



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 54 480 A1** 2005.06.23

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 54 480.1**  
(22) Anmeldetag: **21.11.2003**  
(43) Offenlegungstag: **23.06.2005**

(51) Int Cl.7: **F01L 3/22**  
**F02F 1/42**

(71) Anmelder:  
**Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE**

(74) Vertreter:  
**Zeitler, Volpert, Kandlbinder, 80539 München**

(72) Erfinder:  
**Suck, Gerrit, Dr.-Ing., 31275 Lehrte, DE; Söhlke, Günter, Dipl.-Ing., 38518 Gifhorn, DE; Strich, Reinhard, Dipl.-Ing., 38527 Meine, DE; Schille, Volker, Dipl.-Ing., 09619 Mulda, DE; Fladung, Oliver, Dipl.-Ing., 38118 Braunschweig, DE; Quandt, Hans-Jürgen, Dipl.-Ing., 38442 Wolfsburg, DE; Groer, Hans Günter, Dipl.-Ing., 38542 Leiferde, DE; Stiebels, Bernd, Dipl.-Ing., 38528 Adenbüttel, DE; Walkling, Friedhelm, Dipl.-Ing., 38114 Braunschweig, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

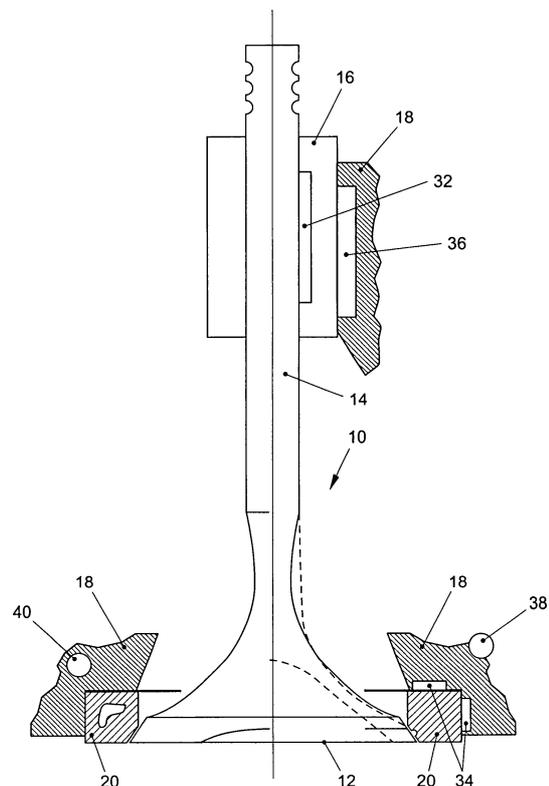
**DE 36 15 018 C1**  
**DE 101 17 527 A1**  
**DE 100 34 773 A1**  
**DE 42 42 398 A1**  
**DE 6 67 007 A**  
**US 41 08 132 A**  
**EP 06 28 702 A1**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Brennkraftmaschine mit Einlassventilanordnung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine, insbesondere Ottomotor, insbesondere eines Kraftfahrzeuges, mit Einlassventilen (10) und mit einer Einspritzvorrichtung für Kraftstoff, welche derart angeordnet und ausgebildet ist, daß diese den Kraftstoff direkt in einen Brennraum von Arbeitszylindern der Brennkraftmaschine einspritzt, wobei für jedes Einlassventil (10) in einem Zylinderkopf (18) der Brennkraftmaschine eine Ventilführung (16), welche einen Ventilschaft (14) des Einlassventils (10) führt, sowie ein Einlassventilsitz mit jeweils einem Einlassventilsitzring (20), an dem ein Ventilteller (12) des Einlassventils (10) in geschlossenem Zustand anliegt, vorgesehen ist. Hierbei ist im Zylinderkopf (18) wenigstens ein Hohlraum (34, 36) benachbart zur Ventilführung (16) und/oder zum Einlassventilsitzring (20) derart angeordnet und ausgebildet, daß dieser Hohlraum (34, 36) einen Wärmeübergang von der Ventilführung (16) bzw. dem Einlassventilsitzring (20) zum Zylinderkopf (18) reduziert.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine, insbesondere Ottomotor, insbesondere eines Kraftfahrzeuges, mit Einlaßventilen und mit einer Einspritzvorrichtung für Kraftstoff, welche derart angeordnet und ausgebildet ist, daß diese den Kraftstoff direkt in einen Brennraum von Arbeitszylindern der Brennkraftmaschine einspritzt, wobei für jedes Einlaßventil in einem Zylinderkopf der Brennkraftmaschine eine Ventilführung, welche einen Ventilschaft des Einlaßventiles führt, sowie ein Einlaßventilsitz mit jeweils einem Einlaßventilsitzring, an dem ein Ventilteller des Einlaßventils in geschlossenem Zustand anliegt, vorgesehen ist, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

