

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 1 630 405 A2**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**01.03.2006 Patentblatt 2006/09**

(51) Int Cl.:  
**F02M 37/10<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **05106801.3**

(22) Anmeldetag: **25.07.2005**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
 HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI  
 SK TR**  
 Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA HR MK YU**

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
 80333 München (DE)**

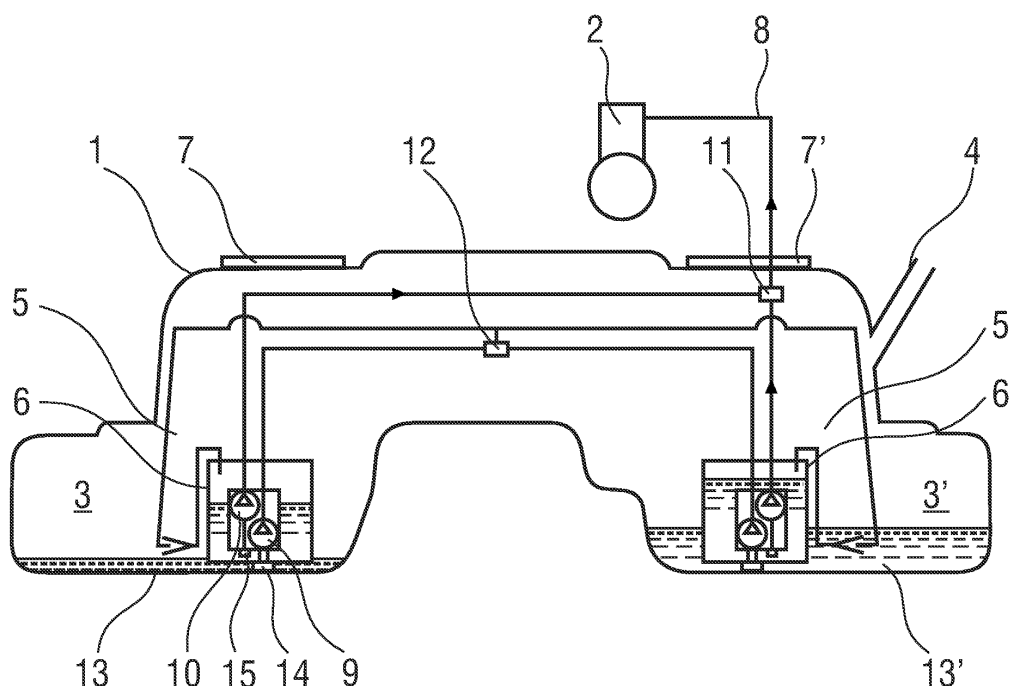
(72) Erfinder:  
 • **Benzin, Carsten  
 60433, Frankfurt (DE)**  
 • **Lienemann, Bernd  
 65779, Kelkheim (DE)**  
 • **Sonntag, Alexander  
 65824, Schwalbach (DE)**

(30) Priorität: **25.08.2004 DE 102004041203**

**(54) Kraftstoffversorgungsanlage**

(57) Bei einer Kraftstoffversorgungsanlage zur Versorgung einer Brennkraftmaschine (2) eines Kraftfahrzeuges über zwei Fördereinheiten (5, 5') ist in einem die Fördereinheiten (5, 5') verbindenden Verbindungsstück (11, 12) ein Mischventil angeordnet. Das Mischventil

hat zwischen zwei einander gegenüberstehenden Ventilsitzen einen beweglichen Ventilkörper. Bei einem Einschalten nur einer der Fördereinheiten (5, 5') wird die Verbindung zu der anderen Fördereinheit (5, 5') unterbrochen. Hierdurch wird verhindert, dass Kraftstoff durch eine abgeschaltete Fördereinheit (5, 5') gefördert wird.

**FIG 1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Kraftstoffversorgungsanlage zur Versorgung einer Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeuges mit zwei in einem Kraftstoffbehälter angeordneten Fördermitteln zum Fördern von Kraftstoff, mit einem Verbindungsstück zur Führung des von den Fördermitteln geförderten Kraftstoffs von zwei, jeweils mit den Fördermitteln verbundenen Einlässen zu einem Auslass.

