

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 063 466 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
27.12.2000 Patentblatt 2000/52

(51) Int Cl.7: **F17C 13/02, F17C 5/06,**
F17C 5/00

(21) Anmeldenummer: **00810445.7**

(22) Anmeldetag: **22.05.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **18.06.1999 EP 99810545**

(71) Anmelder: **Maschinenfabrik Sulzer-Burckhardt
AG
4002 Basel (CH)**

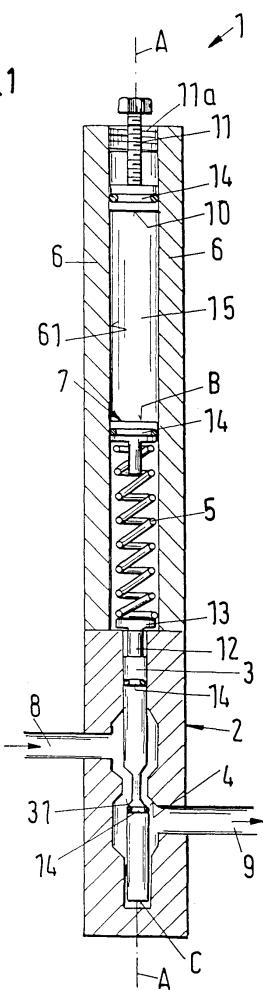
(72) Erfinder: **Mutter, Heinz
8400 Winterthur (CH)**

(74) Vertreter: **Sulzer Management AG
KS/Patente/0007
Zürcherstrasse 12
8401 Winterthur (CH)**

(54) Druckbegrenzungsventil

(57) Es wird ein Druckbegrenzungsventil vorgeschlagen mit einem Einlass (8) und einem Auslass (9) für ein Fluid, mit einem Ventilkörper (3), der so mit einem Ventilsitz (4) zusammenwirkt, dass er beim Erreichen eines Grenzdrucks eine Strömungsverbindung für das Fluid zwischen dem Einlass (8) und dem Auslass (9) öffnet oder verschließt, sowie mit einem Federelement (5), welches auf den Ventilkörper (3) einwirkt und diesen belastet, wobei ferner ein Behälter (6; 6a) für eine Flüssigkeit vorgesehen ist, welcher so angeordnet und ausgestaltet ist, dass die Flüssigkeit durch ihre thermische Dehnung die von dem Federelement (5) bewirkte Belastung des Ventilkörpers (3) und damit den Grenzdruck in Abhängigkeit von der Temperatur der Flüssigkeit ändert.

Fig.1



EP 1 063 466 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Druckbegrenzungsventil gemäss dem Oberbegriff des unabhängigen Anspruchs.

[0002] Druckbegrenzungsventile werden beispielsweise in Gasbetankungsanlagen benötigt, mit denen mobile Druckbehälter, wie z. B. der Vorratsbehälter eines gasbetriebenen Kraftfahrzeugs, mit Gas gefüllt werden. Solche Gasbetankungsanlagen umfassen typischerweise einen stationären, mit komprimiertem Gas gefüllten Speicherbehälter sowie eine Abgabevorrichtung, um diesen Speicherbehälter mit dem mobilen Vorratsbehälter zu verbinden, sodass das Gas aus dem Speicherbehälter in den mobilen Vorratsbehälter strömen kann.

[0003] Vor allem komprimiertes Erdgas gewinnt als alternativer Brennstoff für Kraftfahrzeuge zunehmend an Bedeutung. Um mit Erdgas betriebenen Kraftfahrzeugen eine befriedigende Reichweite zu ermöglichen und gleichzeitig die Abmessungen des Vorratsbehälters im Kraftfahrzeug in vernünftigen Grenzen zu halten, werden diese Vorratsbehälter typischerweise bis auf Drücke von etwa 200 bar bezogen auf eine Referenztemperatur von 15°C gefüllt. Hierzu sind Betankungsverfahren und -anlagen entwickelt worden, die ein sehr einfaches und rasches Betanken solcher Kraftfahrzeuge - vergleichbar mit dem Betanken von Benzin - ermöglichen. Ein derartiges Verfahren bzw. eine derartige Gasbetankungsanlage ist beispielsweise in der EP-A-653 585 detailliert beschrieben.

[0004] Ein Problem bei Gasbetankungsanlagen besteht darin, dass für den Enddruck, bis auf welchen der mobile Vorratsbehälter gefüllt wird, die Außentemperatur, die bei der Betankung herrscht, berücksichtigt werden muss. Geht man nämlich davon aus, dass dieser Enddruck bei einer Referenztemperatur von 15°C ungefähr 200 bar betragen soll, so ist es klar, dass bei einer Außentemperatur von weniger als 15°C der Enddruck, bei dem die Betankung beendet wird, weniger als 200 bar betragen muss, um zu gewährleisten, dass bei einem Ansteigen der Außentemperatur in dem mobilen Vorratsbehälter kein unzulässig hoher Druck entsteht. Umgekehrt kann bei einer Außentemperatur von mehr als 15°C bis zu einem Enddruck von mehr als 200 bar betankt werden, ohne dass die Gefahr eines zu hohen Drucks im Vorratsbehälter entsteht.

[0005] Zwar ist es möglich, die Schwankungen der Außentemperatur über Temperatursensoren zu erfassen und dann mittels geeigneter Regelvorrichtungen den korrekten, temperaturkorrigierten Enddruck für die Betankung zu realisieren, jedoch sind solche Verfahren relativ aufwendig. Es ist deshalb wünschenswert, ein Druckbegrenzungsventil zur Verfügung zu haben, das selbstständig solche Temperaturschwankungen berücksichtigt.

[0006] Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, ein möglichst einfaches Druckbegrenzungsventil bereitzu-

stellen, welches selbsttätig den Grenzdruck, bei dem es öffnet bzw. schliesst, in Abhängigkeit von der Temperatur verändert.

[0007] Das diese Aufgaben lösende Druckbegrenzungsventil ist durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs gekennzeichnet.

[0008] Erfindungsgemäß wird also ein Druckbegrenzungsventil vorgeschlagen mit einem Einlass und einem Auslass für ein Fluid, mit einem Ventilkörper, der so mit einem Ventilsitz zusammenwirkt, dass er beim Erreichen eines Grenzdrucks eine Strömungsverbindung für das Fluid zwischen dem Einlass und dem Auslass öffnet oder verschließt, sowie mit einem Federelement, welches auf den Ventilkörper einwirkt und diesen belastet, wobei ferner ein Behälter für eine Flüssigkeit vorgesehen ist, welcher so angeordnet und ausgestaltet ist, dass die Flüssigkeit durch ihre thermische Dehnung die von dem Federelement bewirkte Belastung des Ventilkörpers und damit den Grenzdruck in Abhängigkeit von der Temperatur der Flüssigkeit ändert.