## Stand der Technik

**[0002]** Benzinmotoren mit Direkteinspritzung des Kraftstoffes in den Brennraum, d.h. nicht in den Ansaugtrakt, leiden besonders an dem Problem der Bauteilverkokung. Eine Verkokung tritt besonders an der Ventilkehlung von Einlaßventilen auf. Eine genauere Analyse, wie es zu dieser Verkokung kommt gibt folgendes Ergebnis: Zuerst bilden Öl- und Kraftstoffkomponenten einen klebrigen Belag auf den Bauteilen. Dabei handelt es sich vorrangig um langkettige und verzweigte Kohlenwasserstoffe, d.h. die schwer flüchtigen Komponenten von Öl und Kraftstoff. Aromaten kleben hierbei besonders gut. Dieser klebrige Grundbelag dient als Grundlage für die Ablagerung von Rußpartikeln. Dadurch entsteht eine poröse Oberfläche, in die sich wiederum Öl- und Kraftstoffkomponenten einlagern. Dieser Vorgang stellt einen Kreisprozeß dar, durch den die Schichtdicke der Verkokung ständig zunimmt. Vor allem im Bereich der Einlaßventile stammen die Ablagerungen aus Blow-By-Gasen sowie innerer und externer Abgasrückführung, wobei die Blow-By-Gase sowie das zurückgeführte Abgas mit dem Einlaßventil direkt in Berührung kommt.

**[0003]** Insbesondere im Bereich der Ventilkehlung der Einlaßventile ist eine übermäßige Verkokung aus folgenden Gründen äußerst negativ: Bei Otto-Direkteinspritzern ist die erfolgreiche Entflammung der geschichteten Ladung erheblich von einer korrekten Ausbildung der Zylinderinnenströmung abhängig, die für einen sicheren Transport des eingespritzten Kraftstoffes zur Zündkerze sorgt, um dort eine sichere Entflammung zu gewährleisten. Ein Verkokungsbelag des Einlaßventils im Bereich der Ventilkehlung kann jedoch die Tumbleströmung ggf. so stark stören, daß es als Folge davon zu Zündaussetzern kommt. Diese können jedoch u.U. zu einer irreversiblen Schädigung eines im Abgastrakt angeordneten Katalysators zur Abgasreinigung führen. Ferner bildet der Verkokungsbelag des Einlaßventils im Bereich der Ventilkehlung einen Strömungswiderstand

aus, der besonders im oberen Last- und Drehzahlbereich der Brennkraftmaschine zu erheblichen Leistungsverlusten aufgrund unzureichender Zylinderfüllung führen kann. Desweiteren verhindert der Verkokungsbelag des Einlaßventils im Bereich der Ventilkehlung ggf. einen korrekten Ventilschluß, so daß es zu Kompressionsverlusten und damit sporadischen Zündaussetzern kommt. Wiederum könnte dadurch der Katalysator irreversibel geschädigt werden. Von dem Verkokungsbelag des Einlaßventils im Bereich der Ventilkehlung können sich ggf. kleine Partikel lösen und in den Katalysator gelangen. Dort sind diese heißen Partikel ggf. Ursache für Sekundärreaktionen mit entsprechender lokaler Schädigung des Katalysators. Beispielsweise brennt sich ein Loch in die Katalysatorstruktur.

