den Antrieb eines Fahrzeugs andernfalls als Prozessabwärme ungenutzt in die Umgebung abgegeben würde.

[0039] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform stammt die Prozessabwärme aus einer elektromagnetischen Spule, die für den Antrieb eines elektromagnetischen Ventils der von einem Fluid durchströmbar Komponente eingesetzt wird, insbesondere für den Antrieb eines Kolbens eines Vorsteuerventils. Die Spule kann entsprechend anders dimensioniert, beispielsweise überdimensioniert sein, das heißt größer dimensioniert sein, als für den Ventilantrieb erforderlich wäre, so dass sie mehr Prozessabwärme produziert. Hierdurch können andernfalls eventuell erforderliche Maßnahmen zum Transport der erforderlichen Wärmeenergie in den Bereich des geringsten Strömungsquerschnitts des durchströmenden Fluids entfallen.

[0040] In einer alternativen oder kumulativen Ausführungsform wird die Prozesswärme über ein Wärmeträgerfluid zu der von einem Fluid durchströmbar Komponente transportiert. Dabei kann die Prozesswärme aus einem Energieumwandlungsprozess stammen. Als Wärmeträgerfluid kann beispielsweise Wasser, Öl, oder auch ein Gas, beispielsweise auch Luft, dienen.

[0041] Eine erfindungsgemäße beheizbare von einem Fluid durchströmbar Komponente eines Fluidspeichersystems eines Fahrzeugs ist dadurch gekennzeichnet, dass die von einem Fluid durchströmbar Komponente dazu vorgesehen ist, durch Prozessabwärme beheizt zu werden, wobei die von einem Fluid durchströmbar Komponente über Wärmeleitung beheizbar ist.

[0042] In einer Ausführungsform weist die von einem Fluid durchströmbare Komponente einen Temperierkanal auf, durch den ein Wärmeträgerfluid leitbar ist.

[0043] Als besonders vorteilhaft hat es sich erwiesen, wenn der Temperierkanal derart positioniert ist, dass der geringste, von dem Fluid durchströmbare Querschnitt temperierbar ist.

[0044] Der geringste, von dem Fluid durchströmbare Querschnitt liegt üblicherweise im Vorsteuerventilkreis, wobei bei Ventilen in Druckbehältern für Wasserstoff die Strömungsquerschnitte für das Gas im Vorsteuerventil üblicherweise weniger als 1 mm², im Hauptventil zwischen ca. 2 mm² und 3 mm² betragen. Das Risiko einer Eiskristallbildung ist also im Vorsteuerkreis besonders groß, so dass hier eine Beheizung besonders vorteilhaft ist. Hierfür kann ein beispielsweise von einem Kühlkreislauf eines Verbrennermotors oder einer Brennstoffzelle aufgeheiztes Wärmeträgerfluid, z.B. Wasser oder ein Wärmeträgeröl, durch einen Temperierkanal, der möglichst nah an dem geringsten, von dem Fluid durchströmbaren Querschnitt angeordnet ist, geleitet werden.

[0045] In einer alternativen oder kumulativen Ausführungsform weist die von einem Fluid durchströmbare Komponente ein Magnetventil mit einer Spule und einem Anker auf, wobei von der Spule im Betrieb produzierte Prozessabwärme über den Anker derart in die von einem Fluid durchströmbare Komponente eintragbar ist, dass der geringste, von dem Fluid durchströmbare Querschnitt temperierbar ist. Die Spule kann größer dimensioniert sein, als für den Ventilantrieb erforderlich wäre, so dass sie mehr Prozessabwärme produziert. Hierdurch können andernfalls eventuell erforderliche weitere Maßnahmen zum Transport der erforderlichen Wärmeenergie in den Bereich des geringsten Strömungsquerschnitts des durchströmenden Fluids entfallen. Der Anker eines elektromagnetisch angetriebenen Ventils kann wärmeleitend, insbesondere einstückig, mit dem Steuerkolben des Vorsteuerventils verbunden sein, so dass die Prozessabwärme der Antriebsspule unmittelbar zu dem geringsten, von dem Fluid durchströmbaren Querschnitt geleitet wird.