**[0002]** Solche Kraftstoffversorgungsanlagen werden beispielsweise für Kraftfahrzeuge mit einer hohen Leistungsaufnahme und engen Kraftstoffbehältern, bei denen ein einzelnes Fördermittel häufig leistungsmäßig nicht ausreicht, eingesetzt und sind aus der Praxis bekannt. Weiterhin werden solche Kraftstoffversorgungsanlagen in sogenannten Satteltanks, bei denen der Kraftstoffbehälter zwei Kammern aufweist, eingesetzt, wobei in den einzelnen Kammern zusätzlich Saugstrahlpumpen angeordnet werden können, welche Kraftstoff in einen oder zwei Schwalltöpfe fördern. Die Verbindungsstücke vereinigen eine Strömung zweier Leitungen beispielsweise der Fördereinheiten zu einer zu der Brennkraftmaschine oder zu einer oder zwei Saugstrahlpumpen führenden Kraftstoffleitung. Die Verbindungsstücke der bekannten Kraftstoffversorgungsanlage sind dabei gewöhnliche T-Stücke.

**[0003]** Nachteilig bei der bekannten Kraftstoffversorgungsanlage ist, dass beispielsweise bei einem von zwei in Betrieb befindlichen Fördermitteln Kraftstoff von einem der Fördermittel zu dem abgeschalteten Fördermittel überströmen kann. Dies führt zu einem unnötigen Umwälzen des Kraftstoffs und zu Energieverlusten bei der Förderung des Kraftstoffs zu der Brennkraftmaschine. Um dieses Problem zu vermeiden behilft man sich in der Praxis damit, dass zwischen den Einlässen und den Fördermitteln jeweils ein Rückschlagventil eingesetzt wird. Dies führt jedoch zu einem sehr großen baulichen Aufwand der Kraftstoffversorgungsanlage.

**[0004]** Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, eine Kraftstoffversorgungsanlage der eingangs genannten Art so weiterzubilden, dass ein unnötiges Überströmen des Kraftstoffs über das Verbindungsstück vermieden wird und dass die Kraftstoffversorgungsanlage besonders einfach aufgebaut ist.

**[0005]** Dieses Problem wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das Verbindungsstück ein Mischerventil aufweist und dass das Mischerventil bei einer Druckdifferenz zwischen den Einlässen den Einlass mit dem geringen Druck verschließt.

**[0006]** Durch diese Gestaltung verhindert das Mischerventil, dass Kraftstoff von einem Einlass zu dem anderen Einlass überströmen kann. Daher wird verhindert, dass bei zwei an den Einlässen angeschlossenen Fördereinheiten, von denen jedoch nur eine in Betrieb ist, Kraftstoff zu der abgeschalteten Fördereinheit überströmen kann. Weiterhin erfordert die erfindungsgemäße Kraftstoffversorgungsanlage keine zusätzlichen Rück-

schlagventile in den von den Fördereinheiten zu dem Verbindungsstück führenden Leitungen. Daher setzt sich die erfindungsgemäße Kraftstoffversorgungsanlage aus besonders wenigen zu montierenden Bauteilen zusammen und ist damit besonders einfach aufgebaut. Selbstverständlich lassen sich durch hintereinander schalten mehrerer Mischerventile mehr als zwei Fördermittel mit einem einzigen Auslass zum Anschluss einer einzigen Kraftstoffleitung verbinden.

**[0007]** Die Verbindung der von den Fördermitteln geförderten Kraftstoffströme gestaltet sich gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung konstruktiv besonders einfach, wenn die Einlässe jeweils einen Ventilsitz aufweisen und wenn zwischen den Ventilsitzen ein Ventilkörper von dem Druck in den Einlässen beweglich geführt ist und wenn der Abstand der Ventilsitze größer ist als die Breite des Ventilkörpers. Zur Vermeidung von periodisch auftretenden Druckschwankungen kann die Bewegung des Ventilkörpers selbstverständlich gedämpft werden.