**[0004]** Insbesondere am Ventilschaft stromab eines Trennbleches im Einlaßkanal zeigen sich kugelförmige Ablagerungen. Durch das Abtropfen von schwer siedenden Kohlenwasserstoffen von dem Trennblech gegen den Ventilhalb bzw. Ventilschaft bauen sich dort mit der Zeit kugelförmige Verkokungen nach dem zuvor erläuterten Ablauf auf. Diese Ablagerungen am Ventilschaft können durch unerwünschte Verwirbelungen und turbulente Strömungen um die kugelige Verkokung Strömungsdefizite zur Folge haben. Eine Ausbildung der stabilen Tumbleströmung von Zyklus zu Zyklus ist dadurch ggf. nachhaltig gestört.

**[0005]** Eine naheliegende Lösung wäre, diese Quellen für Ablagerungen beispielsweise vom Einlaßventil dadurch fern zu halten daß man auf die Einleitung von Blow-By-Gasen in den Ansaugtrakt sowie auf eine Abgasrückführung ganz verzichtet. Jedoch ist bei den Brennverfahren von modernen Hubkolbenbrennkraftmaschinen aus Emissions- und Verbrauchsgründen zumindest eine externe Abgasrückführung sowie das Einleiten von Blow-By-Gasen in den Ansaugtrakt zwingend erforderlich, so daß dieser Ansatz nicht möglich ist.

**[0006]** Aus der US 4 809 662 ist es bekannt, einen Zündzeitpunkt soweit vor zu verstellen, daß sich eine erhöhte Temperatur im Brennraum ergibt, so daß dieser von Ablagerungen gereinigt wird.

**[0007]** Die EP 0 785 350 A2 beschreibt eine Kühlmaßnahme für eine Austrittsöffnung einer Kraftstoffeinspritzung, um Ablagerungen an der Einspritzöffnung zu verhindern. In ähnlicher Weise ist es aus der DE 197 47 268 A1 bekannt, durch Einspritzen von Zusatzflüssigkeit einen Düsenkörper der Einspritzdüse zu kühlen, was einer Verkokung der Düsenbohrung entgegen wirken soll.

**[0008]** Um Ablagerungen an der Einspritzdüse zu verhindern ist es aus der EP 0 798 560 A1 bekannt, auf einer Düsenhalteroberfläche etwas Kraftstoff zu

halten.

**[0009]** Mit einer Verhinderung der Verkokung der Zündkerze beschäftigt sich die DE 197 56 119 A1. Hierzu wird von einem Steuergerät die Einspritzung von Kraftstoff vor der Entzündung desselben beendet. Dies soll die Verkokung der Zündkerze insbesondere beim Starten der Brennkraftmaschine vermeiden. In der DE 199 11 023 A1 wird zur Vermeidung der Verkokung der Zündkerze der Kraftstoff derart kegelförmig eingespritzt, daß eine Benetzung der Zündkerze mit Kraftstoff vermieden ist. Die US 5 913 302 beschreibt eine Reinigungsstrategie für eine Zündkerze einer Zweitakt-Brennkraftmaschine. Hierzu wird eine Zünddauer kurzfristig verlängert, wodurch Kohlenstoffablagerungen an der Zündkerze abgebaut werden.

**[0010]** Die US 4 703 734 beschreibt eine Ventilüberschneidung und ein sequentielles Öffnen von Einlaßventilen für den Betrieb bei niedrigen Drehzahlen sowie für den Betrieb bei hohen Drehzahlen, um die Ausbildung von Kohlenstoffablagerungen zu verhindern.

