

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50406/2024
(22) Anmeldetag: 16.05.2024
(43) Veröffentlicht am: 15.06.2025

(51) Int. Cl.: **F02M 55/02** (2006.01)
F02M 55/00 (2006.01)
F02F 7/00 (2006.01)
F02M 21/02 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 19801171 C1
DE 19915792 A1
DE 102010005064 A1
JP 3371620 B2
DE 102004036871 A1
DE 102004036871 A1

(71) Patentanmelder:
AVL List GmbH
8020 Graz (AT)

(72) Erfinder:
Szabo Janos Dipl.-Ing.
8125 Sarkeresztur (HU)
Zurk Andreas
8481 Weinburg (AT)

(74) Vertreter:
Babeluk Patentanwälte GmbH
1080 Wien (AT)

(54) **BRENNKRAFTMASCHINE**

(57) Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine (1), insbesondere Wasserstoff- Brennkraftmaschine, mit zumindest einem Zylinderkopf (2) für mehrere Zylinder (5), mit zumindest einem Kraftstoffinjektor (6) pro Zylinder (5), mit einer mehrere Zylinder (5) mit Kraftstoff versorgenden Kraftstoffverteilerleiste (7), welche im Zylinderkopf (2) oder in einem mit dem Zylinderkopf (2) verbundenen oder einstückig mit diesem ausgebildeten Nockenwellengehäuse (3) angeordnet ist, wobei jeder Kraftstoffinjektor (6) über jeweils eine Kraftstoffleitung (8) mit der Kraftstoffverteilerleiste (7) verbunden ist.

Um den Einfluss von Druckschwankungen auf die Verbrennung zu reduzieren und eine einfache Fertigung zu ermöglichen, ist vorgesehen, dass die Kraftstoffverteilerleiste (7) in eine Wand (9) des Zylinderkopfes (2) oder in eine Wand (9) des Nockenwellengehäuses (3) integriert ist und dass die Kraftstoffleitung (8) die Kraftstoffverteilerleiste (7) schneidet, wobei die Kraftstoffleitung (8) im Bereich der Kraftstoffverteilerleiste (7) mit der Kraftstoffverteilerleiste (7) strömungsverbunden ist.

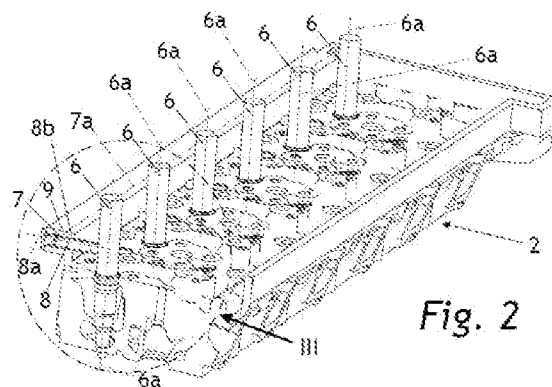


Fig. 2

Z U S A M M E N F A S S U N G

Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine (1), insbesondere Wasserstoff-Brennkraftmaschine, mit zumindest einem Zylinderkopf (2) für mehrere Zylinder (5), mit zumindest einem Kraftstoffinjektor (6) pro Zylinder (5), mit einer mehrere Zylinder (5) mit Kraftstoff versorgenden Kraftstoffverteilerleiste (7), welche im Zylinderkopf (2) oder in einem mit dem Zylinderkopf (2) verbundenen oder einstückig mit diesem ausgebildeten Nockenwellengehäuse (3) angeordnet ist, wobei jeder Kraftstoffinjektor (6) über jeweils eine Kraftstoffleitung (8) mit der Kraftstoffverteilerleiste (7) verbunden ist.

Um den Einfluss von Druckschwankungen auf die Verbrennung zu reduzieren und eine einfache Fertigung zu ermöglichen, ist vorgesehen, dass die Kraftstoffverteilerleiste (7) in eine Wand (9) des Zylinderkopfes (2) oder in eine Wand (9) des Nockenwellengehäuses (3) integriert ist und dass die Kraftstoffleitung (8) die Kraftstoffverteilerleiste (7) schneidet, wobei die Kraftstoffleitung (8) im Bereich der Kraftstoffverteilerleiste (7) mit der Kraftstoffverteilerleiste (7) strömungsverbunden ist.

Fig. 2

Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine, insbesondere Wasserstoff-Brennkraftmaschine, mit zumindest einem Zylinderkopf für mehrere Zylinder, mit zumindest einem Kraftstoffinjektor pro Zylinder, mit einer mehrere Zylinder mit Kraftstoff versorgenden Kraftstoffverteilerleiste, welche im Zylinderkopf oder in einem mit dem Zylinderkopf verbundenen oder einstückig mit diesem ausgebildeten Nockenwellengehäuse angeordnet ist, wobei jeder Kraftstoffinjektor über jeweils eine Kraftstoffleitung mit der Kraftstoffverteilerleiste verbunden ist.

Brennkraftmaschinen mit direkter Einbringung des Kraftstoffes in den Brennraum weisen Kraftstoffverteilerleisten auf, um den Kraftstoff gleichmäßig den Kraftstoffinjektoren der Zylinder zuzuführen.

Die EP 0 690 221 A1 beschreibt eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine mit einer Kraftstoffhochdruckpumpe, die Kraftstoff aus einem Niederdruckraum in einen Hochdrucksammelraum fördert, der über Hochdruckleitungen mit Einspritzventilen verbunden ist, die in den Brennraum der Brennkraftmaschine ragen. Der Hochdrucksammelraum wird durch eine Kraftstoffverteilerleiste gebildet, die in die Wand eines Zylinderkopfes der Brennkraftmaschine verschließenden Zylinderkopfdeckels integriert ist. Zwischen der Kraftstoffverteilerleiste und den Einspritzventilen sind die Hochdruckleitungen an der Außenseite des Zylinderkopfes zuerst parallel zur Seitenwand und dann parallel zur Deckfläche des Zylinderkopfdeckels entlanggeführt. Die Leitungslänge zwischen der Kraftstoffverteilerleiste und den Einspritzventilen ist relativ groß, wodurch Druckschwankungen einen nachteiligen Einfluss auf die Verbrennung ausüben.

Aus der WO 2015/087105 A1 ist ein Zylinderkopf mit einem durch einen Deckel abgedeckten Ventilbetätigungsraum bekannt, wobei ein Kraftstoffinjektor in einem ersten Teilvolumen und eine Kraftstoffverteilerleiste in einem zweiten Teilvolumen angeordnet sind, wobei die beiden Teilvolumina durch eine Wand voneinander getrennt sind. Die Kraftstoffverteilerleiste ist über eine die Wand durchdringende Kraftstoffleitung mit dem Kraftstoffinjektor verbunden, wobei die Kraftstoffleitungen über Schraubverbindungen mit der Kraftstoffverteilerleitung verbunden sind.

Aufgabe der Erfindung ist es, den Einfluss von Druckschwankungen auf die Verbrennung zu reduzieren und eine einfache Fertigung zu ermöglichen.

Erfindungsgemäß wird die gestellte Aufgabe durch eine Brennkraftmaschine der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass die Kraftstoffverteilerleiste in eine Wand des Zylinderkopfes oder in eine Wand des Nockenwellengehäuses integriert ist, und dass die Kraftstoffleitung die Kraftstoffverteilerleiste schneidet, wobei die Kraftstoffleitung im Bereich der Kraftstoffverteilerleiste mit der Kraftstoffverteilerleiste strömungsverbunden ist.

Durch die Integration der Kraftstoffverteilerleiste in die Wand kann die Anzahl an Bauteilen reduziert werden. Weiters lässt sich eine kurze Verbindung zwischen der Kraftstoffverteilerleiste und den Kraftstoffinjektoren ermöglichen. Das Schneiden der Kraftstoffleitung mit der Kraftstoffverteilerleiste ermöglicht eine einfache, kostengünstige Fertigung.