[0009] Die Flüssigkeit in dem Behälter ändert aufgrund ihrer thermischen Dehnung ihr Volumen. Steigt beispielsweise die Temperatur der Flüssigkeit, so nimmt ihr Volumen zu. Durch diese Volumenzunahme wird das Federelement komprimiert, wodurch sich die von dem Federelement bewirkte Belastung des Ventilkörpers erhöht. Somit erhöht sich auch der Grenzdruck, bei welchem das Druckbegrenzungsventil schliesst bzw. öffnet. Umgekehrt verkleinert die Flüssigkeit ihr Volumen bei einer Abnahme der Temperatur. Dadurch wird das Federelement etwas entspannt und die Belastung des Ventilkörpers reduziert sich. Folglich sinkt der Grenzdruck, bei welchem das Ventil schliesst oder öffnet. So mit ändert das Druckbegrenzungsventil selbsttätig seinen Grenzdruck in Abhängigkeit von der Temperatur, wodurch in einfacher Weise eine temperaturabhängige Druckbegrenzung ermöglicht wird.

[0010] Vorzugsweise ist der Behälter für die Flüssigkeit als Hohlzylinder ausgestaltet und umfasst einen beweglichen Druckkolben, der sich einerseits auf dem Federelement abstützt, und der andererseits von dem Druck der Flüssigkeit beaufschlagt wird.

[0011] In einer ersten bevorzugten Ausführungsform führt die innere Wandung des Hohlzylinders den Druckkolben, das heißt der Innendurchmesser des Hohlzylinders ist im wesentlichen gleich dem Durchmesser des Druckkolbens. Der bewegliche Druckkolben bildet eine Begrenzungsfläche des Volumens, das der Flüssigkeit im Innern des Hohlzylinders zur Verfügung steht.

[0012] In einer zweiten bevorzugten, besonders kompakten Ausführungsform ist ein innerer Zylinder vorgesehen, der koaxial in dem Hohlzylinder angeordnet ist, wobei der Druckkolben in dem inneren Zylinder vorgesehen ist und von diesem geführt wird, und wobei der innere Zylinder eine Öffnung aufweist, sodass die Flüssigkeit auf den Druckkolben einwirken kann.

[0013] Vorzugsweise ist die Querschnittsfläche des Druckkolbens grösser als die vom Druck des Fluids be-

aufschlagte wirksame Querschnittsfläche des Ventilkörpers. Diese Massnahme hat nämlich den Vorteil, dass der Druck der Flüssigkeit in dem Behälter deutlich kleiner gewählt werden kann als der Grenzdruck, bei welchem das Ventil schliesst bzw. öffnet.

[0014] Gemäss einer Weiterentwicklung des erfindungsgemässen Druckbegrenzungsventils sind Mittel für einen thermischen Kontakt zwischen dem Fluid und der Flüssigkeit vorgesehen, sodass die Flüssigkeit in dem Behälter im wesentlichen die gleiche Temperatur hat wie das Fluid. Dazu kann beispielsweise in dem Behälter eine Druckleitung vorgesehen sein, welche von der Flüssigkeit umgeben ist und durch welche das Fluid hindurchströmt. Nach dem Prinzip des Wärmetauschers nimmt dann die Flüssigkeit die gleiche Temperatur an wie das Fluid. Folglich ändert die Flüssigkeit den Grenzdruck des Druckbegrenzungsventils in Abhängigkeit von der aktuellen Temperatur des Fluids.

[0015] Vorzugsweise umfasst der Behälter Einstellmittel, um das für die Flüssigkeit zur Verfügung stehende Volumen zu verändern. Diese Einstellmittel dienen zur Justierung bzw. zur Kalibrierung des Druckbegrenzungsventils. Die Einstellmittel umfassen beispielsweise einen an den Innendurchmesser des hohlzylindrischen Behälters angepassten Justerkolben, dessen Position über eine Einstellschraube veränderbar ist. Durch Drehen der Einstellschraube lässt sich der Justerkolben entlang der Längsachse des Hohlzylinders verschieben, wodurch sich das der Flüssigkeit zur Verfügung stehende Volumen verändert. Zur Justierung des Druckbegrenzungsventils wird bei einer bekannten Referenztemperatur die Position des Justerkolbens und damit die Spannung des Federelements so lange verändert, bis der zu dieser Referenztemperatur gehörende Grenzdruck erreicht ist.

[0016] Um eine ausreichend grosse Temperaturabhängigkeit des Grenzdrucks des Druckbegrenzungsventils zu erzielen, enthält der Behälter im Betriebszustand vorzugsweise eine Flüssigkeit, deren thermischer Volumenausdehnungskoeffizient mindestens 10^{-4} K^{-1} , insbesondere mindestens $5 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$, beträgt. Besonders bevorzugt wird als Flüssigkeit ein Öl verwendet, das typischerweise solche Volumenausdehnungskoeffizienten aufweist.

[0017] Insbesondere im Hinblick auf Gasbetankungsanlagen, speziell für Erdgas, bei denen das Druckbegrenzungsventil dazu dient, beim Erreichen des temperaturabhängigen Fülldrucks die Druckleitung zu schließen, ist vorzugsweise der Grenzdruck im wesentlichen linear von der Temperatur der Flüssigkeit abhängig, wobei die Steigung insbesondere 1,5 bar/K bis 2 bar/K beträgt, weil diese Steigung dem Druck-Temperatur-Verhalten von Erdgas entspricht. Die Steigung des Grenzdrucks mit der Temperatur lässt sich bei der erfindungsgemässen Druckbegrenzungsvorrichtung in einfacher Weise über die Menge der Flüssigkeit in dem Behälter auf den gewünschten Wert einstellen.

[0018] In Gasbetankungsanlagen für Erdgas wird das

Druckbegrenzungsventil vorzugsweise so eingestellt, dass der Grenzdruck 180 bar bis 220 bar beträgt, wenn die Flüssigkeit im Behälter eine Temperatur von 15°C hat.