**[0011]** Aus der DE 31 33 223 A1 ist ein Verbrennungsmotor bekannt, bei dem Brennraum- sowie Ansaugrohrwandungen, welche in Kontakt mit dem zu zündenden Kraftstoff-Luft-Gemisch bzw. Verbrennungsgasen kommen, mit einem derartigen Material beschichtet sind, daß sich an diesen beschichteten Wandungen im Betrieb der Brennkraftmaschine derart hohe Temperaturen einstellen, daß eine Bildung von Ablagerung verhindert ist. Gleichzeitig ist jedoch die Wärmekapazität derart niedrig gehalten, daß die beschichtete Wandung eine Temperatur von während der Ansaug- und Kompressionstakte ankommendem Kraftstoff-Luft-Gemisch nicht wesentlich erhöhen.

**[0012]** Aus der EP 0 048 333 A1 ist es bekannt, ein Einlaßventil mit einem Schild im Bereich der Ventilkehlung zu versehen, um durch niedrige Oberflächentemperatur einer Verkokung entgegen zu wirken.

**[0013]** Aus der DE 199 45 813 A1 ist ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine bekannt, wobei bei Erkennen von Ablagerungen im Brennraum gezielte Maßnahmen zur Reinigung des Brennraums eingeleitet werden. Es wird beispielsweise eine klopfende Verbrennung herbeigeführt und/oder der angesaugten Verbrennungsluft eine Reinigungsflüssigkeit zugesetzt.

**[0014]** Aus der DE 101 17 519 A1 ist es bekannt, einen Sitzring für ein Einlaßventil mit einem Werkstoff mit niedriger Wärmeleitfähigkeit vorzusehen. Dies dient dem Zweck, einen Wärmeabgang im Bereich der Sitzfläche zu reduzieren und eine Temperatur des

Einlaßventils zu erhöhen. Dadurch sollen Temperaturen von über 380°C erreicht werden, bei denen Verkokungsablagerungen abgebaut werden.

**[0015]** Aus der DE 195 18 501 A1 ist eine keramische Ventilfehrungsanordnung für ein Einlaßventil und ein Auslaßventil bekannt.

#### Aufgabenstellung

**[0016]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Brennkraftmaschine der obengenannten Art dahingehend zu verbessern, daß eine übermäßige Verkokung an Einlaßventilen der Brennkraftmaschine verhindert ist.

**[0017]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Brennkraftmaschine der o.g. Art mit den in Anspruch 1 gekennzeichneten Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

**[0018]** Dazu ist es bei einer Brennkraftmaschine der o.g. Art erfindungsgemäß vorgesehen, daß im Zylinderkopf wenigstens ein Hohlraum benachbart zur Ventilfehrung und/oder zum Einlaßventilsitzring derart angeordnet und ausgebildet ist, daß dieser Hohlraum einen Wärmeübergang von der Ventilfehrung bzw. dem Einlaßventilsitzring zum Zylinderkopf reduziert.

**[0019]** Dies hat den Vorteil, daß sich durch die verminderte Wärmeleitung von der Ventilfehrung bzw. dem Einlaßventilsitzring zum Zylinderkopf bereits bei solchen Betriebszuständen der Brennkraftmaschine eine derart hohe Oberflächentemperatur am Einlaßventil einstellt, die einer Bildung von Verkokungsablagerungen entgegenwirkt oder ggf. vorhandene Verkokungsablagerungen abbaut, bei denen ansonsten lediglich niedrigere Oberflächentemperaturen an den Einlaßventilen erreicht werden.

**[0020]** Zum wirksamen Abbau von ggf. sich aufbauenden Verkokungsablagerungen weist wenigstens ein Einlaßventil eine katalytische oder autokatalytische Beschichtung wenigstens im Bereich eines Einlaßventiltellers und/oder einer Ventilkehlung auf. Die katalytische Beschichtung umfaßt beispielsweise Pt oder Vanadiumnitrid (VN), ist optional mikrorauh ausgebildet und ist in einer bevorzugten Weiterbildung oxidiert, insbesondere Vanadiumpentoxid ( $V_2O_5$ ) umfassend, ausgebildet.