In einer Variante der Erfindung ist eine Verteilerlängsachse der Kraftstoffverteilerleiste im Wesentlichen parallel zu einer durch die Zylinderachsen aufgespannten Motorlängsebene und eine Leitungslängsachse der Kraftstoffleitung im Wesentlichen quer zur Motorlängsebene angeordnet. Auf diese Weise lässt sich eine kompakte Bauform umsetzen, die dennoch eine gute Beschickung der Zylinder mit Kraftstoff ermöglicht.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass die Kraftstoffleitung die Kraftstoffverteilerleiste durchdringt. Unter Durchdringen wird dabei verstanden, dass die Kraftstoffleitung auf einer ersten Längsseite der Kraftstoffverteilerleiste in die Kraftstoffverteilerleiste eintritt, den Raum innerhalb der Kraftstoffverteilerleiste quert und aus der Kraftstoffverteilerleiste auf einer der ersten Längsseite abgewandten zweiten Längsseite der Kraftstoffverteilerleiste wieder austritt. Mit anderen Worten ist die Kraftstoffleitung als rohrförmige Leitung ausgeführt, die die Kraftstoffverteilerleiste durchdringt. Die erste Längsseite und die zweite Längsseite sind dabei günstigerweise diametral gegenüberliegend in Bezug auf die Verteilerlängsachse positioniert. Die Kraftstoffleitung kann dabei einen Außendurchmesser aufweisen, welcher kleiner ist als ein Innendurchmesser der Kraftstoffverteilerleiste. Dies ermöglicht eine einfache Fertigung, insbesondere, wenn zumindest eine Leitungslängsachse der Kraftstoffleitung die Verteilerlängsachse der Kraftstoffverteilerleiste schneidet.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Kraftstoffleitung in einer Aufnahmebohrung in der Wand des Zylinderkopfes oder in der Wand des Nockenwellengehäuses angeordnet ist. Günstigerweise ist die Aufnahmebohrung als Durchgangsbohrung zwischen einer dem Kraftstoffinjektor zugewandten Innenseite der Wand und einer dem Kraftstoffinjektor abgewandten Außenseite der Wand ausgebildet, wobei vorzugsweise die Kraftstoffleitung in die Aufnahmebohrung von der der Umgebung zugewandten Außenseite her eingesetzt bzw. einsetzbar ist. Die Kraftstoffleitung wird also von der Außenseite her in die Aufnahmebohrung eingeführt, schneidet oder durchdringt die Kraftstoffverteilerleiste in Querrichtung und wird auf der Innenseite der Wand mit einem Anschlussstutzen des Kraftstoffinjektors verbunden, beispielsweise auf den Anschlussstutzen aufgesteckt oder aufgedrückt.

In einer Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass die Kraftstoffleitung über zumindest eine Verbindungsbohrung - vorzugsweise über mehrere Verbindungsbohrungen - in der Leitungswand der Kraftstoffleitung mit der Kraftstoffverteilerleiste strömungsverbunden ist. Mit anderen Worten ist die Kraftstoffleitung über zumindest eine, in der Leitungswand der Kraftstoffleitung angeordnete Verbindungsbohrung mit der Kraftstoffverteilerleiste strömungsverbunden. Vorzugsweise ist zumindest eine erste Verbindungsbohrung - vorzugsweise zwei axial fluchtend ausgebildete erste Verbindungsbohrungen - konzentrisch zur Verteilerlängsachse der Kraftstoffverteilerleiste angeordnet. Zur Verbesserung der Strömungsverbindung zwischen der Kraftstoffverteilerleiste und der Kraftstoffleitung ist es vorteilhaft, wenn zumindest eine zweite Verbindungsbohrung - vorzugsweise zwei axial fluchtend ausgebildete zweite Verbindungsbohrungen -- normal zur Verteilerlängsachse der Kraftstoffverteilerleiste angeordnet ist.

Um eine einfache Fertigung zu ermöglichen, ist es vorteilhaft, wenn die Kraftstoffleitung quer - vorzugsweise im rechten Winkel - zur Kraftstoffverteilerleiste angeordnet ist.

Aus Gründen einer einfachen Fertigung ist es vorteilhaft, wenn die Leitungslängsachse der Kraftstoffleitung im rechten Winkel zu einer Injektorachse des Kraftstoffinjektors angeordnet ist.

Günstigerweise schneidet zumindest eine Leitungslängsachse der Kraftstoffleitung die Verteilerlängsachse der Kraftstoffverteilerleiste.

Eine erfindungsgemäße Ausführungsvariante sieht weiters vor, dass zumindest zwei Leitungslängsachsen von zumindest zwei Kraftstoffleitungen eine Leitungsebene aufspannen, welche unter einem Winkel geneigt zu einer normal auf die Zylinderachsen ausgebildeten Zylinderkopfebene angeordnet ist, wobei vorzugsweise der Winkel zwischen 2° und 5° beträgt. Dadurch ergeben sich insbesondere bei geneigt zu den Zylinderachsen ausgebildeten Injektorachsen Vorteile bei der Herstellung.

In einer weiteren Variante weist die Kraftstoffleitung einen Außendurchmesser auf, welcher kleiner ist als ein Innendurchmesser der Kraftstoffverteilerleiste.

Gemäß einer Ausführungsvariante der Erfindung ist die Kraftstoffleitung beidseits der Kraftstoffverteilerleiste über jeweils zumindest ein erstes Dichtelement – vorzugsweise eine O-Ringdichtung – in Bezug auf die Aufnahmebohrung gasdicht abgedichtet. Die Kraftstoffleitung ist mit dem zugeordneten Kraftstoffinjektor – vorzugsweise kraftschlüssig – verbunden und gasdicht über ein zweites Dichtelement – vorzugsweise eine O-Ringdichtung – abgedichtet. Die auf den Stutzen des Kraftstoffinjektors aufgesteckte Kraftstoffleitung wird dabei durch die radialen Haltekräfte durch die Elastizität der O-Ringe in axialer Richtung gehalten. Weitere Befestigungselemente wie Verschraubungen oder dergleichen können bei – beispielsweise mit Systemdrücken von etwa 30 bis 40 bar arbeitenden – Niederdruck-Wasserstoffeinspritzsystemen entfallen.

Dadurch, dass günstigerweise die Kraftstoffverteilerleiste mit dem Zylinderkopf oder dem Nockenwellengehäuse mitgegossen oder in den Zylinderkopf oder das Nockenwellengehäuse durch spanende oder spanlose Bearbeitung eingearbeitet ist, kann eine einfache Fertigung erzielt und Bauteile sowie Bauraum eingespart werden.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand von nicht einschränkenden Ausführungsbeispielen, die in den Figuren dargestellt sind, näher erläutert. Darin zeigen

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine in einer schematischen Darstellung,

Fig. 2 einen Zylinderkopf einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine in einer ersten Ausführungsvariante in einer axonometrischen Darstellung,

Fig. 3 das Detail III aus Fig. 2,

Fig. 4 das Detail IV aus Fig. 3,

Fig. 5 den Zylinderkopf aus Fig. 2 in einem Detailschnitt,

Fig. 6 einen Zylinderkopf einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine in einer zweiten Ausführungsvariante in einer axonometrischen Darstellung,

Fig. 7 das Detail VII aus Fig. 6,

Fig. 8 das Detail VIII aus Fig. 7,

Fig. 9 den Zylinderkopf aus Fig. 6 in einem Detailschnitt und

Fig. 10 eine Anbindung einer Kraftstoffleitung an die Kraftstoffverteilerleiste bei einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine in einer dritten Ausführungsvariante in einem Schnitt analog zu Fig. 9.

Gleiche Teile sind in den Ausführungsvarianten mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Fig. 1 zeigt schematisch eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine 1 mit einem Zylinderkopf 2 und einem mit dem Zylinderkopf 2 einstückig ausgeführten oder lösbar verbundenen Nockenwellengehäuse 3. Mit der strichlierten Linie 3a ist eine Fügeebene zwischen Nockenwellengehäuse 3 und Zylinderkopf 2 bei einer Ausführungsvariante mit vom Zylinderkopf 2 getrenntem Nockenwellengehäuse 3 angedeutet. Der Zylinderkopf 2 ist fest mit einem Zylinderblock 4 für mehrere beispielsweise in Reihe angeordnete Zylinder 5 verbunden. Die Zylinderachsen 5a der Zylinder 5 spannen eine Motorlängsebene 5b auf, die normal zur Bildebene von Fig. 1 verläuft, sodass sie in Fig. 1 mit der bzw. den dargestellten Zylinderachse bzw. -achsen 5a zusammenfällt. Die Brennkraftmaschine 1 ist geeignet, um mit einem gasförmigen Kraftstoff - insbesondere Wasserstoff - betrieben zu werden. Pro Zylinder 5 ist zumindest ein Kraftstoffinjektor 6 zur Einblasung des Kraftstoffes

in den jeweiligen Zylinder 5 vorgesehen. Dabei wird der Kraftstoff über eine Kraftstoffverteilerleiste 7 über jeweils zumindest eine innerhalb des Zylinderkopfes 2 oder Nockenwellengehäuses 3 angeordnete Kraftstoffleitung 8 den Kraftstoffinjektoren 6 der einzelnen Zylinder 5 zugeführt. Jeder Kraftstoffinjektor ist über jeweils eine Kraftstoffleitung 8 mit einer in Längsrichtung des Zylinderkopfes 2 angeordneten Kraftstoffverteilerleiste 7 verbunden. Nachfolgend werden Merkmale teilweise am Beispiel einer einzigen Kraftstoffleitung 8 erläutert. Selbstverständlich können diese Merkmale auch bei einigen bzw. allen anderen Kraftstoffleitungen 8 einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine 1 vorhanden sein.