5 [0019] Weitere vorteilhafte Massnahmen und bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

[0020] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und anhand der Zeichnung näher erläutert. In der schematischen Zeichnung, in der gleiche Bezugszeichen identische oder von der Funktion her gleichwertige Teile bezeichnen, zeigen:

Fig. 1: einen Längsschnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemässen Druckbegrenzungsventils,

Fig. 2: ein Diagramm zur Veranschaulichung der Abhängigkeit des Grenzdrucks von der Temperatur,

Fig. 3: einen Längsschnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung, und

Fig. 4: einen Längsschnitt durch ein drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0021] Fig. 1 zeigt in einer schematischen Längsschnittdarstellung ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemässen Druckbegrenzungsventils, das gesamthaft mit dem Bezugszeichen 1 bezeichnet ist. Das Druckbegrenzungsventil 1 umfasst ein Ventilgehäuse 2 mit einem Einlass 8 und einem Auslass 9 für ein Fluid. In dem Ventilgehäuse 2 ist ein federbelasteter Ventilkörper 3 mit einer Dichtfläche 31 vorgesehen, der in an sich bekannter Weise so mit einem Ventilsitz 4 zusammenwirkt, dass er beim Erreichen eines Grenzdrucks eine Strömungsverbindung für das Fluid zwischen dem Einlass 8 und dem Auslass 9 verschließt bzw. öffnet. Fig. 1 zeigt das Druckbegrenzungsventil 1 in seiner Offenstellung.

[0022] Ferner ist ein Federelement 5, beispielsweise eine Spiralfeder, vorgesehen welche auf den Ventilkörper 3 einwirkt und diesen mit einer Federkraft belastet.

Dazu stützt sich das Federelement 5 auf einem Stößelteller 13 ab, an welchen sich ein Stössel 12 anschliesst, der gegen die Stirnfläche des Ventilkörpers 3 drückt. Der sich an diese Stirnfläche anschliessende, darstellungsgemäss obere Teil des Ventilkörpers 3 ist in einer Längsbohrung des Ventilgehäuses 2 geführt und mit einem O-Ring 14 abgedichtet.

[0023] Wie dies Fig. 1 zeigt, wird der Ventilkörper 3 durch das Federelement 5 so belastet, dass eine darstellungsgemäss nach unten gerichtete Kraft auf den Ventilkörper 3 wirkt, die diesen aus dem Ventilsitz 4 herausdrücken will. Andererseits übt das Fluid, das in der Offenstellung des Druckbegrenzungsventils 1 vom Einlass 8 zum Auslass 9 strömt, einen Druck auf den Ven-

tilkörper 3 aus, der eine darstellungsgemäss nach oben gerichtete Kraft auf den Ventilkörper 3 bewirkt, welche der durch die Federbelastung verursachten Kraft entgegenwirkt. Solange die Kraft durch die Federbelastung grösser ist als die von dem Fluid verursachte, bleibt das Druckbegrenzungsventil 1 in seiner Offenstellung. Wenn der Druck des Fluids am Auslass 9 soweit angestiegen ist, dass die aus ihm resultierende Kraft auf den Ventilkörper 3 grösser wird als die durch die Federbelastung verursachte, wird der Ventilkörper 3 darstellungsgemäss nach oben gedrückt, sodass seine Dichtfläche 31 dichtend in den Ventilsitz 4 gedrückt wird. Dann befindet sich das Druckbegrenzungsventil 1 in seiner Schliessstellung und die Strömungsverbindung für das Fluid zwischen dem Einlass 8 und dem Auslass 9 ist verschlossen. Dieser Druck, bei welchem das Druckbegrenzungsventil 1 von seiner Offenstellung in seine Schliessstellung wechselt, wird als Grenzdruck bezeichnet. Zur Unterstützung der Dichtfunktion zwischen dem Ventilsitz 4 und der hier konisch ausgestalteten Dichtfläche 31 kann ein O-Ring 14 vorgesehen werden.

[0024] An das Ventilgehäuse 2 schliesst sich ein Behälter für eine Flüssigkeit an, der hier als Hohlzylinder 6 mit einer Längsachse A ausgestaltet ist. Der Hohlzylinder 6 ist aus einem druckfesten Material, typischerweise einem Stahl gefertigt. Das darstellungsgemäss untere Ende des Hohlzylinders 6 ist fest mit dem Ventilgehäuse 2 verbunden, beispielsweise verschraubt. Das Federelement 5 ist im Innern des Hohlzylinders 6 angeordnet und erstreckt sich in Richtung der Längsachse A. Auf dem Ende des Federelements 5, das dem Ventilkörper 3 abgewandt ist, stützt sich ein in Richtung der Längsachse A beweglicher Druckkolben 7 ab, der so bemessen ist, dass er durch die innere Wandung 61 des Hohlzylinders 6 geführt wird. Zwischen dem Druckkolben 7 und der inneren Wandung 61 ist ein O-Ring 14 zur Abdichtung vorgesehen.

[0025] Der Innenraum des Hohlzylinders 6 wird an seinem darstellungsgemäss oberen Ende durch einen Justierkolben 10 begrenzt, dessen Durchmesser im wesentlichen dem Innendurchmesser des Hohlzylinders 6 entspricht. Der Justierkolben 10 ist mit einem als Kolbenring dienenden O-Ring 14 zur Abdichtung versehen. Der Justierkolben 10 ist mit einer Einstellschraube 11 verbunden, die in einem Gewindestück 11a geführt ist und deren Kopf aus dem Hohlzylinder 6 hinausragt. Durch Drehen der Einstellschraube 11 lässt sich der Justierkolben 10 in Richtung der Längsachse A verschieben. Nachdem das Druckbegrenzungsventil 1 in weiter hinten beschriebener Weise justiert bzw. eingestellt ist, bleibt der Justierkolben 10 während des normalen Betriebs in einer durch die Einstellschraube 11 fixierten Stellung.

[0026] Die Stirnfläche des Justierkolbens 10 einerseits, die Stirnfläche des Druckkolbens 7 andererseits und die innere Wandung 61 des Hohlzylinders 6 begrenzen ein flüssigkeitsdichtes Volumen 15 des Innern des Hohlzylinders 6. Dieses Volumen 15 ist vollständig mit

einer Flüssigkeit, vorzugsweise einem Öl, gefüllt. Durch die O-Ringe 14 am Justierkolben 10 bzw. am Druckkolben 7 ist der Hohlzylinder abgedichtet, sodass im wesentlichen kein Öl aus dem Volumen 15 entweichen kann.

[0027] Um das Druckbegrenzungsventil 1 in Betrieb zu nehmen, wird zunächst das Öl, welches das Volumen 15 ausfüllt, mittels der Einstellschraube 11 und dem Justierkolben 10 unter Druck gesetzt. Die Einstellung des Drucks wird weiter hinten noch erläutert. Der Druck des Öls beaufschlagt den Druckkolben 7, der dadurch das Federelement 5 komprimiert. Durch die Spannung des Federelements 5 wird der Ventilkörper 3 über den Stößelteller 13 und den Stössel 12 belastet. Somit wird das Druckbegrenzungsventil 1 in seiner Offenstellung gehalten, bis der andererseits von dem Fluid auf den Ventilkörper 3 ausgeübte Druck den Grenzdruck erreicht. Beim Überschreiten des Grenzdrucks schliesst das Druckbegrenzungsventil 1.