**[0021]** Beispielsweise ist der Hohlraum als Fluidtasche, insbesondere Lufttasche, oder Vakuumentasche ausgebildet.

**[0022]** Zur Wärmeisolation im Bereich einer Anlagefläche der Ventilfehrung zum Zylinderkopf ist wenigstens ein Hohlraum im Bereich einer Anlagefläche des

Zylinderkopf an der Ventilführung ausgebildet und weist optional zur Ventilführung hin eine Öffnung auf. Alternativ oder zusätzlich ist wenigstens ein Hohlraum im Bereich einer Anlagefläche des Zylinderkopfes am Einlaßventilsitzring ausgebildet und weist optional zum Einlaßventilsitzring hin eine Öffnung auf. Die Öffnung zur Ventilführung bzw. zum Einlaßventilsitzring hin reduziert zusätzlich eine wärmeübertragende Kontaktfläche zwischen dem Einlaßventil und dem Zylinderkopf.

**[0023]** In einer bevorzugten Weiterbildung ist es erfindungsgemäß vorgesehen, daß wenigstens ein Einlaßventilsitzring wenigstens einen Hohlraum aufweist, welcher derart angeordnet und ausgebildet ist, daß dieser Hohlraum eine Wärmeleitung durch den Einlaßventilsitzring reduziert. Beispielsweise ist der Hohlraum als Fluidtasche, insbesondere Lufttasche, oder Vakuumentasche ausgebildet.

**[0024]** Dies hat den Vorteil, daß sich durch die verminderte Wärmeleitung durch den Einlaßventilsitzring bereits bei solchen Betriebszuständen der Brennkraftmaschine eine derart hohe Oberflächentemperatur am Einlaßventil einstellt, die einer Bildung von Verkokungsablagerungen entgegenwirkt oder ggf. vorhandene Verkokungsablagerungen abbaut, bei denen ansonsten lediglich niedrigere Oberflächentemperaturen an den Einlaßventilen erreicht werden.

**[0025]** Zur Wärmeisolation im Bereich einer Anlagefläche des Einlaßventilsitzringes zum Zylinderkopf ist wenigstens ein Hohlraum im Bereich einer Anlagefläche des Einlaßventilsitzringes am Zylinderkopf ausgebildet und weist optional zum Zylinderkopf hin und/oder zum Brennraum hin oder zum Einlassventilteller hin eine Öffnung auf, wobei der Hohlraum insbesondere kalottenförmig ausgebildet ist. Dies reduziert zusätzlich eine wärmeübertragende Kontaktfläche zwischen dem Einlaßventilsitzring und dem Zylinderkopf.

**[0026]** Beispielsweise ist wenigstens ein Hohlraum vollständig und geschlossen innerhalb des Einlaßventilsitzringes ausgebildet.

**[0027]** In einer bevorzugten Weiterbildung ist es erfindungsgemäß vorgesehen, daß wenigstens eine der Ventilführungen einen Hohlraum aufweist, welcher derart angeordnet und ausgebildet ist, daß dieser Hohlraum eine Wärmeleitung durch die Ventilführung reduziert. Beispielsweise ist der Hohlraum als Fluidtasche, insbesondere Lufttasche, oder Vakuumentasche ausgebildet.

**[0028]** Dies hat den Vorteil, daß sich durch die verminderte Wärmeleitung durch die Ventilführung bereits bei solchen Betriebszuständen der Brennkraftmaschine eine derart hohe Oberflächentemperatur

am Einlaßventil einstellt, die einer Bildung von Verkokungsablagerungen entgegenwirkt oder ggf. vorhandene Verkokungsablagerungen abbaut, bei denen ansonsten lediglich niedrigere Oberflächentemperaturen an den Einlaßventilen erreicht werden.