Die Kraftstoffverteilerleiste 7 kann also beispielsweise im Wesentlichen als Hohlzylinder innerhalb einer seitlichen Wand 9 des Zylinderkopfes 2 oder einer Wand 9 des Nockenwellengehäuses 3 ausgebildet sein. Die beispielsweise durch eine Drehsymmetrieachse der Kraftstoffverteilerleiste 7 gebildete Verteilerlängsachse 7a der Kraftstoffverteilerleiste 7 ist im Wesentlichen parallel zu der durch die Zylinderachsen 5a aufgespannten Motorlängsebene 5b angeordnet. Die Leitungslängsachse 8a der Kraftstoffleitung 8 ist im Wesentlichen quer zur Motorlängsebene 5b angeordnet. Die Leitungslängsachse 8a wird durch eine Drehsymmetrieachse der Kraftstoffleitung 8 gebildet. Die Kraftstoffverteilerleiste 7 ist also innerhalb der Wand 9 des Zylinderkopfes 2 oder Nockenwellengehäuses 3 parallel zur Motorlängsebene 5b in Längsrichtung der Brennkraftmaschine 1 – also etwa parallel zu einer nicht weiter dargestellten Kurbelwellenachse – angeordnet und ausgebildet, um mehrere – insbesondere alle – Zylinder 5 mit Kraftstoff zu versorgen.

Die Kraftstoffverteilerleiste 7 ist mit einer nicht ersichtlichen Zuführleitung verbunden, die an einen nicht weiter dargestellten Druckregler angeschlossen ist. Der Druckregler ist mit einem nicht weiter dargestellten Kraftstoffspeicher verbunden. Der beispielsweise durch Wasserstoff gebildete Kraftstoff wird über den Druckregler von einem Tankdruck im Kraftstoffspeicher von etwa 700 bar auf beispielsweise etwa 30 bar Betriebsdruck geregelt und mit diesem Betriebsdruck der Kraftstoffverteilerleiste 7 und von dieser weiter über die Kraftstoffleitungen 8 den Kraftstoffinjektoren 6 zugeführt.

Bei der in den Fig. 2 bis 5 dargestellten ersten Ausführungsvariante ist die Kraftstoffverteilerleiste 7 in eine Wand 9 des Zylinderkopfes 2 integriert. Bei der in

den Fig. 6 bis 10 dargestellten zweiten Ausführungsvariante ist die Kraftstoffverteilerleiste 7 in eine Wand 9 des Nockenwellengehäuses 3 integriert.

Die Kraftstoffverteilerleiste 7 ist dabei beispielsweise mit dem Zylinderkopf 2 oder das Nockenwellengehäuse 3 mitgegossen oder in den Zylinderkopf 2 oder das Nockenwellengehäuse 3 durch spanende oder spanlose Bearbeitung eingearbeitet.

In allen dargestellten Ausführungsbeispielen sind die Injektorachsen 6a der Kraftstoffinjektoren 6 um einen Winkel $\alpha > 0$ geneigt in Bezug auf die Motorlängsebene 5b angeordnet, wie am besten aus den Fig. 1, 5 und 9 ersichtlich ist. Leitungslängsachsen 8a der Kraftstoffleitungen 8 sind etwa im rechten Winkel zu den Injektorachsen 6a angeordnet und somit um denselben Winkel α geneigt zur normal auf die Zylinderachsen 5a ausgebildeten Zylinderkopfebene ε bzw. einer dazu parallelen Ebene dazu ausgebildet. In den Ausführungsbeispielen beträgt der Winkel α beispielsweise 2° und 5° . Zumindest zwei Leitungslängsachsen 8a spannen eine Leitungsebene η auf, welche unter dem Winkel α zwischen 2° und 5° geneigt zur Zylinderkopfebene ε angeordnet ist.

Die einzelnen Kraftstoffleitungen 8 schneiden und durchdringen in allen erfindungsgemäßen Ausführungsvarianten die Kraftstoffverteilerleiste 7. Mit anderen Worten dringt die Kraftstoffleitung 8 auf einer ersten Längsseite 7b der Kraftstoffverteilerleiste 7 in diese ein, quert den im Wesentlichen zylindrischen Raum innerhalb der Kraftstoffverteilerleiste 7 und tritt aus der Kraftstoffverteilerleiste 7 auf einer der ersten Längsseite 7b abgewandten zweiten Längsseite 7c der Kraftstoffverteilerleiste 7 wieder aus. Die zur Außenseite 11 orientierte Öffnung der Kraftstoffleitung 8 ist verschlossen ausgeführt bzw. kann in einem nicht dargestellten Ausführungsbeispiel mit einem nachträglich anbringbaren Verschluss versehen werden. Dies ist insbesondere aus den Fig. 5, 9 und 10 zu erkennen. Kraftstoffleitungen 8 sind etwa im rechten Winkel zur Kraftstoffverteilerleiste 7 angeordnet. Die erste Längsseite 7b und die zweite Längsseite 7c sind dabei günstigerweise diametral gegenüberliegend in Bezug auf die Verteilerlängsachse 7a positioniert.

Im Bereich der Kraftstoffverteilerleiste 7, also im Inneren der Kraftstoffverteilerleiste 7, ist die Kraftstoffleitung 8 mit der Kraftstoffverteilerleiste 7 bzw. dem Inneren der Kraftstoffverteilerleiste 7 über mehrere Verbindungsbohrungen 18, 19, die in der Leitungswand 8b der

Kraftstoffleitung 8 ausgeführt sind, strömungsverbunden. Mit anderen Worten ist das Innere Kraftstoffleitung 8 über mehrere Verbindungsbohrungen 18, 19 mit dem Inneren der Kraftstoffverteilerleiste 7 verbunden. Zwei axial fluchtende erste Verbindungsbohrungen 18 sind dabei konzentrisch zur Verteilerlängsachse 7a der Kraftstoffverteilerleiste 7 angeordnet. Zwei axial fluchtend angeordnete zweite Verbindungsbohrungen 19 sind normal zur Verteilerlängsachse 7a der Kraftstoffverteilerleiste 7 angeordnet. Natürlich können die je zwei fluchtenden Verbindungsbohrungen 18, 19 auch beliebig geneigt zur Verteilerlängsachse 7a angeordnet sein. Axial fluchtende Verbindungsbohrungen 18, 19 sind in axialer Richtung – also in Richtung der Drehachse der Verbindungsbohrungen 18, 19 betrachtet – deckungsgleich angeordnet. Natürlich müssen die Verbindungsbohrungen 18, 19 nicht immer fluchtend bzw. einander gegenüberliegend angeordnet sein, sondern können beliebig positioniert werden, solange sie eine Strömungsverbindung zwischen dem Inneren der Kraftstoffleitung 8 und dem Inneren der Kraftstoffverteilerleiste 7 sicherstellen.

Die Kraftstoffleitung 8 weist einen Außendurchmesser D auf, welcher kleiner ist als ein Innendurchmesser d der Kraftstoffverteilerleiste 7.

Im Ausführungsbeispiel gemäß den Fign. 2 bis 5 ist die Kraftstoffleitung 8 in einer als Durchgangsbohrung zwischen einer Außenseite 11 und einer Innenseite 12 der Wand 9 ausgebildeten Aufnahmebohrung 10 in der Wand 9 des Zylinderkopfes 2 oder des Nockenwellengehäuses 3 angeordnet.