[0028] Der Grenzdruck des Druckbegrenzungsventils 1 hängt somit von der Belastung ab, welche das Federelement 5 auf den Ventilkörper 3 ausübt. Falls sich nun während des Betriebs die Außentemperatur ändert, so ändert sich auch die Temperatur des Öls in dem Hohlzylinder 6, weil das Öl über die Wand des Hohlzylinders 6 mit dem Außenraum im thermischen Kontakt steht. Erhöht sich beispielsweise die Temperatur des Öls, so dehnt sich das Öl aus und schiebt dabei den Druckkolben 7 darstellungsgemäss nach unten. Hierdurch wird das Federelement 5 stärker komprimiert, wodurch die von dem Federelement 5 bewirkte Belastung des Ventilkörpers 3 ansteigt. Folglich steigt der Grenzdruck, das heißt das Druckbegrenzungsventil 1 schliesst erst bei einem höheren Druck. Umgekehrt hat ein Absinken der Außentemperatur zur Folge, dass sich auch das Öl abkühlt und dabei sein Volumen verkleinert. Dadurch bewegt sich der Druckkolben darstellungsgemäss nach oben, woraus eine teilweise Entspannung des Federelements 5 und damit eine Reduzierung der von dem Federelement 5 bewirkten Belastung des Ventilkörpers 3 resultiert. Folglich sinkt der Grenzdruck des Druckbegrenzungsventils 1, das heißt es schliesst bereits bei einem geringeren Druck des Fluids.

[0029] Das erfindungsgemäss Druckbegrenzungsventil hat somit die Eigenschaft, dass es bei Temperaturschwankungen selbsttätig den Grenzdruck ändert.

[0030] Wie aus Fig. 1 ersichtlich, ist vorzugsweise die Querschnittsfläche B des Druckkolbens 7 grösser als die vom Druck des Fluids beaufschlagte wirksame Querschnittsfläche C des Ventilkörpers 3. Hierdurch lässt sich nämlich eine Art hydraulische Übersetzung gewährleisten. Da der Druck der Flüssigkeit eine Querschnittsfläche B beaufschlagt, die grösser ist als die wirksame Querschnittsfläche C, die vom Druck des Fluids beaufschlagt wird, ist auf der Flüssigkeitsseite, das heißt am Druckkolben 7, nur ein deutlich geringerer Druck notwendig als auf der Fluidseite, um die von dem Fluid auf den Ventilkörper 3 ausgeübte Kraft zu kom-

pensieren. Ein geringerer Druck im Hohlzylinder 6 ist zum einen aus Gründen der Betriebssicherheit und des Konstruktionsaufwands vorteilhaft und erleichtert ferner die Abdichtung des Volumens 15.

[0031] Das Federelement 5 ist vorzugsweise so ausgestaltet, dass es relativ weich ist, womit gemeint ist, dass das Federelement 5 eine kleine Federkonstante aufweist. Durch diese Massnahme lässt sich nämlich das Schliessintervall bzw. das Öffnungsintervall, also die Zeitspanne, die das Druckbegrenzungsventil 1 benötigt, um vom der Offenstellung in die Schliessstellung (bzw. umgekehrt) zu gelangen, verkürzen. Ist das Federelement 5 beispielsweise eine Spiralfeder, so lässt sich eine kleine Federkonstante realisieren, indem die Spiralfeder möglichst lang ausgestaltet wird.

[0032] Im Folgenden wird nun anhand eines konkreten Anwendungsbeispiels die Justierung und der Betrieb des Druckbegrenzungsventils 1 beschrieben. Dabei wird auf den Fall Bezug genommen, dass das Druckbegrenzungsventil 1 Teil einer Gasbetankungsanlage ist, mit welcher ein mobiler Druckbehälter, wie z. B. der Vorratsbehälter eines gasbetriebenen Kraftfahrzeugs, mit komprimiertem Erdgas bis zu einem Enddruck gefüllt wird. Das Fluid ist in diesem Falle Erdgas. Das Druckbegrenzungsventil 1 ist in einer Abgabevorrichtung vorgesehen, mittels welcher das komprimierte Erdgas aus einem stationären Speicherbehälter in den mobilen Vorratsbehälter gefüllt wird. Typischerweise beträgt der Druck des Erdgases in dem Speicherbehälter etwa 200 bar bezogen auf eine Referenztemperatur von 15°C. Der Einlass 8 des Druckbegrenzungsventils 1 ist mit einer Druckleitung verbunden, welche andererseits mit dem stationären Speicherbehälter verbunden ist. Der Auslass 9 ist über eine weitere Druckleitung mit dem mobilen Vorratsbehälter verbunden. Die Aufgabe des Druckbegrenzungsventils 1 ist es, die Strömungsverbindung zwischen dem Einlass 8 und dem Auslass 9 zu verschliessen, sobald der Druck im mobilen Vorratsbehälter - und damit der Druck am Auslass 9 - den Enddruck für die Befüllung erreicht hat, sodass dann kein weiteres Erdgas in den mobilen Vorratsbehälter strömen kann. Dieser Enddruck ist von der Außentemperatur abhängig. Er beträgt beispielsweise 200 bar bei 15°C. Ein typischer Wert, der das Druck-Temperaturverhalten von Erdgas beschreibt - zumindest in dem für die Praxis relevanten Temperaturintervall von etwa -40°C bis +50°C - ist eine Druckzunahme von 1.6 bar bei einer Temperaturerhöhung von 1 K.

[0033] Bei dem erfindungsgemässen Druckbegrenzungsventil 1 beeinflussen hauptsächlich zwei Faktoren die Abhängigkeit des Grenzdrucks von der Temperatur, nämlich zum einen der relative thermische Volumenausdehnungskoeffizient β der Flüssigkeit im Behälter (in Fig. 1 ist der Behälter der Hohlzylinder 6), oder genauer gesagt die Differenz aus der thermischen Dehnung der Flüssigkeit und der thermischen Dehnung des Materials, aus dem der Behälter gefertigt ist, und zum anderen die Menge der Flüssigkeit, die in dem Behälter enthalten

ist.