**[0029]** Zur Wärmeisolation im Bereich einer Anlagefläche der Ventilführung zum Zylinderkopf ist wenigstens ein Hohlraum im Bereich einer Anlagefläche der Ventilführung am Zylinderkopf ausgebildet und weist optional zum Zylinderkopf hin eine Öffnung auf. Alternativ oder zusätzlich ist wenigstens ein Hohlraum im Bereich einer Anlagefläche der Ventilführung am Ventilschaft ausgebildet und weist optional zur Ventilschaftführung hin eine Öffnung auf. Die Öffnung zum Zylinderkopf bzw. Ventilschaft hin reduziert zusätzlich eine wärmeübertragende Kontaktfläche zwischen dem Einlaßventil und dem Zylinderkopf.

**[0030]** Beispielsweise ist wenigstens ein Hohlraum vollständig und geschlossen innerhalb der Ventilführung ausgebildet.

#### Ausführungsbeispiel

**[0031]** Weitere Merkmale, Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, sowie aus der nachstehenden Beschreibung der Erfindung anhand der beigelegten Zeichnung. Diese zeigt in

**[0032]** [Fig. 1](#) eine erste bevorzugte Ausführungsform einer Einlaßventilanordnung einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine in schematischer Schnittansicht,

**[0033]** [Fig. 2](#) eine zweite bevorzugte Ausführungsform einer Einlaßventilanordnung einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine in schematischer Schnittansicht und

**[0034]** [Fig. 3](#) eine dritte bevorzugte Ausführungsform einer Einlaßventilanordnung einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine in schematischer Schnittansicht und

**[0035]** [Fig. 4](#) eine vierte bevorzugte Ausführungsform einer Einlaßventilanordnung einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine in schematischer Schnittansicht.

**[0036]** Die in [Fig. 1](#) dargestellte erste bevorzugte Ausführungsform einer Einlaßventilanordnung einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine umfaßt ein Einlaßventil **10** mit einem Ventilteller **12** und einem Ventilschaft **14**, welcher in einer Ventilführung **16** geführt ist. In einem Zylinderkopf **18** der Brennkraftmaschine ist ein Einlaßventilsitz mittels eines Einlaßventilsitzringes **20** ausgebildet. Hierbei liegt der Einlaßventilsitzring **20** mit einer Seite an dem Zylinderkopf

**18** an und bildet mit der gegenüberliegenden Seite einen Anschlag für den Einlaßventilteller **12**.

**[0037]** Es ist in dem Einlaßventilsitzring **20** wenigstens ein Hohlraum **22**, **24** ausgebildet. Dieser Hohlraum ist beispielsweise als geschlossener Hohlraum **22** oder als offener Hohlraum **24** ausgebildet. Der offene Hohlraum **24** ist im Bereich derjenigen Seite bzw. Seiten des Einlaßventilsitzringes **20** angeordnet, die an dem Zylinderkopf **18** anliegt bzw. anliegen und ist zu einer Fläche des Zylinderkopfes **18** hin offen. Der Hohlraum **22**, **24** ist beispielsweise als Lufttasche ausgebildet und bewirkt einen schlechteren Wärmeübergang vom Einlaßventilteller **20** zum Zylinderkopf **18** bzw. stellt eine Wärmeisolation zwischen dem Einlaßventilteller **20** und dem Zylinderkopf **18** dar. Hierdurch ergibt sich im Betrieb der Brennkraftmaschine bei gleichem Betriebszustand wegen der geringeren Wärmeableitung von dem Einlaßventil **10** eine höhere Oberflächentemperatur am Einlaßventil als ohne diese Hohlräume **22**, **24**. Die zum Zylinderkopf **18** hin offenen Hohlräume **24** haben den zusätzlichen Effekt, daß eine Berührungsfläche zwischen dem Einlaßventilsitzring **20** und dem Zylinderkopf **18** reduziert ist, wodurch sich noch zusätzlich ein geringerer Wärmeübergang vom Einlaßventil **10** bzw. dem Einlaßventilteller **12** zum Zylinderkopf **18** ergibt.