**[0008]** Bei annähernd gleichem Druck in den Einlässen lässt sich der Verbraucher gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung über beide Fördermittel mit Kraftstoff versorgen, wenn in einer Mittelstellung des Ventilkörpers zwischen den Ventilsitzen beide Einlässe mit dem Auslass verbunden sind. Hierdurch wird sichergestellt, dass bei einem hohen Bedarf der Brennkraftmaschine an Kraftstoff beide Fördereinheiten gemeinsam Kraftstoff fördern können.

**[0009]** Ein Leerlaufen einer zu der Brennkraftmaschine führenden Vorlaufleitung lässt sich gemäß einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung vermeiden, wenn zwischen dem Mischerventil und dem Auslass ein Rückschlagventil angeordnet ist.

**[0010]** Bei einer Versorgung von Saugstrahlpumpen mit Kraftstoff lässt sich gemäß einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ein Saughebereffekt verhindern, wenn zwischen dem Mischerventil und dem Auslass ein Steuerventil angeordnet ist, welches im drucklosen Zustand den Auslass mit einer in den Kraftstoffbehälter mündenden Öffnung verbindet und im druckbehafteten Zustand die Öffnung verschließt. Durch diese Gestaltung ist bei einer Förderung der Fördermittel die Öffnung verschlossen und Kraftstoff strömt von dem Mischerventil des Verbindungsstücks zu dem Auslass und damit zu den Saugstrahlpumpen. Bei abgeschalteten Fördermitteln verhindert das Steuerventil jedoch ein Ansaugen von Kraftstoff über den Auslass.

**[0011]** Die Montage der erfindungsgemäßen Kraftstoffversorgungsanlage gestaltet sich besonders einfach, wenn das Mischerventil mit dem Steuerventil oder dem Rückschlagventil als bauliche Einheit ausgebildet ist. Hierdurch lassen sich das Mischerventil mit dem Steuerventil oder mit dem Rückschlagventil außerhalb des Kraftstoffbehälters zu der baulichen Einheit vormontieren und anschließend mit geringem Aufwand in den Kraftstoffbehälter einsetzen.

**[0012]** Zur besonders kostengünstigen Fertigung der

erfindungsgemäßen Kraftstoffversorgungsanlage trägt es bei, wenn das Mischerventil und das Steuerventil oder das Rückschlagventil ein gemeinsames Gehäuse aufweisen.

**[0013]** Zur weiteren Verringerung der Fertigungskosten der erfindungsgemäßen Kraftstoffversorgungsanlage trägt es bei, wenn das Mischerventil und/oder das Steuerventil und/oder das Rückschlagventil gerade Kanäle zur Aufnahme des Ventilkörpers aufweisen und dass die Kanäle von einem Verschlussmittel verschlossen sind. Vorzugsweise ist das Verschlussmittel als formschlüssig mit dem Gehäuse verbundene Kappe oder Stopfen ausgebildet.

**[0014]** Das Mischerventil gestaltet sich gemäß einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung konstruktiv besonders einfach, wenn eines der Ventilsitze des Mischerventils in dem Verschlussmittel und der andere der Ventilsitze in dem Gehäuse angeordnet ist.

**[0015]** Bei einer Aufteilung der Fördermittel in ein Grundlast-Fördermittel und ein Spitzenlast-Fördermittel lässt sich einer der Einlässe in Grundstellung einfach verschließen, wenn der Ventilkörper des Mischerventils in eine vorgesehene Stellung vorgespannt ist.

**[0016]** Die Führung des Ventilkörpers zwischen den beiden Ventilsitzen erfordert gemäß einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung einen besonders geringen Aufwand, wenn der Ventilkörper des Mischerventils als Kugel ausgebildet ist.