[0034] In der Praxis hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn der thermische Volumenausdehnungskoeffizient β der Flüssigkeit mindestens 10^{-4} K^{-1} , insbesondere mindestens $5 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$, beträgt. Im hier beschriebenen Anwendungsbeispiel ist die Flüssigkeit ein Öl, das einen Volumenausdehnungskoeffizient von $7 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$ aufweist. Die Verwendung von Öl als Flüssigkeit hat zusätzlich die Vorteile, dass das Öl den O-Ring 14 am Druckkolben 7 schmiert und dass im Vergleich zu anderen Flüssigkeiten weniger Reibungsverluste auftreten. Zudem tritt bei Verwendung von Öl auch bei mehrfachen Temperaturerhöhungen und -erniedrigungen praktisch keine Hysterese in der Grenzdruck-Temperatur-Kurve auf.

[0035] Der Hohlzylinder 6 ist aus Stahl hergestellt, der typischerweise eine relative lineare thermische Dehnung $\alpha \approx 11 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ aufweist, das heisst die relative Volumendehnung des Stahls ist mehr als eine Größenordnung kleiner als die des Öls.

[0036] Das Diagramm in Fig. 2 zeigt die Abhängigkeit des Grenzdrucks des Druckbegrenzungsventils 1 von der Temperatur des Öls. Auf der senkrechten Achse p ist der Grenzdruck in bar aufgetragen, auf der horizontalen Achse T die Temperatur in ° Celsius. Aus Fig. 2 ist die im wesentlichen lineare Abhängigkeit des Grenzdrucks von der Temperatur deutlich zu erkennen (Gerade G). Im Hinblick auf die Anwendung für komprimiertes Erdgas ist die Ölmenge im Volumen 15 des Hohlzylinders so bemessen, dass die Steigung der Geraden G 1,6 bar/K beträgt. Es versteht sich jedoch, dass für andere Anwendungen auch andere Steigungen der Geraden G, beispielsweise durch Veränderung der Ölmenge im Hohlzylinder 6, realisierbar sind.

[0037] Zur Justierung bzw. Einstellung des Druckbegrenzungsventils 1 wird wie folgt vorgegangen: Nachdem die anhand der gewünschten Steigung der Grenzdruck-Temperatur-Kurve bestimmte Menge Öl in den Hohlzylinder 6 eingefüllt ist, wird dieser mit dem Justierkolben 10 bzw. mit dem Gewindestück 11a verschlossen. Nun wird bei einer Referenztemperatur von beispielsweise 15°C der Justierkolben 10 durch Drehen der Einstellschraube 11 in Richtung auf den Druckkolben 7 verschoben. Dadurch erhöht sich die Spannung des Federelements 5 und damit die auf den Ventilkörper 3 ausgeübte Belastung. Folglich steigt der Grenzdruck. Der Justierkolben 10 wird durch Drehen der Einstellschraube 11 solange bewegt bis bei der Referenztemperatur der gewünschte Grenzdruck - hier 200 bar - erreicht ist. Dann ist das Druckbegrenzungsventil 1 betriebsbereit.

[0038] Beim Einstellen des Justierkolbens 10 wird also die Gerade G in Fig. 2 solange parallel verschoben bis sie durch den gewünschten Arbeitspunkt (hier 200 bar bei 15°C) verläuft.

[0039] Im Betrieb reguliert nun das Druckbegrenzungsventil 1 den Begrenzungsdruck automatisch in Abhängigkeit von der Temperatur. Wird beispielsweise

ein Kraftfahrzeug bei einer Aussentemperatur von -25°C mit komprimiertem Erdgas betankt, so schliesst das Druckbegrenzungsventil 1 bei einem Grenzdruck von 140 bar (siehe Fig. 2), das heisst das Druckbegrenzungsventil 1 beendet den Betankungsvorgang bei einem Enddruck von 140 bar im Vorratsbehälter des Kraftfahrzeugs. Steigt die Aussentemperatur an, z. B. auf 15°C so nimmt zunächst der Hohlzylinder 6 und dann das in ihm befindliche Öl diese Temperatur an, wodurch sich der Grenzdruck, wie vorne beschrieben, auf 200 bar erhöht. Bei einer Aussentemperatur von 15°C beendet das Druckbegrenzungsventil 1 den Betankungsvorgang folglich erst bei 200 bar. Somit ermöglicht das Druckbegrenzungsventil 1 eine automatische Anpassung des Enddrucks der Betankung an die Temperatur.

[0040] Fig. 3 zeigt einen Längsschnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel des erfindungsgemässen Druckbegrenzungsventils. Im Folgenden werden nur die Unterschiede zum ersten Ausführungsbeispiel erläutert. Ansonsten gelten die Erläuterungen in Verbindung mit dem ersten Ausführungsbeispiel in sinngemäss gleicher Weise auch für das zweite Ausführungsbeispiel.

[0041] Bei dem zweiten Ausführungsbeispiel ist der Behälter für die Flüssigkeit in Form eines Doppelzylinders ausgestaltet. In einem äusseren Holzylinder 6a ist koaxial ein innerer Zylinder 6b angeordnet. Der Druckkolben 7 und das Federelement 5 sind in dem inneren Zylinder 6b vorgesehen, wobei der Durchmesser des Druckkolbens 7 so bemessen ist, dass der Druckkolben 7 von der inneren Wandung 61 b des inneren Zylinders 6b geführt wird. In der dem Ventilkörper 3 abgewandten Stirnseite 62 des inneren Zylinders 6b ist eine Öffnung 63 vorgesehen, durch welche die in dem äusseren Hohlzylinder 6a befindliche Flüssigkeit in den inneren Zylinder 6b eindringen kann, sodass die Flüssigkeit auf den Druckkolben 7 einwirken kann. Dieses zweite Ausführungsbeispiel mit seiner doppelzylindrischen Bauform zeichnet sich insbesondere durch seine kompakte und platzsparende Ausgestaltung aus.

[0042] Fig. 4 zeigt in einer Längsschnittdarstellung ein drittes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemässen Druckbegrenzungsventils 1 mit einer Weiterentwicklung, die sowohl in Kombination mit dem ersten als auch in sinngemäss gleicher Weise in Kombination mit dem zweiten Ausführungsbeispiel realisierbar ist.

[0043] Die Weiterentwicklung besteht darin, dass Mittel für einen thermischen Kontakt zwischen dem Fluid und der in dem Behälter 6; 6a befindlichen Flüssigkeit vorgesehen sind, sodass die Flüssigkeit in dem Behälter 6; 6a im wesentlichen die gleiche Temperatur hat wie das Fluid.