Bei der in Fig. 10 gezeigten Ausführungsvariante ist die Kraftstoffleitung 8 beidseits der Kraftstoffverteilerleiste 7 über jeweils zumindest ein als O-Ringdichtung ausgebildetes erstes Dichtelement 14 gegenüber der Aufnahmebohrung 10 gasdicht abgedichtet. Die ersten Dichtelemente 14 sind jeweils in einer ersten Ringnut 15 am Außenmantel der Kraftstoffleitung 8 positioniert. Die Kraftstoffleitung 8 ist mit dem zugeordneten Kraftstoffinjektor 6 kraftschlüssig verbunden und gasdicht über ein ebenfalls als O-Ringdichtung ausgebildetes zweites Dichtelement 16 abgedichtet, welches in einer zweiten Ringnut 17 am Anschlussstutzen 13 angeordnet ist. Die auf den Anschlussstutzen 13 des Kraftstoffinjektors 6 aufgesteckte Kraftstoffleitung 8 wird dabei durch radiale Haltekräfte durch die Elastizität der O-Ringe in axialer Richtung gehalten.

Die ersten und zweiten Dichtelemente 14, 16 ermöglichen eine gasdichte Abdichtung und eine Dämpfung von Schwingungen zwischen der Kraftstoffleitung 8 und der Wand 9 sowie zwischen Kraftstoffleitung 8 und dem Kraftstoffinjektor 6. Andererseits fungieren die Dichtelemente 14, 16 als Halteelemente für die Kraftstoffleitung 8 in der Wand 9 und zur Verbindung mit dem Kraftstoffinjektor 6.

Die Kraftstoffleitung 8 wird bei jeder Ausführungsvariante in die Aufnahmebohrung 10 von der Außenseite 11 der Wand 9 des Zylinderkopfes 2 oder des Nockenwellengehäuses 3 her eingesetzt und in die Aufnahmebohrung 10 in Richtung der Innenseite 12 eingeführt. Dabei schneidet die Kraftstoffleitung 8 die Kraftstoffverteilerleiste 7 in Querrichtung und durchdringt die Kraftstoffverteilerleiste 7 und die Wand 9. Nach Durchführen durch die Wand 9 wird die Kraftstoffleitung 8 auf der Innenseite 12 der Wand 9 mit einem Anschlussstutzen 13 des Kraftstoffinjektors 6 verbunden, in dem die Kraftstoffleitung 8 auf den Anschlussstutzen 13 aufgesteckt bzw. aufgepresst wird.

Durch die Integration der Kraftstoffverteilerleiste 7 in die Wand 9 des Zylinderkopfes 2 oder in die Wand 9 des Nockenwellengehäuses 3 ergibt sich eine äußerst kurze Verbindung zwischen der Kraftstoffverteilerleiste 7 und den Kraftstoffinjektoren 6. Dadurch kann der Einfluss von Druckschwankungen auf die Verbrennung deutlich reduziert werden. Die minimale Anzahl an Bauteilen ermöglicht außerdem eine sehr einfache Fertigung.

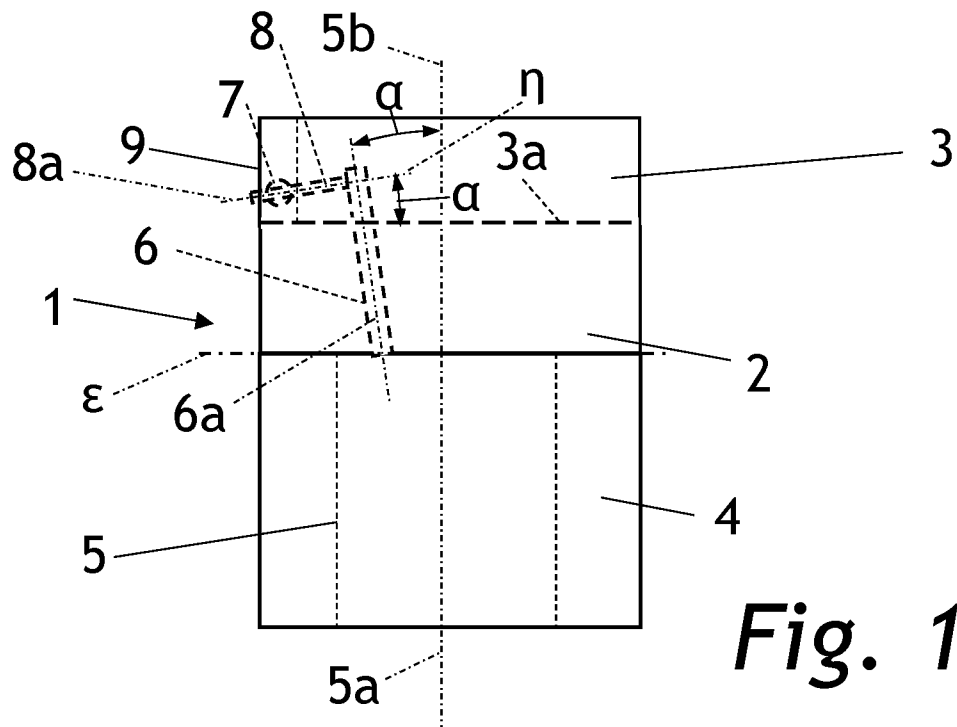
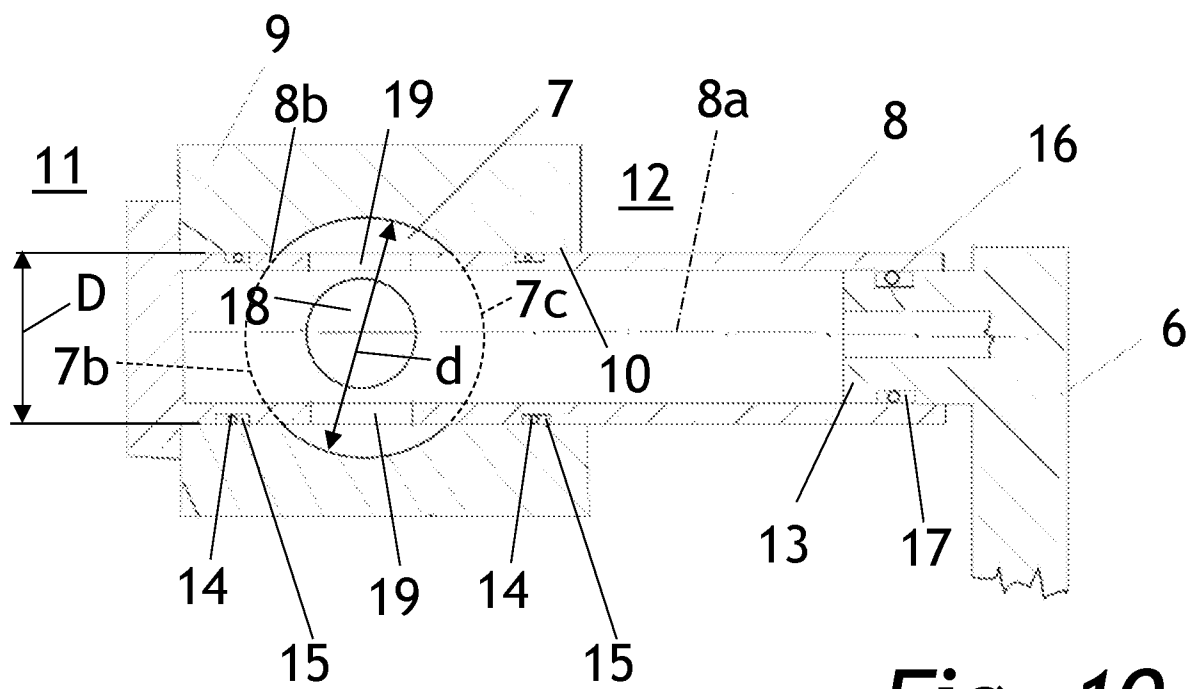
P A T E N T A N S P R Ü C H E