**[0038]** Zusätzlich unterstützen läßt sich dieser Effekt der höheren Oberflächentemperatur durch folgende weitere Maßnahmen: Eine Verringerung der Breite des Sitzringes und/oder eine Einbringung einer radialen, kalottenförmigen Ausnehmung **26** im Bereich der Anlagefläche des Einlaßventiltellers **12** am Einlaßventilsitzring **20** verringert eine Auflagefläche zwischen dem Einlaßventilteller **12** und dem Einlaßventilsitzring **20** so daß sich eine entsprechend reduzierte Wärmeleitung zwischen diesen Bauteilen ergibt. Außerdem ergibt sich ein wärmeisolierender Luftspalt zwischen dem Einlaßventilteller **12** und dem Einlaßventilsitzring **20**. Gleichzeitig bleibt die Sitzbreite konstant. Der Einsatz eines Sitzringwerkstoffes mit sehr geringer Wärmeleitfähigkeit bietet eine weitere zusätzliche Wärmeisolation zwischen dem Einlaßventilteller **12** und dem Zylinderkopf **18**. Ein Einlaßventilwerkstoff mit guter Wärmeleitung. Vergrößerte Ventilüberschneidungsphasen, was zu einer zusätzlichen Erwärmung der Oberfläche des Einlaßventiltellers **12** durch rückströmendes Abgas (sogen. Backflow) führt. Verbau eines Ventils mit einem Ventilkopf mit größerem Durchmesser und größerer Kalottenausführung des Einlaßventilkopfes, was eine größere Aufnahme von Wärmeenergie durch eine vergrößerte Fläche ergibt. Ein dickerer Ventilschaft **14** im Bereich der unteren Schaftgeometrie leitet Wärme weiter nach oben.

**[0039]** Alle Maßnahmen zur Wärmeisolation zwischen dem Einlaßventilteller **12** und dem Zylinderkopf **18** sind besonders effektiv, da es sich herausge-

stellt hat, daß über den Einlaßventilsitz die meiste Wärmeenergie vom Einlaßventil **10** bzw. dem Einlaßventilteller **12** abströmt.

**[0040]** [Fig. 2](#) zeigt eine zweite bevorzugte Ausführungsform einer Einlaßventilanordnung einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine wobei funktionsgleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen wie in [Fig. 1](#) versehen sind, so daß zu deren Erläuterung auf die obige Beschreibung der [Fig. 1](#) verwiesen wird. Es ist in der Ventilführung **16** wenigstens ein Hohlraum **28**, **30**, **32** ausgebildet. Dieser Hohlraum **28**, **30**, **32** ist beispielsweise als geschlossener Hohlraum **28** oder als offener Hohlraum **30**, **32** ausgebildet. Der offene Hohlraum **30** ist im Bereich derjenigen Seite der Ventilführung **16** angeordnet, die an dem Zylinderkopf **18** anliegt und ist zu einer Fläche des Zylinderkopfes **18** hin offen. Der offene Hohlraum **32** ist im Bereich derjenigen Seite der Ventilführung **16** angeordnet, die an dem Ventilschaft **14** anliegt und ist zu einer Fläche des Ventilschaftes **14** hin offen. Der Hohlraum **28**, **30**, **32** ist beispielsweise als Lufttasche ausgebildet und bewirkt einen schlechteren Wärmeübergang vom Einlaßventil **10** zum Zylinderkopf **18** bzw. stellt eine Wärmeisolation zwischen dem Einlaßventil **10** und dem Zylinderkopf **18** dar. Hierdurch ergibt sich im Betrieb der Brennkraftmaschine bei gleichem Betriebszustand wegen der geringeren Wärmeableitung von dem Einlaßventil **10** eine höhere Oberflächentemperatur am Einlaßventil **10** als ohne diese Hohlräume **28**, **30**, **32**. Die zum Zylinderkopf **18** bzw. Ventilschaft **14** hin offenen Hohlräume **30**, **32** haben den zusätzlichen Effekt, daß eine Berührungsfläche zwischen der Ventilführung und dem Zylinderkopf **18** bzw. dem Ventilschaft **14** reduziert ist, wodurch sich noch zusätzlich ein geringerer Wärmeübergang vom Einlaßventil **10** zum Zylinderkopf **18** ergibt.