[0044] Bei dem dritten Ausführungsbeispiel führt von dem stromabwärts gelegenen Bereich des Innenraums des Ventilgehäuses 2 eine Druckleitung 17 in das Innere des Hohlzylinders 6, in welchem sich die Flüssigkeit befindet. Im Innenraum des Hohlzylinders 6 ist die Druckleitung 17 als Wendel 18 ausgestaltet, der einen Wär-

metauscher für das Fluid und die Flüssigkeit darstellt. Vom Ende des Wendels 18 erstreckt sich die Druckleitung 17 durch die Wandung des Hohlzylinders 6 zum Auslass 9 des Druckbegrenzungsventils 1. Der Hohlzylinder 6 ist von einer Isolation 16 umgeben, um den Wärmeaustausch zwischen dem Außenraum und dem Hohlzylinder 6 zu unterbinden bzw. zu reduzieren. Diese Weiterentwicklung eignet sich insbesondere auch für solche Anwendungen, bei denen die Umgebungstemperatur des Hohlzylinders 6 keinen repräsentativen Wert für die aktuelle Temperatur des Fluids darstellt.

[0045] Das Fluid strömt bei geöffnetem Druckbegrenzungsventil 1 durch den Einlass 8 zur Druckleitung 17 und durch den Wendel 18. Dabei tritt das Fluid in thermischen Kontakt mit der Flüssigkeit im Hohlzylinder 6, wodurch es zu einem Temperaturausgleich zwischen diesen beiden Medien kommt, das heisst, die Flüssigkeit nimmt im wesentlichen die Temperatur des Fluids an. Folglich ändert das Druckbegrenzungsventil 1 seinen Grenzdruck in Abhängigkeit von der aktuellen Temperatur des Fluids.

[0046] Natürlich sind auch solche Ausgestaltungen der Weiterentwicklung möglich, bei denen das Fluid zunächst in Wärmekontakt mit der Flüssigkeit in dem Hohlzylinder 6 tritt und dann erst zum Einlass 8 gelangt.

[0047] Es versteht sich, dass das erfindungsgemässen Druckbegrenzungsventil 1 auch für andere Anwendungen als solche in Verbindung mit Gasbetankungsanlagen geeignet ist. Das Druckbegrenzungsventil 1 kann auch als Sicherheits- oder Überdruckventil in anderen Drucksystemen eingesetzt werden. Ferner kann das Fluid, welches das Druckbegrenzungsventil 1 durchströmt, ein anderes Gas oder ein Dampf oder eine Flüssigkeit sein.

[0048] Durch die Möglichkeit, die Steilheit der Grenzdruck-Temperatur-Kurve (siehe Fig. 2) in einfacher Weise, nämlich beispielsweise über die Menge an Flüssigkeit im Behälter 6, 6a, zu variieren, kann das erfindungsgemässen Druckbegrenzungsventil ohne grossen Aufwand für zahlreiche Anwendungen angepasst werden.

[0049] Die Einstellmittel für das der Flüssigkeit zur Verfügung stehende Volumen, die wie vorne erläutert beispielsweise den Justerkolben 10 und die Einstellschraube 11 umfassen, bringen den Vorteil mit sich, dass auch der "Nullpunkt" oder der Arbeitspunkt, durch welchen die Grenzdruck-Temperatur-Kurve (Fig. 2) verlaufen soll, in sehr einfacher Weise an veränderbar ist.

[0050] Es ist auch möglich, das Druckbegrenzungsventil 1 so auszugestalten, dass es beim Überschreiten des Grenzdrucks öffnet, also von seiner Schliessstellung in seine Offenstellung übergeht und dadurch beispielsweise eine Überdruckabströmung öffnet.

[0051] Weiterhin sind solche Ausgestaltungen möglich, bei denen das Federelement 5 den Ventilkörper 3 gegen den Ventilsitz 4 vorspannt, das heisst, dass das Federelement 5 eine Kraft auf den Ventilkörper ausübt, die diesen mit seiner Dichtfläche in den Ventilsitz drückt, solange der Gegendruck durch das Fluid den Grenz-

druck nicht überschreitet.

Patentansprüche

1. Druckbegrenzungsventil mit einem Einlass (8) und einem Auslass (9) für ein Fluid, mit einem Ventilkörper (3), der so mit einem Ventilsitz (4) zusammenwirkt, dass er beim Erreichen eines Grenzdrucks eine Strömungsverbindung für das Fluid zwischen dem Einlass (8) und dem Auslass (9) öffnet oder verschließt, sowie mit einem Federelement (5), welches auf den Ventilkörper (3) einwirkt und diesen belastet, dadurch gekennzeichnet, dass ein Behälter (6; 6a) für eine Flüssigkeit vorgesehen ist, welcher so angeordnet und ausgestaltet ist, dass die Flüssigkeit durch ihre thermische Dehnung die von dem Federelement (5) bewirkte Belastung des Ventilkörpers (3) und damit den Grenzdruck in Abhängigkeit von der Temperatur der Flüssigkeit ändert.
2. Druckbegrenzungsventil nach Anspruch 1, bei welchem der Behälter (6; 6a) für die Flüssigkeit als Hohlzylinder (6; 6a) ausgestaltet ist und einen beweglichen Druckkolben (7) umfasst, der sich einerseits auf dem Federelement (5) abstützt, und der andererseits von dem Druck der Flüssigkeit beaufschlagt wird.
3. Druckbegrenzungsventil nach Anspruch 2, bei welchem die innere Wandung (61) des Hohlzylinders (6) den Druckkolben (7) führt.
4. Druckbegrenzungsventil nach Anspruch 2 mit einem inneren Zylinder (6b), der koaxial in dem Hohlzylinder (6a) angeordnet ist, wobei der Druckkolben (7) in dem inneren Zylinder (6b) vorgesehen ist und von diesem geführt wird, und wobei der innere Zylinder (6b) eine Öffnung (63) aufweist, sodass die Flüssigkeit auf den Druckkolben (7) einwirken kann.
5. Druckbegrenzungsventil nach einem der Ansprüche 2-4, wobei die Querschnittsfläche (B) des Druckkolbens (7) grösser ist als die vom Druck des Fluids beaufschlagte wirksame Querschnittsfläche (C) des Ventilkörpers (3).
6. Druckbegrenzungsventil nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welchem Mittel (17,18) für einen thermischen Kontakt zwischen dem Fluid und der Flüssigkeit vorgesehen sind, sodass die Flüssigkeit in dem Behälter (6; 6a) im wesentlichen die gleiche Temperatur hat wie das Fluid.
7. Druckbegrenzungsventil nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welchem der Behälter (6; 6a) Einstellmittel (10,11) umfasst, um das für die

Flüssigkeit zur Verfügung stehende Volumen (15) zu verändern.