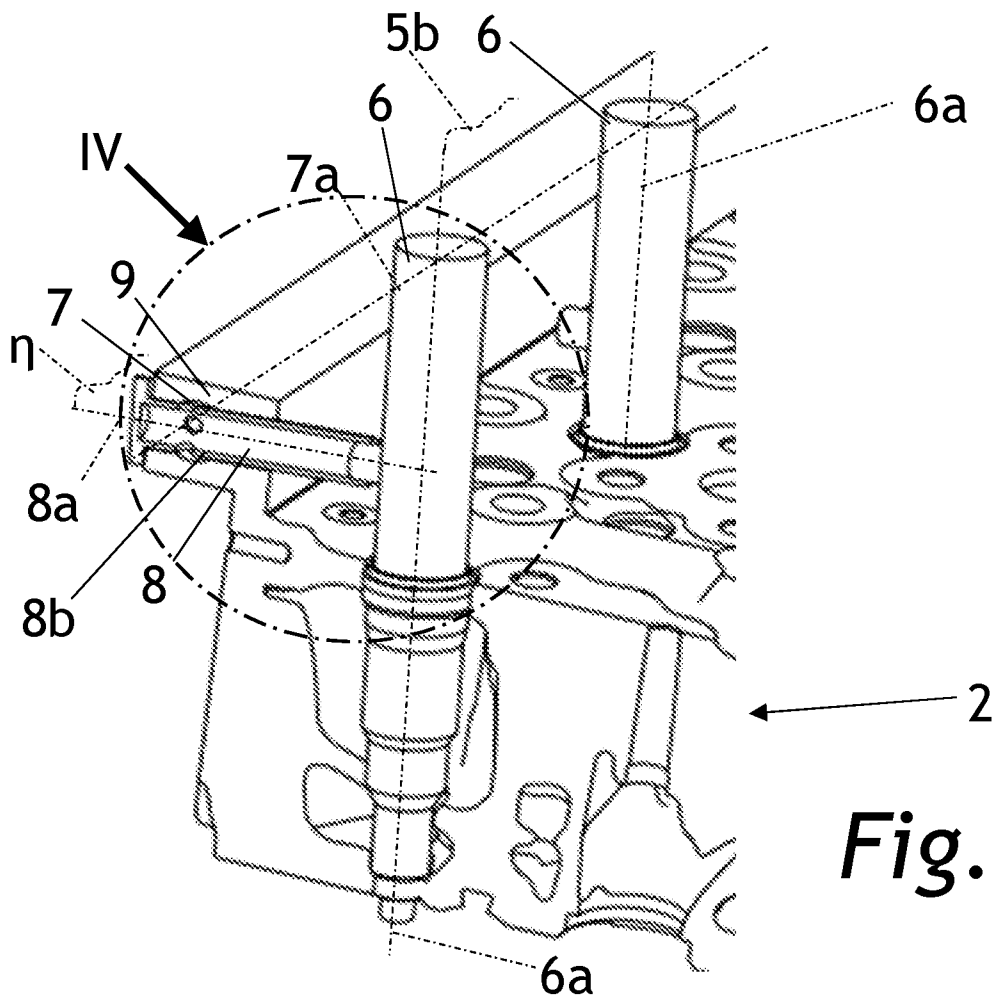
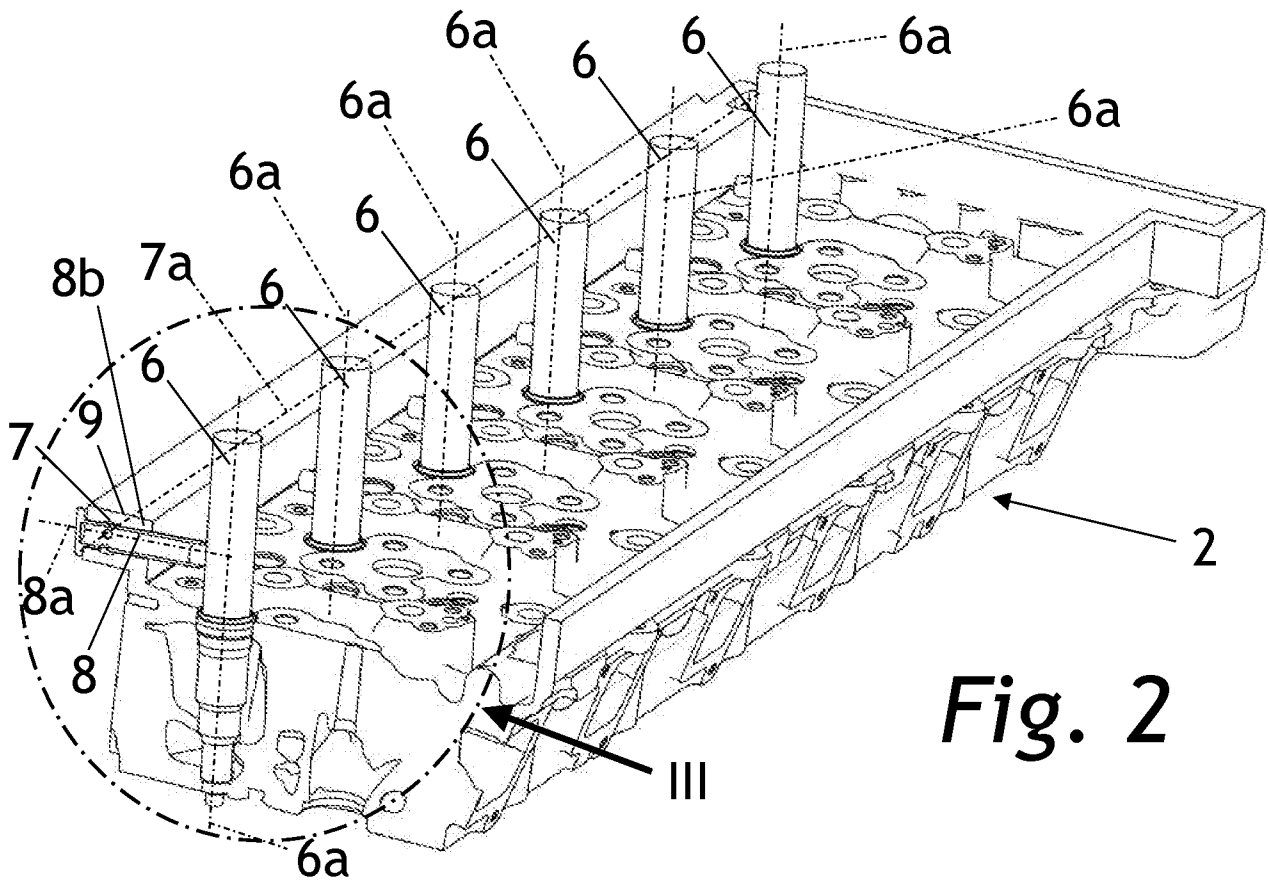
1. Brennkraftmaschine (1), insbesondere Wasserstoff-Brennkraftmaschine, mit zumindest einem Zylinderkopf (2) für mehrere Zylinder (5), mit zumindest einem Kraftstoffinjektor (6) pro Zylinder (5), mit einer mehrere Zylinder (5) mit Kraftstoff versorgenden Kraftstoffverteilerleiste (7), welche im Zylinderkopf (2) oder in einem mit dem Zylinderkopf (2) verbundenen oder einstückig mit diesem ausgebildeten Nockenwellengehäuse (3) angeordnet ist, wobei jeder Kraftstoffinjektor (6) über jeweils eine Kraftstoffleitung (8) mit der Kraftstoffverteilerleiste (7) verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Kraftstoffverteilerleiste (7) in eine Wand (9) des Zylinderkopfes (2) oder in eine Wand (9) des Nockenwellengehäuses (3) integriert ist und dass die Kraftstoffleitung (8) die Kraftstoffverteilerleiste (7) schneidet, wobei die Kraftstoffleitung (8) im Bereich der Kraftstoffverteilerleiste (7) mit der Kraftstoffverteilerleiste (7) strömungsverbunden ist.
2. Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Verteilerlängsachse (7a) der Kraftstoffverteilerleiste (7) im Wesentlichen parallel zu einer durch Zylinderachsen (5a) aufgespannten Motorlängsebene (5b) und eine Leitungslängsachse (8a) der Kraftstoffleitung (8) im Wesentlichen quer zur Motorlängsebene (5b) angeordnet ist.
3. Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Kraftstoffleitung (8) die Kraftstoffverteilerleiste (7) durchdringt.
4. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Kraftstoffleitung (8) in einer Aufnahmebohrung (10) in der Wand (9) des Zylinderkopfes (2) oder in der Wand (9) des Nockenwellengehäuses (3) angeordnet ist.
5. Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufnahmebohrung (10) als Durchgangsbohrung zwischen einer dem Kraftstoffinjektor (6) zugewandten Innenseite (12) der Wand (9) und einer dem Kraftstoffinjektor (6) abgewandten Außenseite (12) der Wand (9) ausgebildet ist, wobei vorzugsweise die Kraftstoffleitung (8) in die Aufnahmebohrung (10) von der Außenseite (12) her eingesetzt ist.