**[0017]** Die Erfindung lässt zahlreiche Ausführungsformen zu. Zur weiteren Verdeutlichung ihres Grundprinzips sind mehrere davon in der Zeichnung dargestellt und werden nachfolgend beschrieben. Diese zeigt in

Fig. 1 schematisch eine erfindungsgemäße Kraftstoffversorgungsanlage mit zwei Fördereinheiten,

Fig. 2 eine Schnittdarstellung durch ein erstes Ventil der Kraftstoffversorgungsanlage aus Figur 1,

Fig. 3 eine Schnittdarstellung durch ein zweites Ventil der Kraftstoffversorgungsanlage aus Figur 1,

Fig. 4 ein Mischerventil in einer weiteren Ausführungsform des ersten oder zweiten Ventils aus Figur 1,

Fig. 5 das Mischerventil in einer weiteren Ausführungsform des ersten oder zweiten Ventils aus Figur 1.

**[0018]** Figur 1 zeigt einen Kraftstoffbehälter 1 für ein Kraftfahrzeug mit einer Kraftstoffversorgungsanlage zur Versorgung einer Brennkraftmaschine 2 mit Kraftstoff. Der Kraftstoffbehälter 1 ist als Satteltank mit zwei Kammern 3, 3' ausgebildet und hat einen Einfüllstutzen 4. Die Kraftstoffversorgungsanlage hat zwei Fördereinheiten 5, 5' mit jeweils einem Schwalltopf 6, 6'. Unmittelbar ober-

halb der Fördereinheiten 5, 5' weist der Kraftstoffbehälter 1 Montageflansche 7, 7' auf. Durch einen der Montageflansche 7' wird eine von den Fördereinheiten 5, 5' zu der Brennkraftmaschine 2 geführte Vorlaufleitung 8 hindurchgeführt. Hierbei handelt es sich um eine so genannte rücklauflose Kraftstoffversorgungsanlage, bei der kein von der Brennkraftmaschine 2 unverbrauchter Kraftstoff in den Kraftstoffbehälter 1 zurückgeführt wird.

**[0019]** Die Fördereinheiten sind 5, 5' jeweils elektrisch angetrieben und haben jeweils eine Vorstufe 9 und eine Hauptstufe 10. Die Hauptstufen 10 fördern Kraftstoff aus den Schwalltöpfen 6, 6' über ein erstes Verbindungsstück 11 zu der Brennkraftmaschine 2. Die Vorstufen 9 fördern Kraftstoff aus den Schwalltöpfen 6, 6' über ein zweites Verbindungsstück 12 zu in den Kammern 3, 3' angeordneten Saugstrahlpumpen 13, 13'. Die Saugstrahlpumpen 13, 13' werden hierdurch mit Kraftstoff als Treibmittel versorgt und fördern Kraftstoff aus den Kammern 3, 3' in die Schwalltöpfe 6, 6'. Weiterhin haben die Schwalltöpfe 6, 6' jeweils Bodenventil 14, über das Kraftstoff aus dem Kraftstoffbehälter 1 in die Schwalltöpfe 3, 3' einströmt. Filter 15 der Hauptstufen 10 sind in den Schwalltöpfen 6, 6' angeordnet. Die Fördereinheiten 5, 5' lassen sich entsprechend dem Bedarf der Brennkraftmaschine 2 einzeln oder gemeinsam betreiben. Bei geringem Bedarf der Brennkraftmaschine 2 an Kraftstoff wird damit eine der Fördereinheiten 5, 5' abgeschaltet.