8. Druckbegrenzungsventil nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Behälter (6;6a) im Betriebszustand eine Flüssigkeit enthält, deren thermischer Volumenausdehnungskoeffizient mindestens 10^{-4} K^{-1} , insbesondere mindestens $5 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$, beträgt.
9. Druckbegrenzungsventil nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welchem der Grenzdruck im wesentlichen linear von der Temperatur der Flüssigkeit abhängt, wobei die Steigung insbesondere $1,5 \text{ bar/K}$ bis 2 bar/K beträgt.
10. Druckbegrenzungsventil nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welchem der Grenzdruck 180 bar bis 220 bar beträgt, wenn die Flüssigkeit im Behälter (6,6a) eine Temperatur von 15°C hat.
11. Gasbetankungsanlage mit einem Druckbegrenzungsventil (1) gemäss einem der vorangehenden Ansprüche.

25

30

35

40

45

50

55

Fig.1

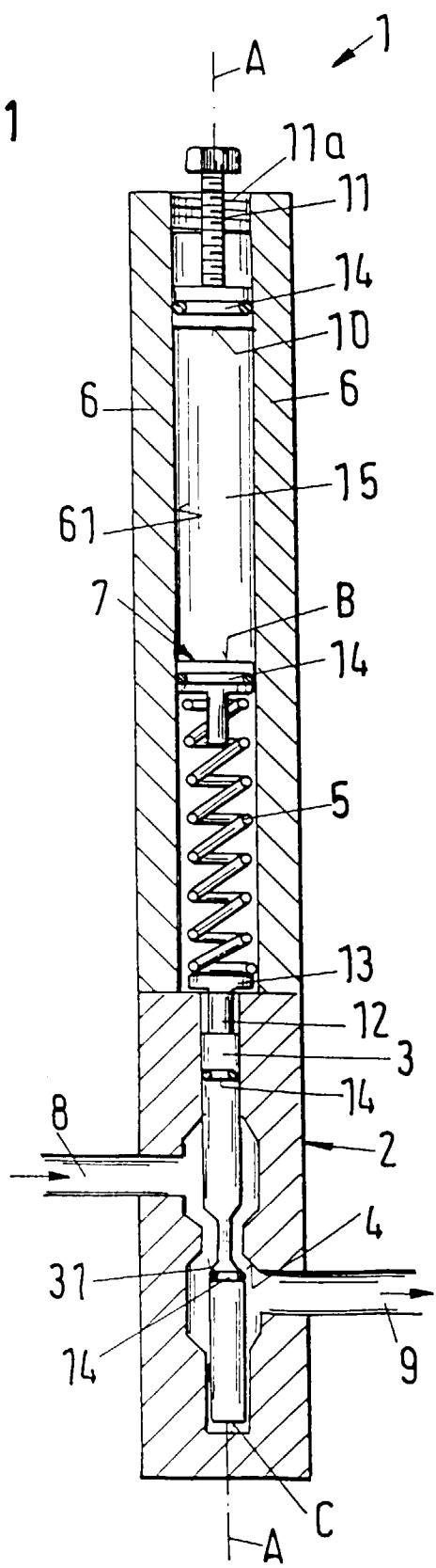
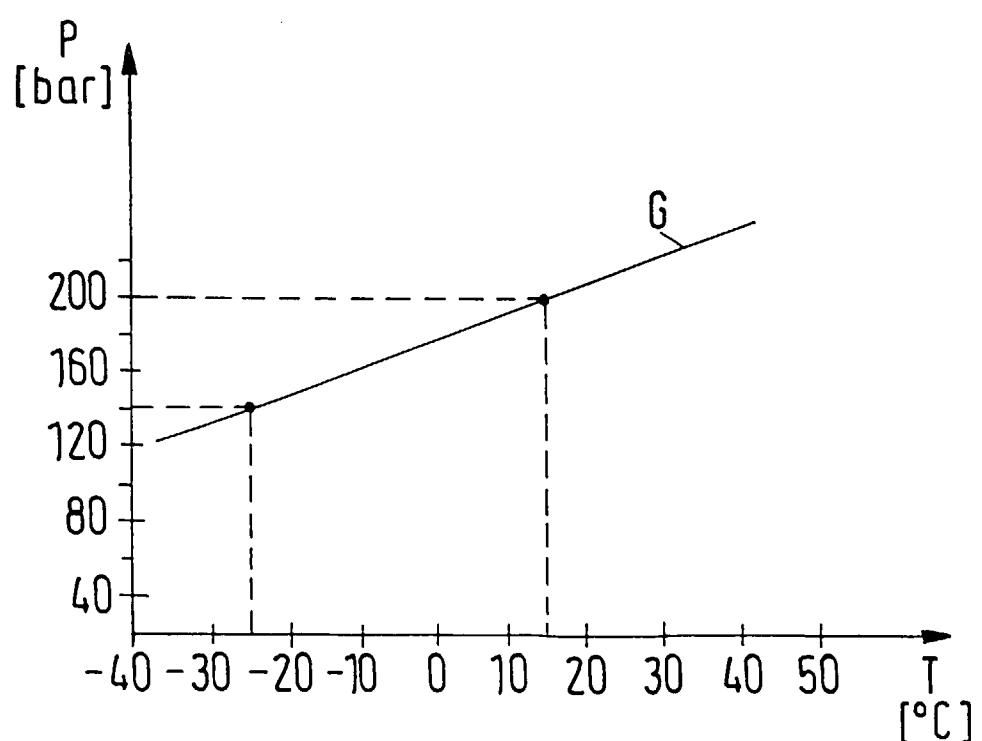