[0046] Ein erfindungsgemäßer Controller zur Steuerung einer Beheizung der von dem Fluid durchströmbaren Komponente ist dazu vorgesehen, eine Beheizung der von dem Fluid durchströmbaren Komponente situationsabhängig unter Einbeziehung einer Erwartung einer zukünftigen Situationsänderung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10 zu steuern. Unter einem **Controller** wird dabei eine Vorrichtung verstanden, die die Steuerung der Beheizung der von dem Fluid durchströmbaren Komponente situationsabhängig unter Einbeziehung einer Erwartung einer zukünftigen Situationsänderung ausführt. Dazu können Parameter, wie beispielsweise aktuelle Temperaturen, GPS-Daten der aktuellen Fahrzeugposition, Daten aus einem Navigationsprogramm, o.ä., dem Controller zur Verfügung gestellt werden. Weiterhin kann der Controller Zugriff auf Daten haben, die eine kritische Situation repräsentieren, insbesondere können solche

Daten Temperaturschwellen enthalten.

[0047] Ein erfindungsgemäßes Fahrzeug weist ein Fluidspeichersystem mit einer beheizbaren von einem Fluid durchströmbaren Komponente auf, wobei die von einem Fluid durchströmbare Komponente dazu vorgesehen ist, durch Prozessabwärme beheizt zu werden, wobei die von einem Fluid durchströmbare Komponente über Wärmeleitung beheizbar ist, wobei das Fahrzeug weiterhin einen erfindungsgemäßen Controller aufweist.

[0048] Weitere Vorteile, Besonderheiten und zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Darstellung bevorzugter Ausführungsbeispiele anhand der Abbildungen.

[0049] Es zeigt:

Fig. 1 das erfindungsgemäße Verfahren in einem schematischen Ablaufdiagramm.

[0050] **Fig. 1** zeigt das erfindungsgemäße Verfahren 100 für ein Fahrzeug in einem schematischen Ablaufdiagramm. Die Verfahrensschritte 110, 120, 130, 140, 150 laufen dabei in dem erfindungsgemäßen Controller 300 ab. In Schritt 110 erfolgt eine Datenabfrage bezüglich der Ist-Temperatur der Umgebung des Fahrzeugs, der Temperaturen des Gases und der Komponenten, ggf. auf Basis von Modellannahmen, des weiteren geplanten Streckenverlaufs und der Wettervorhersage, insbesondere der vorhergesagten Lufttemperaturen im weiteren geplanten Streckenverlauf. Dabei kann die Ist-Temperatur der Umgebung des Fahrzeugs aus einem fahrzeugseitigen Temperatursensor abgefragt werden. Die Wettervorhersage kann aus entsprechenden Datenbanken abgefragt werden, wobei diese Abfrage online, beispielsweise über das Internet, oder offline, beispielsweise aus vor Fahrtantritt in den Controller 300 eingespeisten Wettervorhersagedaten, erfolgen. Der weitere geplante Lastverlauf, in dem neben dem Streckenverlauf auch Geschwindigkeitsbegrenzungen, Stauprognosen etc. eingehen können, kann aus einer Navigationssoftware abgefragt werden. In Schritt 120 erfolgt die Verarbeitung der Daten aus der vorherigen Abfrage. Dabei wird die Entscheidung getroffen, ob die erfassten Daten eine Situationsänderung wahrscheinlich erscheinen lassen. Ist keine Situationsänderung zu erwarten, startet das Verfahren erneut mit Schritt 110. Wird dagegen eine Situationsänderung als wahrscheinlich erkannt, wird in Schritt 130 die Entscheidung getroffen, dass die Situationsänderung es als wahrscheinlich erscheinen lässt, dass die Temperaturen an relevanten Bauteilpositionen in einem Bereich verbleiben oder sich in einen Bereich verändern, der als kritisch anzusehen ist, wird in Schritt 140 geprüft, ob die Beheizung der von einem Fluid durchströmbaren Komponente 200 aktiv ist. Falls nein, wird in Schritt 150 die Beheizung der von einem Fluid durchströmbaren Komponente 200 eingeschaltet und anschließend zum erneuten Verfahrensstart zu Schritt 110 gesprungen. Ist die Beheizung der von einem Fluid durchströmbaren Komponente 200 bereits aktiv, wird von Schritt 140 unmittelbar zum erneuten Verfahrens-

start zu Schritt 110 gesprungen.