**[0020]** Figur 2 das erste Verbindungsstück 11 der Kraftstoffversorgungsanlage aus Figur 1 in einer Schnittdarstellung. Hierbei ist zu erkennen, dass das Verbindungsstück 11 zwei Einlässe 16, 16' aufweist, welche jeweils mit den Hauptstufen 10 der Fördereinheiten 5, 5' aus Figur 1 verbunden sind. Weiterhin hat das Verbindungsstück 11 einen Auslass 17, an dem sich die in Figur 1 dargestellte, zu der Brennkraftmaschine 2 führende Vorlaufleitung 8 anschließen lässt. Das Verbindungsstück 11 weist ein Rückschlagventil 18 und ein Mischerventil 19 auf. Das Rückschlagventil 18 hat einen von einem Federelement 20 gegen einen Ventilsitz 21 vorgespannten Ventilkörper 22. Wenn keine der in Figur 1 dargestellten Fördereinheiten 5, 5' Kraftstoff fördert, drückt das Federelement 20 den Ventilkörper 22 gegen den Ventilsitz 21 und Verschießt den Auslass 17. Damit wird ein Leerlaufen der Vorlaufleitung 8 verhindert. Bei einer Förderung zumindest einer der Fördereinheiten 5, 5' wird der Ventilkörper 22 des Rückschlagventils 18 von dem Ventilsitz 21 weggedrückt und Kraftstoff strömt zu dem Auslass 17 des ersten Verbindungsstücks 11 und damit in die Vorlaufleitung 8. Das Mischerventil 19 hat einen zwischen zwei Ventilsitzen 23, 23' beweglich geführten, als Kugel ausgebildeten Ventilkörper 24. Bei einer Förderung nur einer der Fördereinheiten 5, 5' aus Figur 1 wird der Ventilkörper 24 gegen einen der Ventilsitze 23, 23' gedrückt und verschließt damit den Einlass 16, 16' der anderen Fördereinheit 5, 5'. Hierdurch wird verhindert, dass von der einen Fördereinheit 5, 5' geförderter Kraftstoff durch die abgeschaltete andere Fördereinheit 5, 5' in den Kraftstoffbehälter 1 zurück gefördert wird.

Wenn beide in Figur 1 dargestellte Fördereinheiten 5, 5' Kraftstoff fördern, entsteht an dem Ventilkörper 24 des Mischerventils 19 ein Druckgleichgewicht, wodurch der Ventilkörper 24, wie in Figur 2 dargestellt, zwischen den Ventilsitzen 23, 23' gehalten ist. Damit wird keiner der Einlässe 16, 16' versperrt und beide Fördereinheiten 5, 5' fördern Kraftstoff durch das Rückschlagventil 18 zu dem zu der Brennkraftmaschine 2 führenden Auslass 17. Das erste Verbindungsstück 11 weist ein gemeinsames Gehäuse 25 für das Mischerventil 19 und das Rückschlagventil 18 auf. Das Mischerventil 19 und das Rückschlagventil 18 sind jeweils mit einer Kappe 26, 27 dicht verschlossen.

[0021] Figur 3 zeigt das zweite Verbindungsstück 12 der Kraftstoffversorgungsanlage aus Figur 1, mit zwei Einlässen 28, 28' zum Anschluss der Vorstufen 9 der Fördereinheiten 5, 5' aus Figur 1 und einem Auslass 29, an welchem sich die beiden Saugstrahlpumpen 13, 13' anschließen lassen. Das zweite Verbindungsstück 12 weist ein Mischerventil 30 auf, welches wie das Mischerventil 19 des ersten Ventils 11 aus Figur 2 aufgebaut ist. Weiterhin hat das zweite Verbindungsstück 12 in Strömungsrichtung gesehen hinter dem Mischerventil 30 ein Steuerventil 31 mit einem von der Schwerkraft von einem Ventilsitz 32 entfernt gehaltenen Ventilkörper 33. Von dem Ventilkörper 33 aus gesehen hat das Steuerventil 31 hinter dem Ventilsitz 32 eine in den Kraftstoffbehälter 1 führende Öffnung 34. Bei einer Förderung zumindest einer der Fördereinheiten 5, 5' der Kraftstoffversorgungsanlage aus Figur 1 wird der Ventilkörper 33 gegen den Ventilsitz 32 gedrückt und verschließt die Öffnung 34. Damit wird Kraftstoff über den Auslass 29 zu den in Figur 1 dargestellten Saugstrahlpumpen 13, 13' gefördert. Wenn beide Fördereinheiten 5, 5' abgeschaltet sind, wird der Ventilkörper 33 des Steuerventils 31 durch die Schwerkraft von dem Ventilsitz 32 in die dargestellte Lage weggedrückt. Hierdurch wird der Auslass 29 mit der in den Kraftstoffbehälter 1 mündenden Öffnung 34 verbunden. Damit gelangt Luft in die zu den Saugstrahlpumpen 13, 13' führenden Leitungen. Ein Saughebereffekt, welcher zu einem Ansaugen von Kraftstoff durch die Vorstufen 9 der Fördereinheiten 5, 5' führen würde, wird damit verhindert.