Fig.2



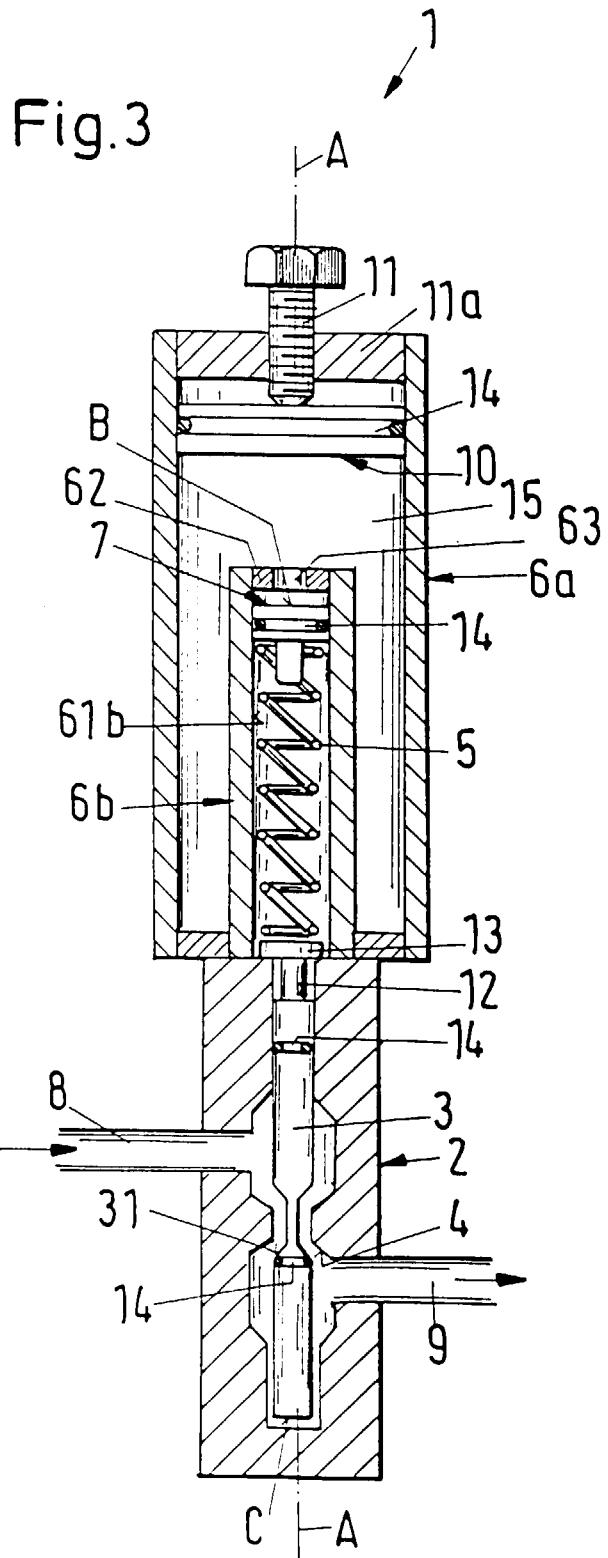
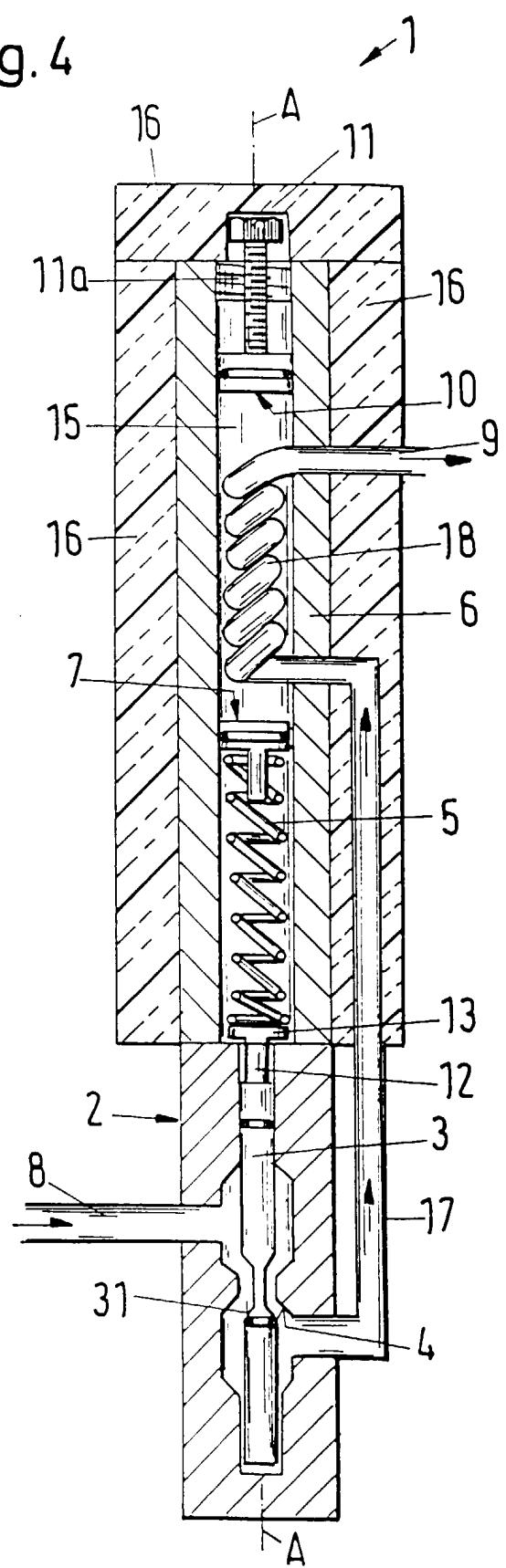


Fig. 4





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 00 81 0445

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE									
Kategorie	Kenntzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betritt Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)						
Y	US 4 513 881 A (HEIMOVICS JR JOHN F) 30. April 1985 (1985-04-30) * Ansprüche; Abbildungen *	1-11	F17C13/02 F17C5/06 F17C5/00						
Y,D	EP 0 653 585 A (BURCKHARDT AG MASCHF) 17. Mai 1995 (1995-05-17) * Ansprüche *	1-11							
A	US 5 427 132 A (FENNER JR THOMAS C) 27. Juni 1995 (1995-06-27)								
A	US 5 174 326 A (STEGMANN HOLGER ET AL) 29. Dezember 1992 (1992-12-29)								
RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int.Cl.7)									
F17C									
<p>Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Recherchenort</td> <td style="width: 33%;">Abschlußdatum der Recherche</td> <td style="width: 34%;">Prüfer</td> </tr> <tr> <td>DEN HAAG</td> <td>25. September 2000</td> <td>Meertens, J</td> </tr> </table>				Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	DEN HAAG	25. September 2000	Meertens, J
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer							
DEN HAAG	25. September 2000	Meertens, J							
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 : nichtschriftliche 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 00 81 0445

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.

25-09-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 4513881	A	30-04-1985		CA 1219512 A DE 3370367 D DK 6684 A, B, EP 0113470 A JP 1784750 C JP 4070519 B JP 59140998 A US 4606497 A		24-03-1987 23-04-1987 08-07-1984 18-07-1984 31-08-1993 11-11-1992 13-08-1984 19-08-1986
EP 0653585	A	17-05-1995		AT 159803 T AU 677438 B AU 7764794 A BR 9404359 A CA 2135109 A, C DE 59404467 D JP 7186904 A NZ 264820 A US 5570729 A		15-11-1997 24-04-1997 18-05-1995 04-07-1995 09-05-1995 04-12-1997 25-07-1995 24-10-1997 05-11-1996
US 5427132	A	27-06-1995		KEINE		
US 5174326	A	29-12-1992		DE 4103769 C DE 59205796 D EP 0498159 A JP 2091866 C JP 4310113 A JP 8007631 B		17-06-1992 02-05-1996 12-08-1992 18-09-1996 02-11-1992 29-01-1996