[0051] Beispielsweise könnte die Auswertung des weiteren geplanten Streckenverlaufs in Schritt 130 ergeben, dass die Strecke in naher Zukunft stark ansteigt, wobei sich aus den Wettervorhersagedaten ergibt, dass im Verlauf der weiteren geplanten Strecke die Lufttemperatur stark abnimmt, so dass die Gefahr der Eiskristallbildung in der von einem Fluid durchströmten Komponente 200 stark zunimmt. Lautet also die Entscheidung, dass eine Situationsänderung in Richtung kritisch wahrscheinlich erscheint, wird in Schritt 150 die Beheizung der von einem Fluid durchströmbaren Komponente 200 gestartet.

[0052] Wird in Schritt 130 die Entscheidung getroffen, dass die Situationsänderung es als wahrscheinlich erscheinen lässt, dass die Temperaturen an relevanten Bauteilpositionen in einem Bereich verbleiben oder sich in einen Bereich verändern, der als unkritisch anzusehen ist, wird in Schritt 160 geprüft, ob die Beheizung der von einem Fluid durchströmbaren Komponente 200 aktiv ist. Falls nein, wird in Schritt 170 die Beheizung der von einem Fluid durchströmbaren Komponente 200 gestoppt und anschließend zum erneuten Verfahrensstart zu Schritt 110 gesprungen. Ist die Beheizung der von einem Fluid durchströmbaren Komponente 200 bereits deaktiviert, wird von Schritt 140 unmittelbar zum erneuten Verfahrensstart zu Schritt 110 gesprungen.

[0053] Die hier gezeigten Ausführungsformen stellen nur Beispiele dar und dürfen daher nicht einschränkend verstanden werden. Alternative durch den Fachmann in Erwägung gezogene Ausführungsformen sind gleichermaßen vom Schutzbereich der vorliegenden Erfindung umfasst.

Bezugszeichenliste:

[0054]

100	Verfahren
110	Datenabfrage
120	Datenverarbeitung, Entscheidung, ob Daten eine Situationsänderung wahrscheinlich erscheinen lassen
130	Datenverarbeitung, Entscheidung, ob Temperaturen an den relevanten Bauteilpositionen wahrscheinlich kritisch bleiben oder werden
140	Entscheidung, ob die Heizung angeschaltet ist
150	Einschalten Heizung
160	Entscheidung, ob die Heizung angeschaltet ist
170	Ausschalten der Heizung
200	von einem Fluid durchströmbare Komponente
300	Controller

Patentansprüche

1. Verfahren (100) zum Betrieb einer von einem Fluid durchströmbaren Komponente (200) eines Fluidspeichersystems eines Fahrzeugs, wobei die von

dem Fluid durchströmbaren Komponente (200) beheizbar ist,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Steuerung der Beheizung der von dem Fluid durchströmbaren Komponente (200) situationsabhängig erfolgt.

2. Verfahren (100) gemäß Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Steuerung der Beheizung der von dem Fluid durchströmbaren Komponente (200) unter Einbeziehung einer Erwartung einer zukünftigen Situationsänderung erfolgt.

3. Verfahren (100) gemäß einem der vorherigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Beheizung der von dem Fluid durchströmbaren Komponente (200) verändert (150, 170) wird, wenn eine zukünftige Situationsänderung das Unterschreiten einer zulässigen Temperatur in dem die durchströmbare Komponente (200) durchströmenden Fluids erwarten lässt

4. Verfahren (100) gemäß einem der vorherigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass eine zukünftige Situationsänderung über Temperaturdaten und/oder GPS-Daten abgeschätzt wird.

5. Verfahren (100) gemäß Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet,

dass eine zukünftige Situationsänderung zusätzlich über Daten aus einer Navigationssoftware abgeschätzt wird.

6. Verfahren (100) gemäß einem der vorherigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Temperatur der von dem Fluid durchströmbaren Komponente (200) und/oder des durchströmenden Fluids erfasst wird, insbesondere an dem kleinsten Strömungsquerschnitt, und diese Temperatur zur Steuerung der Beheizung der von dem Fluid durchströmbaren Komponente benutzt wird.

7. Verfahren (100) gemäß einem der vorherigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass für die Beheizung der von einem Fluid durchströmbaren Komponente (200) Prozessabwärme genutzt wird.