[0022] Figur 4 zeigt eine weitere Ausführungsform des Mischerventils 19, 30 ersten oder zweiten Verbindungsstücks 11, 12, welches sich von dem aus den Figuren 2 und 3 nur dadurch unterscheidet, dass ein zwischen zwei Ventilsitzen 36, 36' geführter Ventilkörper 35 tellerförmig gestaltet ist. Weiterhin kann der Ventilkörper 35 in einer nicht dargestellten Ausführungsform auch von einem Federelement beispielsweise in die Mittelstellung vorgespannt sein. Sofern die Fördereinheiten 5, 5' aus Figur 1 in eine Grundlast-Fördereinheit 5, 5' und eine Spitzenlast-Fördereinheit 5, 5' aufgeteilt sind, kann alternativ auch der Ventilkörper 33 gegen den zu der Spitzenlast-Fördereinheit 5, 5' führenden Ventilsitz 36, 36' vorgespannt sein. Damit ist ein zu der Spitzenlast-Fördereinheit 5, 5' führende Einlass 37, 37' stets dann verschlos-

sen, wenn die Brennkraftmaschine 2 aus Figur 1 keinen erhöhten Bedarf an Kraftstoff anfordert.

[0023] Figur 5 zeigt eine weitere Ausführungsform des Mischerventils 19, 30 für das erste oder zweite Ventil 11, 12 aus Figur 1, mit zwei Einlässen 38, 38' bei dem ein zu dem Steuerventil 31 aus Figur 3 oder dem Rückschlagventil 18 aus Figur 2 führender Kanal 39 unter einem der Einlässe 38 hindurchgeführt ist. Ein Ventilkörper 40 ist wie bei den Ausführungsformen des Mischerventils 19, 30 aus Figur 2 und 3 zwischen zwei Ventilsitzen 41, 41' beweglich geführt.

## Patentansprüche

1. Kraftstoffversorgungsanlage zur Versorgung einer Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeuges mit zwei in einem Kraftstoffbehälter angeordneten Fördermitteln zum Fördern von Kraftstoff, mit einem Verbindungsstück zur Führung des von den Fördermitteln geförderten Kraftstoffs von zwei, jeweils mit den Fördermitteln verbundenen Einlässen zu einem Auslass, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verbindungsstück (11, 12) ein Mischerventil (19, 30) aufweist und dass das Mischerventil (19, 30) bei einer Druckdifferenz zwischen den Einlässen (16, 16' 28, 28', 37, 37', 38, 38') den Einlass (16, 16' 28, 28', 37, 37', 38, 38') mit dem geringen Druck verschließt.
2. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einlässe (16, 16' 28, 28', 37, 37', 38, 38') jeweils einen Ventilsitz (23, 23', 36, 36', 41, 41') aufweisen und dass zwischen den Ventilsitzen (23, 23', 36, 36', 41, 41') ein Ventilkörper (24, 35, 40) von dem Druck in den Einlässen (16, 16' 28, 28', 37, 37', 38, 38') beweglich geführt ist und dass der Abstand der Ventilsitze (23, 23', 36, 36', 41, 41') größer ist als die Breite des Ventilkörpers (24, 35, 40).
3. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einer Mittelstellung des Ventilkörpers (24, 35, 40) zwischen den Ventilsitzen (23, 23', 36, 36', 41, 41') beide Einlässe (16, 16' 28, 28', 37, 37', 38, 38') mit dem Auslass (17, 29) verbunden sind.
4. Kraftstoffversorgungsanlage nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Mischerventil (19) und dem Auslass (17) ein Rückschlagventil (18) angeordnet ist.
5. Kraftstoffversorgungsanlage nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Mischerventil (30) und dem Auslass (29) ein Steuerventil (31) angeordnet ist, welches im drucklosen Zustand den Auslass

(29) mit einer in den Kraftstoffbehälter mündenden Öffnung (34) verbindet und im druckbehafteten Zustand die Öffnung (34) verschließt.