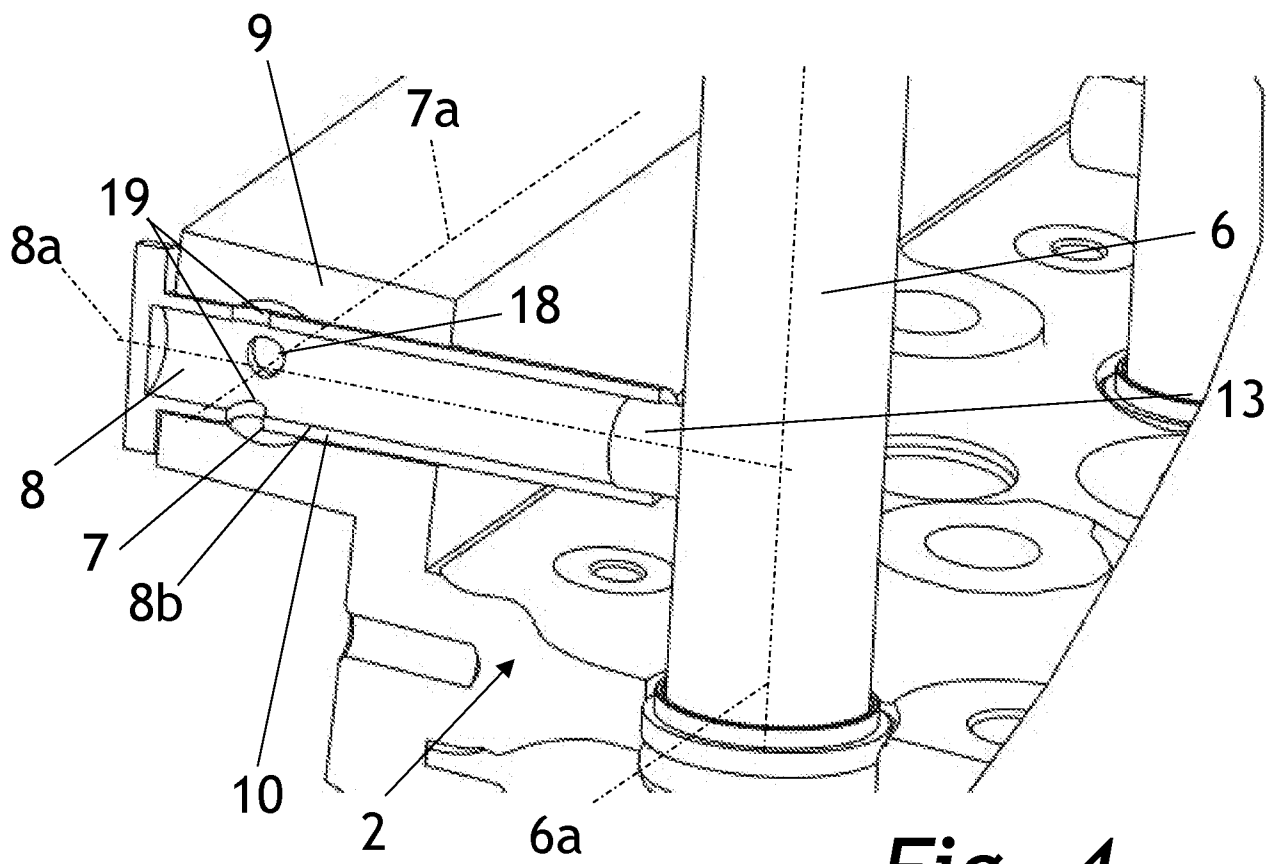
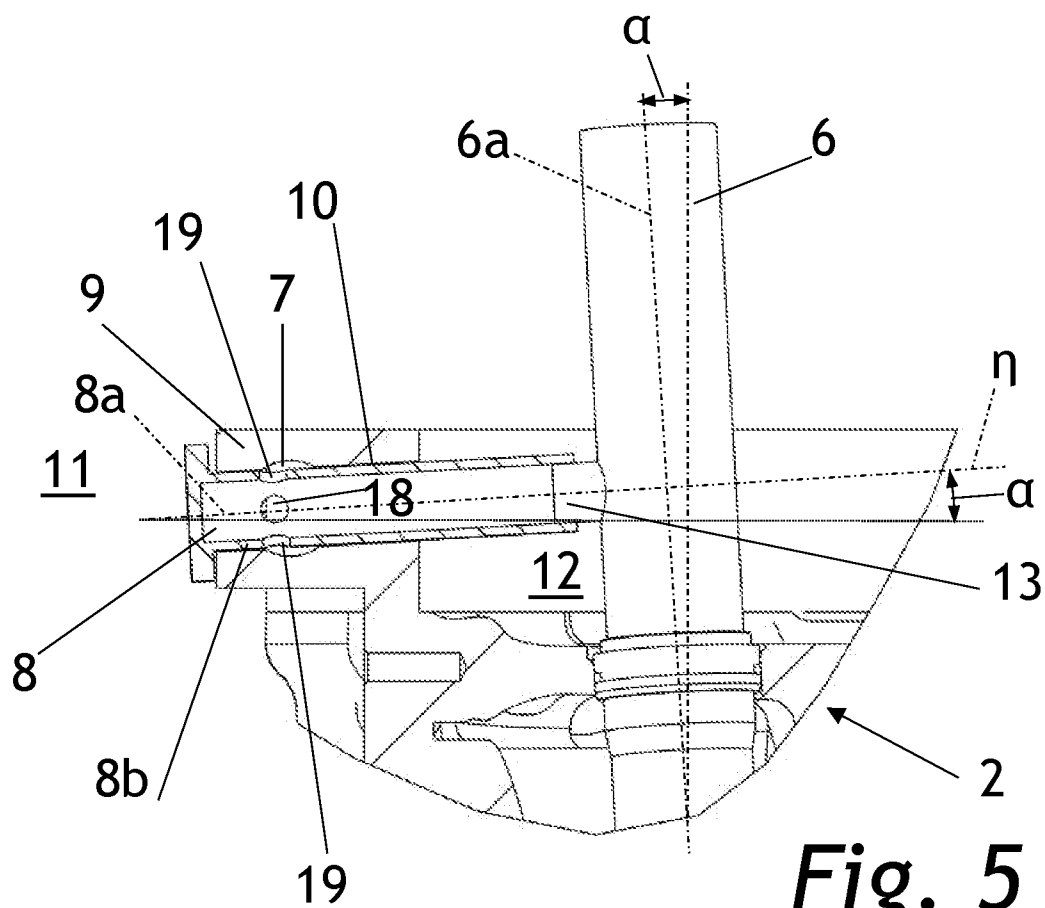
6. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Kraftstoffleitung (8) über zumindest eine Verbindungsbohrung (18, 19) - vorzugsweise über mehrere Verbindungsbohrungen (18, 19) - in der Leitungswand (8b) der Kraftstoffleitung (8) mit der Kraftstoffverteilerleiste (7) strömungsverbunden ist.
7. Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine erste Verbindungsbohrung (18) konzentrisch zur Verteilerlängsachse (7a) der Kraftstoffverteilerleiste (7) angeordnet ist.
8. Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine zweite Verbindungsbohrung (19) normal zur Verteilerlängsachse (7a) der Kraftstoffverteilerleiste (7) angeordnet ist.
9. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Kraftstoffleitung (8) quer – vorzugsweise im rechten Winkel - zur Kraftstoffverteilerleiste (7) angeordnet ist.
10. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitungslängsachse (8a) der Kraftstoffleitung im rechten Winkel zu einer Injektorachse (6a) des Kraftstoffinjektors (6) angeordnet ist.
11. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Leitungslängsachse (8a) der Kraftstoffleitung (8) die Verteilerlängsachse (7a) der Kraftstoffverteilerleiste (7) schneidet.
12. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest zwei Leitungslängsachsen (8a) von zumindest zwei Kraftstoffleitungen (8) eine Leitungsebene (η) aufspannen, welche unter einem Winkel (α) geneigt zu einer normal auf die Zylinderachsen(2a) ausgebildeten Zylinderkopfebene (ε) angeordnet ist, wobei vorzugsweise der Winkel (α) zwischen 2° und 5° beträgt.

13. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Kraftstoffleitung (8) einen Außendurchmesser (D) aufweist, welcher kleiner ist als ein Innendurchmesser (d) der Kraftstoffverteilerleiste (7).
14. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Kraftstoffleitung (8) beidseits der Kraftstoffverteilerleiste (7) über jeweils zumindest ein erstes Dichtelement (14) – vorzugsweise eine O-Ringdichtung – gasdicht und/oder flüssigkeitsdicht abgedichtet ist.
15. Brennkraftmaschine (1), nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass jede Kraftstoffleitung (8) mit einem zugeordneten Kraftstoffinjektor (6) verbunden und gasdicht und/oder flüssigkeitsdicht über ein zweites Dichtelement (16) – vorzugsweise eine O-Ringdichtung – abgedichtet ist.
16. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Kraftstoffverteilerleiste (7) mit dem Zylinderkopf (2) oder dem Nockenwellengehäuse (3) mitgegossen oder in den Zylinderkopf (2) oder das Nockenwellengehäuse (3) durch spanende oder spanlose Bearbeitung eingearbeitet ist.

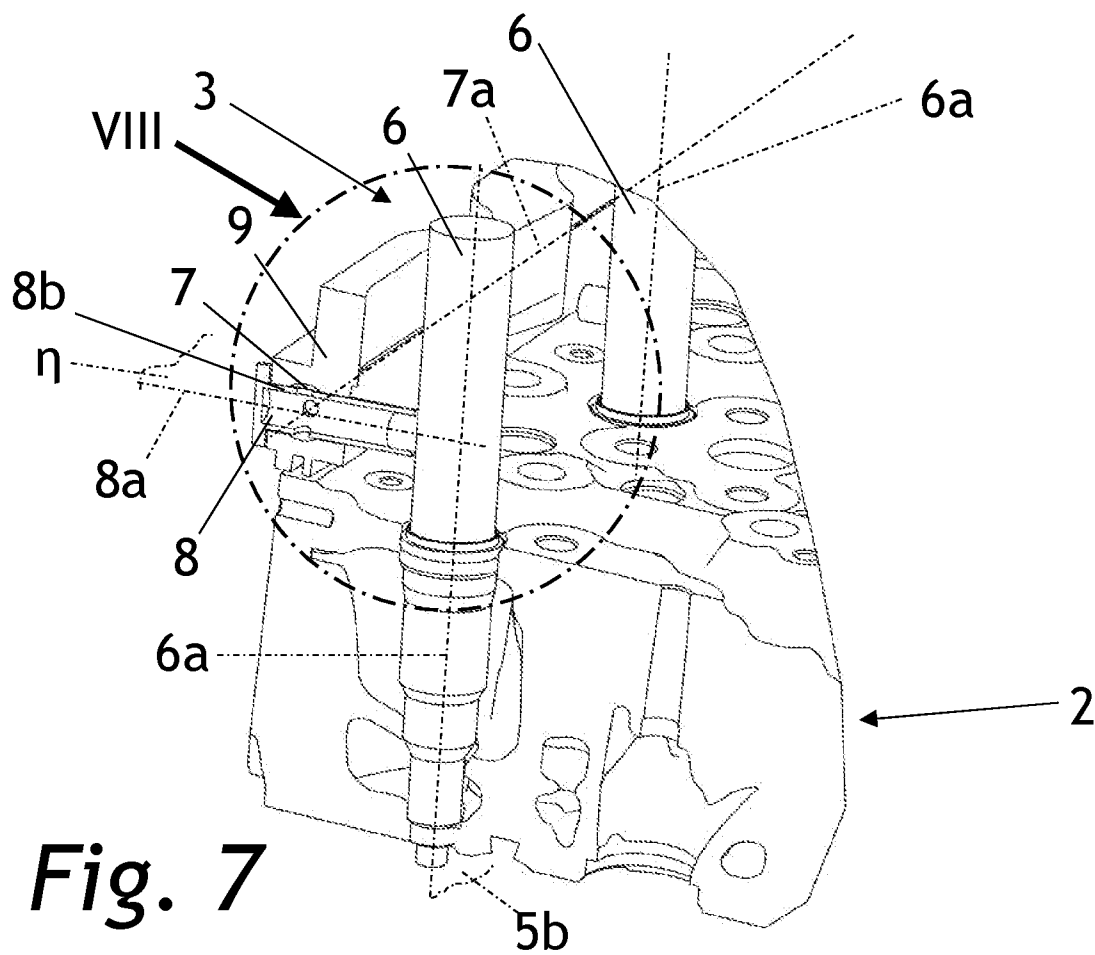
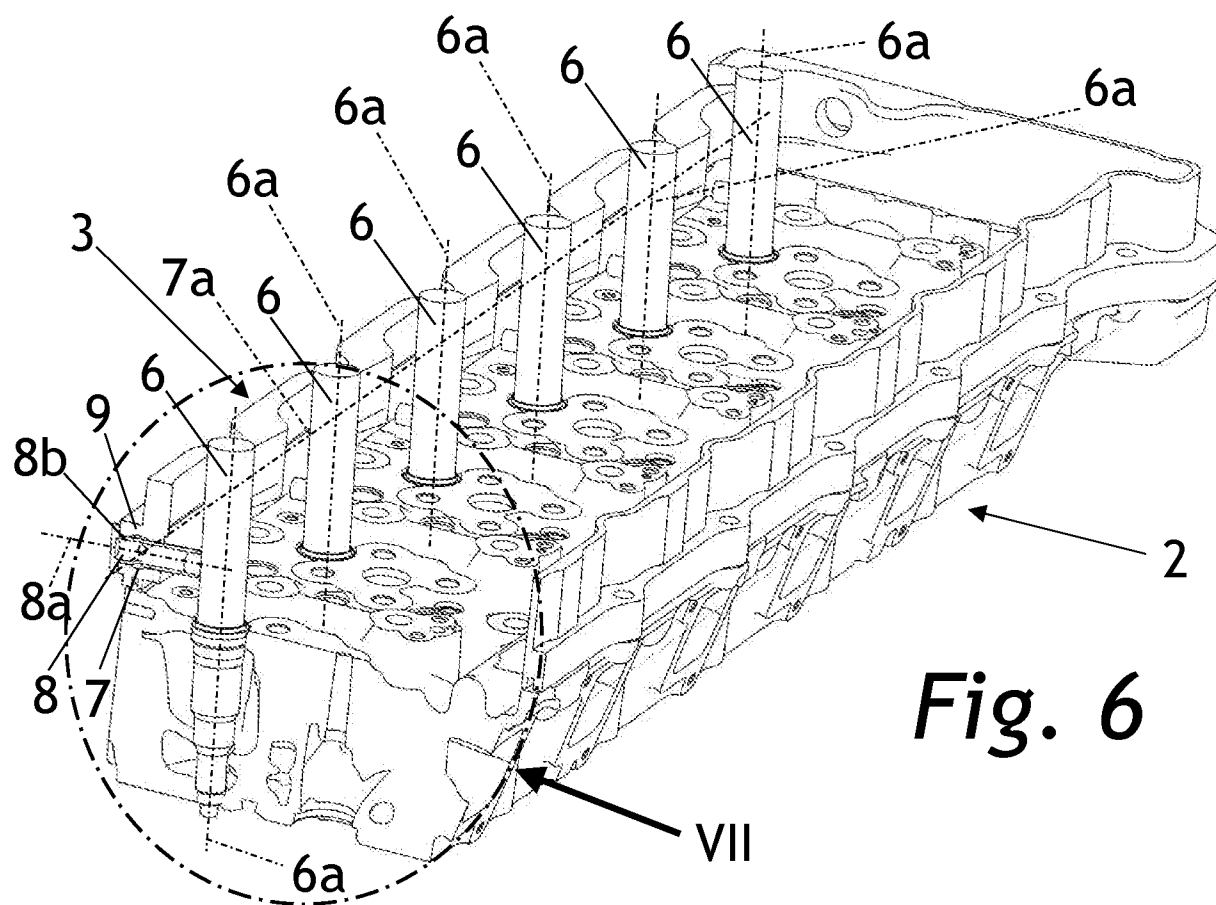
16.05.2024
FU/iv