8. Verfahren (100) gemäß Anspruch 7,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Prozessabwärme aus einem Energieumwandlungsprozess stammt.

9. Verfahren (100) gemäß Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Prozessabwärme aus einer elektromagnetischen Spule stammt, die für den Antrieb eines elektromagnetischen Ventils der von einem Fluid durchströmbaren Komponente (200) eingesetzt wird. 5
10. Verfahren (100) gemäß Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die elektromagnetische Spule anders dimensioniert ist als für den Antrieb des elektromagnetischen Ventils der von einem Fluid durchströmbaren Komponente (200) erforderlich ist. 10
11. Verfahren (100) gemäß einem der Ansprüche 7 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Prozessabwärme über ein Wärmeträgerfluid zu der von einem Fluid durchströmbaren Komponente (200) transportiert wird. 20
12. Beheizbare von einem Fluid durchströmbare Komponente (200) eines Fluidspeichersystems eines Fahrzeugs,
dadurch gekennzeichnet,
dass die von einem Fluid durchströmbare Komponente (200) dazu vorgesehen ist, durch Prozessabwärme beheizt zu werden, wobei die von einem Fluid durchströmbare Komponente (200) über Wärmeleitung beheizbar ist. 25 30
13. Beheizbare von einem Fluid durchströmbare Komponente (200) eines Fluidspeichersystems eines Fahrzeugs gemäß Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass die von einem Fluid durchströmbare Komponente (200) einen Temperierkanal aufweist, durch den ein Wärmeträgerfluid leitbar ist. 35 40
14. Beheizbare von einem Fluid durchströmbare Komponente (200) eines Fluidspeichersystems eines Fahrzeugs gemäß Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Temperierkanal derart positioniert ist, dass der geringste, von dem Fluid durchströmbare Querschnitt temperierbar ist. 45
15. Beheizbare von einem Fluid durchströmbare Komponente (200) eines Fluidspeichersystems eines Fahrzeugs gemäß einem der Ansprüche 12 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass die von einem Fluid durchströmbare Komponente (200) ein Magnetventil mit einer Spule und einem Anker aufweist, wobei von der Spule im Betrieb produzierte Prozessabwärme über den Anker derart in die von einem Fluid durchströmbare Komponente (200) eintragbar ist, dass der geringste, von 50 55
- dem Fluid durchströmbare Querschnitt temperierbar ist.
16. Controller (300) zur Steuerung einer Beheizung der von dem Fluid durchströmbaren Komponente (200),
dadurch gekennzeichnet,
dass der Controller (300) dazu vorgesehen ist, eine Beheizung der von dem Fluid durchströmbaren Komponente (200) situationsabhängig unter Einbeziehung einer Erwartung einer zukünftigen Situationsänderung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11 zu steuern.
17. Fahrzeug,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Fahrzeug ein Fluidspeichersystem mit einer beheizbaren von einem Fluid durchströmbare Komponente (200) gemäß einem der Ansprüche 12 bis 15 und einen Controller (300) gemäß Anspruch 16 aufweist.