6. Kraftstoffversorgungsanlage nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mischerventil (19, 30) mit dem Steuerventil (31) oder dem Rückschlagventil (18) als bauliche Einheit ausgebildet ist. 5
- 10
7. Kraftstoffversorgungsanlage nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mischerventil (19, 30) und das Steuerventil (31) oder das Rückschlagventil (18) ein gemeinsames Gehäuse (25) aufweisen. 15
8. Kraftstoffversorgungsanlage nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mischerventil (19, 30) und/oder das Steuerventil (31) und/oder das Rückschlagventil (18) gerade Kanäle zur Aufnahme des Ventilkörpers (22, 24, 33, 35, 40) aufweisen und dass die Kanäle von einem Verschlussmittel verschlossen sind. 20
9. Kraftstoffversorgungsanlage nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eines der Ventilsitze (23', 36', 41') des Mischerventils (19, 30) in dem Verschlussmittel und der andere der Ventilsitze (23, 36, 41) in dem Gehäuse (25) angeordnet ist. 25
- 30
10. Kraftstoffversorgungsanlage nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ventilkörper (24, 35, 40) des Mischerventils (19, 30) in eine vorgesehene Stellung vorgespannt ist. 35
11. Kraftstoffversorgungsanlage nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ventilkörper (24, 40) des Mischerventils (19, 30) als Kugel ausgebildet ist. 40