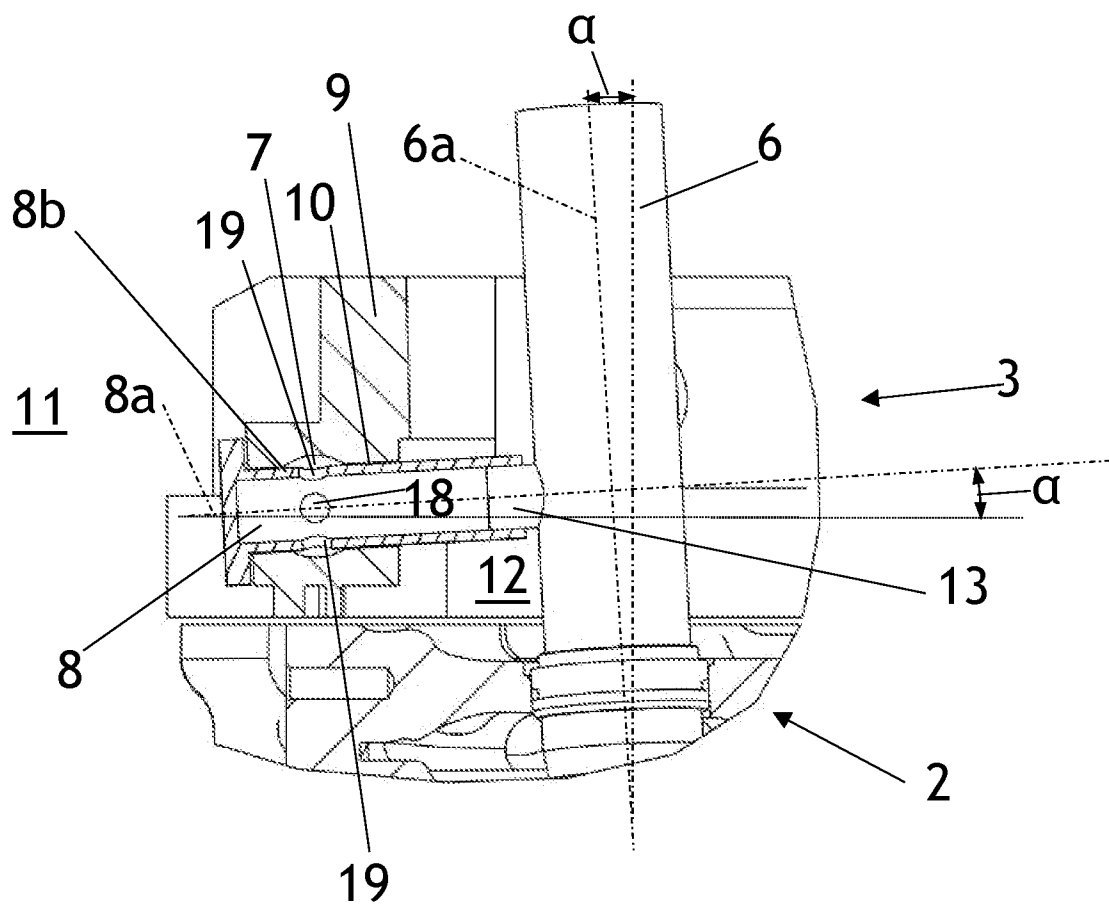
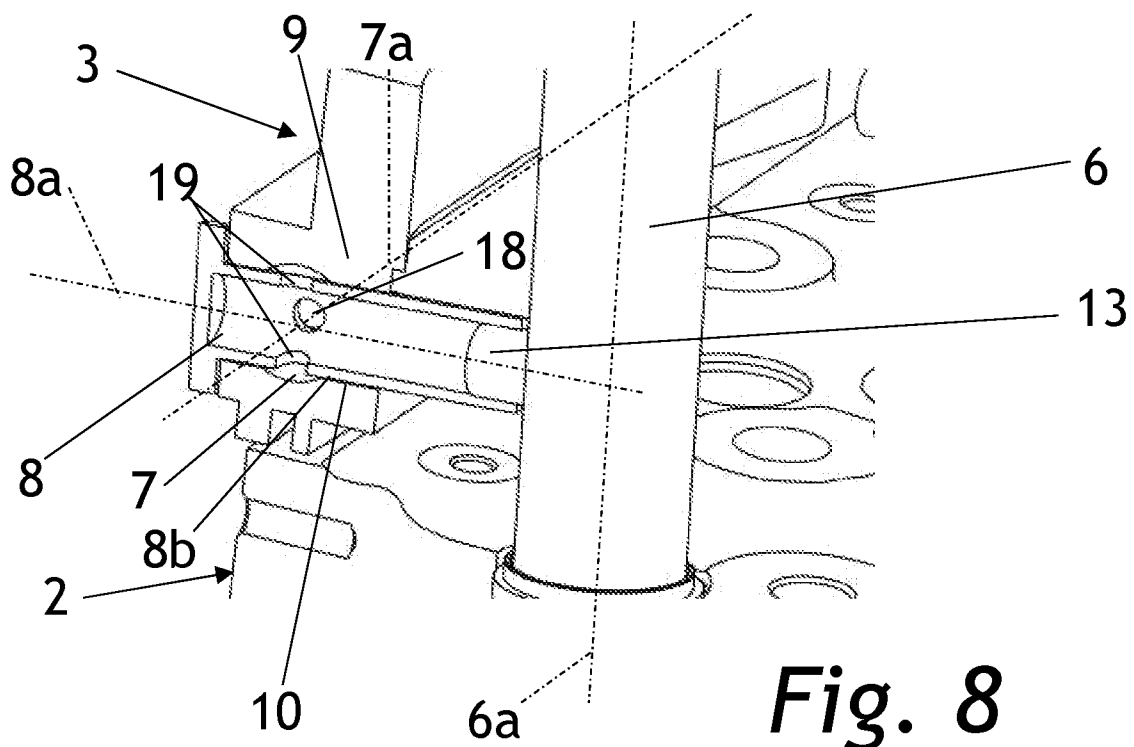
*Fig. 1**Fig. 10*



**Fig. 4****Fig. 5**

4/5





Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:

F02M 55/02 (2006.01); **F02M 55/00** (2006.01); **F02F 7/00** (2006.01); **F02M 21/02** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:

F02M 55/025 (2013.01); **F02M 55/005** (2013.01); **F02F 7/006** (2021.01); **F02M 21/0206** (2013.01); **F02B 2043/106** (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):

F02M, F02F, F02B

Konsultierte Online-Datenbank:

KIME

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 16.05.2024 eingereichten Ansprüchen 1 - 16 erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	DE 19801171 C1 (DAIMLER CHRYSLER AG) 15. April 1999 (15.04.1999)	1, 2, 9, 11, 13 - 16
Y ₁	Fig. 3 (insb. Bezugszeichen 2, 7, 15); Beschreibung zu Fig. 3; Ansprüche	3 - 6, 8, 10
X	DE 19915792 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG) 19. Oktober 2000 (15.04.1999)	1, 2, 9, 11, 13 - 16
Y ₂	Fig. 1 (insb. Bezugszeichen 2, 11, 14, 18); Ansprüche	3, 6 - 8
X	DE 102010005064 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 21. Juli 2011 (21.07.2011)	1, 2, 9 - 11, 13 - 16
Y ₃	Fig. 1 (insb. Bezugszeichen 1, 11); Absätze [0008], [0010] und [0014]	3, 6 - 8
Y ₁	JP 3371620 B2 (ISUZU MOTORS LTD) 27. Januar 2003 (27.01.2003)	3 - 6, 8, 10
Y ₂	Fig. 1 (insb. Bezugszeichen 26, 41, 42, 43)	
Y ₂	DE 102004036871 A1 (DEUTZ AG) 16. Februar 2006 (16.02.2006)	3, 6 - 8
Y ₃	Fig. 1 und 2 (insb. Bezugszeichen 1, 2a, 3a, 3b, 4); Absatz [0016]	
Y ₃	DE 19946611 A1 (BOSCH GMBH ROBERT) 12. April 2001 (12.04.2001)	3, 6 - 8
	Fig. 1 (insb. Bezugszeichen 1, 6, 7); Ansprüche	
Datum der Beendigung der Recherche: 25.11.2024		
Seite 1 von 1		Prüfer(in): THALHAMMER Christian

^{*)} Kategorien der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung von Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert.
- P** Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein „älteres Recht“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.