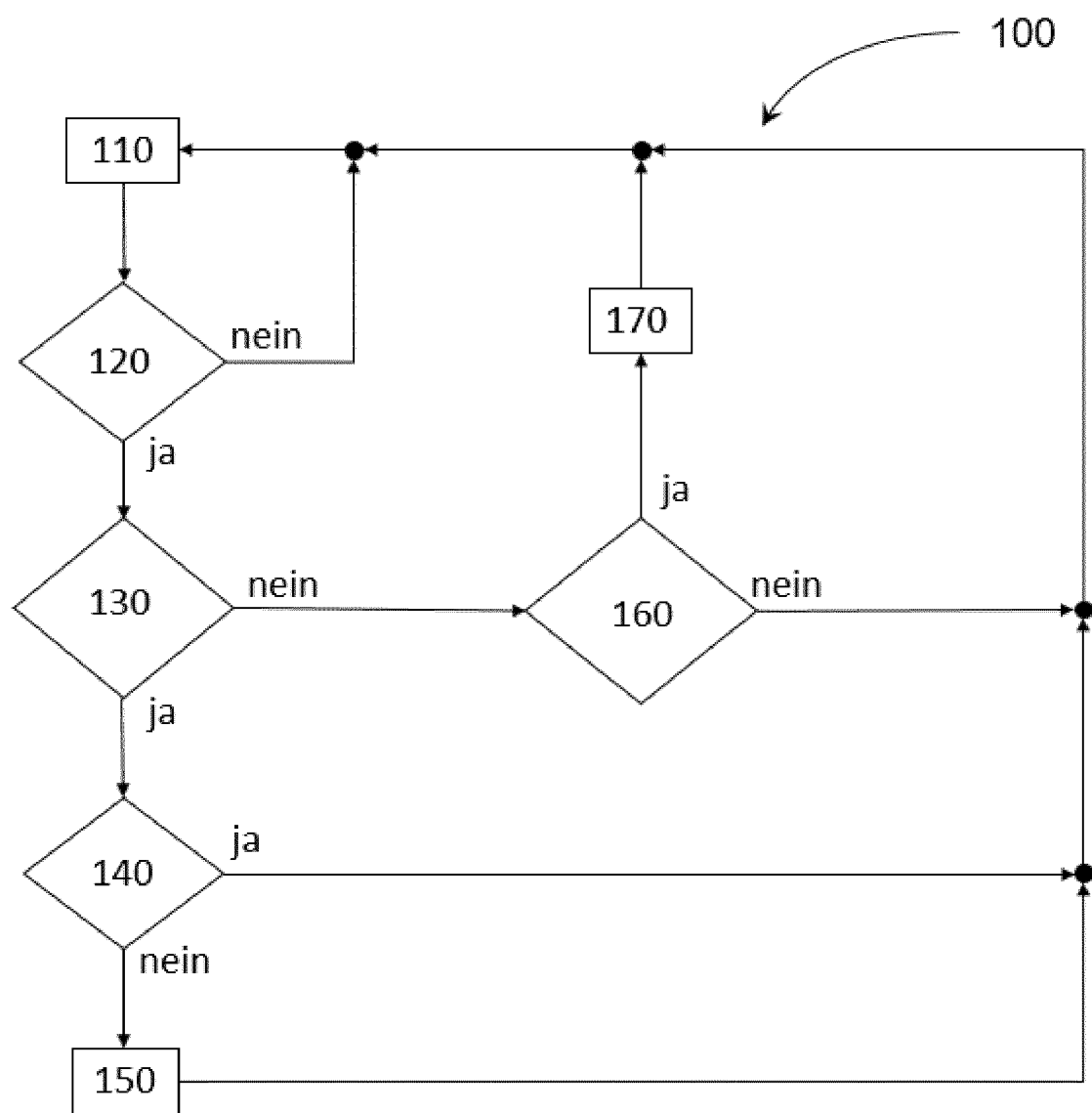


Fig. 1



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 19 0588

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 9 595 725 B2 (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 14. März 2017 (2017-03-14)	1-9, 11-17	INV. F17C13/10
A	* Abbildungen 1,3 * -----	10	
X	CN 113 540 517 B (CHENGDU YIHUATONG POWER TECH CO LTD) 17. Mai 2022 (2022-05-17)	1-4,7-17	
A	* Anspruch 1; Abbildungen 1,2 * -----	5,6	
X	CN 111 692 406 B (UNIV TONGJI) 3. September 2021 (2021-09-03)	1-4, 6-10, 12-17	
	* Abbildungen 1,2 * -----		
X	DE 102 14 727 B4 (HONDA MOTOR CO LTD [JP]) 4. Juni 2009 (2009-06-04)	1-4,6-8, 11-17	
	* Abbildungen 1-3 * -----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F17C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 22. Januar 2024	Prüfer Papagiannis, Michail
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	

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

EP 23 19 0588

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten
 Patentedokumente 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.

22-01-2024

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 9595725 B2	14-03-2017	CN 104134809 A	05-11-2014
		DE 102014105995 A1	06-11-2014
		US 2014329156 A1	06-11-2014

CN 113540517 B	17-05-2022	KEINE	

CN 111692406 B	03-09-2021	KEINE	

DE 10214727 B4	04-06-2009	CA 2380213 A1	10-10-2002
		DE 10214727 A1	02-01-2003
		JP 4799751 B2	26-10-2011
		JP 2002313389 A	25-10-2002
		US 2002146602 A1	10-10-2002

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

- US 9851020 B2 [0008]
- DE 102007041882 B4 [0009]
- DE 102005049253 B4 [0010]