45

50

55

FIG 1

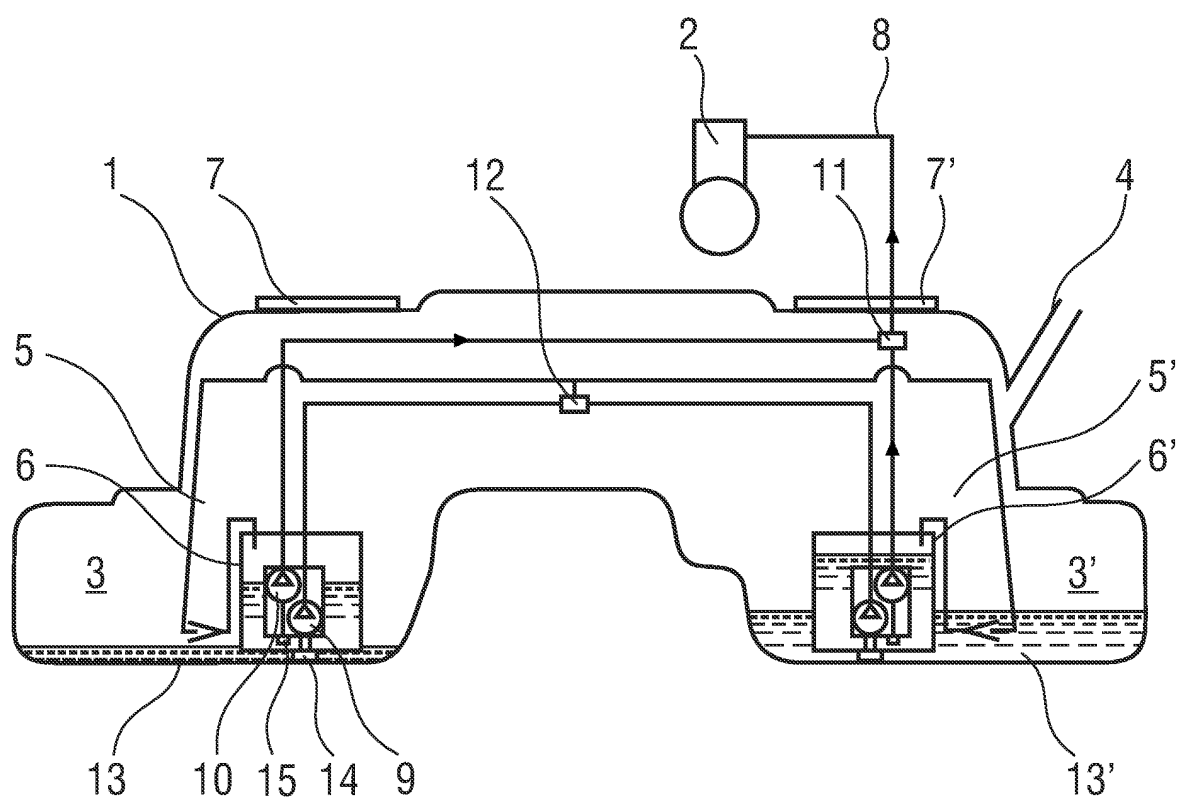


FIG 2

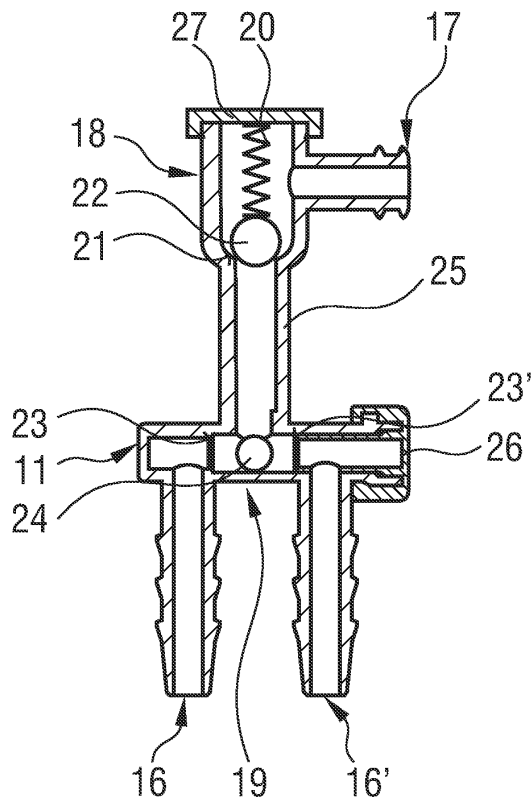


FIG 3

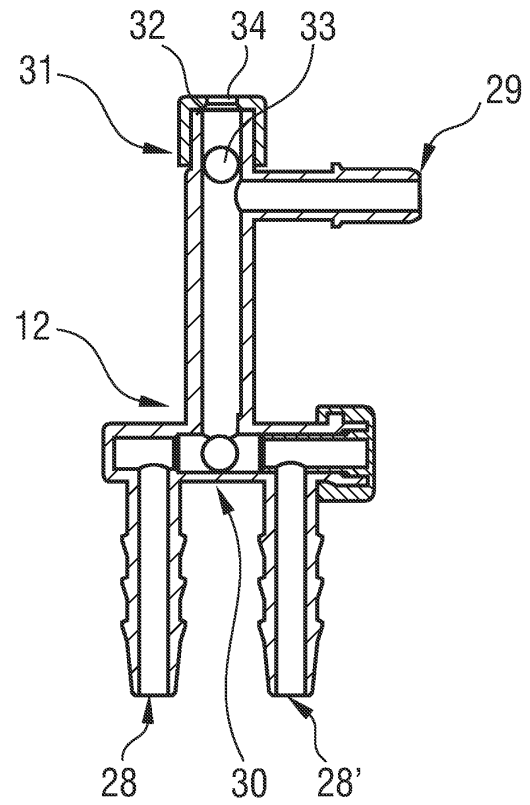


FIG 4

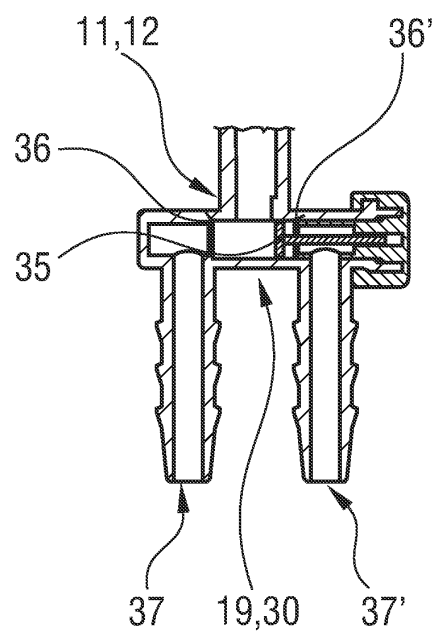


FIG 5