**[0041]** Der Hohlraum **30** ist beispielsweise eine mittige Aufweitung der Ventilführung, die einen wärmeisolierenden Luftspalt ergibt. Die Führung des Ventilschaftes **14** erfolgt hierbei lediglich am oberen und unteren Ende der Ventilführung **16**. Der Hohlraum **30** ist beispielsweise eine Lufttasche oder Freidrehung einer äußeren Mantelfläche einer Ventilführungsbuchse der Ventilführung **16**. Dies erzeugt einen wärmeisolierenden Luftspalt zum Zylinderkopf **18**. Der Hohlraum **28** ist beispielsweise eine wärmeisolierende Füllung oder Lufttasche in der Ventilführungsbuchse.

**[0042]** Zusätzlich unterstützen läßt sich dieser Effekt der höheren Oberflächentemperatur durch folgende weitere Maßnahmen: Die Ventilführung **16** ist aus einem Werkstoff mit schlechter Wärmeleitung hergestellt. Es ist eine wärmeisolierende Beschichtung am Außendurchmesser des Ventilschaftes im Bereich der Ventilführung **16** und/oder am Innendurchmesser der Ventilführung **16** vorgesehen.

[0043] [Fig. 3](#) zeigt eine dritte bevorzugte Ausführungsform einer Einlaßventilanordnung einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine wobei funktionsgleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen wie in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) versehen sind, so daß zu deren Erläuterung auf die obige Beschreibung der [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) verwiesen wird. Erfindungsgemäß ist im Zylinderkopf **18** wenigstens ein Hohlraum **36** benachbart zur Ventildföhrung **16** und/oder wenigstens ein Hohlraum **34** benachbart zum Einlaßventilsitzring **20** derart angeordnet und ausgebildet ist, daß dieser Hohlraum **34**, **36** einen Wärmeübergang von der Ventildföhrung **16** bzw. dem Einlaßventilsitzring **20** zum Zylinderkopf **18** behindert bzw. reduziert. Dies erreichen die Hohlräume **34** und **36** einerseits durch eine wärmeisolierende Wirkung und andererseits durch eine reduzierte Kontaktfläche, da die Hohlräume **35** und **36** zur Ventildföhrung **16** bzw. zum Einlaßventilsitzring **20** hin offen sind. Der Hohlraum **34** bzw. **36** ist als Lufttasche ausgebildet und bildet eine Luftspaltisolierung für den Einlaßventilsitzring **20** im Bereich einer Sitzringbohrung bzw. für eine Ventildföhrungsbuchse im Bereich der Ventildföhrung **16** aus.

[0044] Zusätzlich unterstützen läßt sich dieser Effekt der höheren Oberflächentemperatur durch folgende weitere Maßnahmen: Ein Kühlwasserraum **38** ist weiter vom Einlaßventilsitzring **20** entfernt als üblich, wobei Bezugszeichen **40** einen Kühlwasserraum mit herkömmlichem Abstand zum Einlaßventilsitzring **20** darstellt. Eine wärmeisolierende Beschichtung zwischen Zylinderkopf **18** und Ventildföhrung **16**. Anhebung der Kühlwassertemperatur im Bereich der Ventildföhrungen **16** und vor allem im Bereich der Einlaßventilsitzringe **20**. Dies wird beispielsweise durch entsprechende konstruktive Auslegung des Kopfwassermantels oder durch separate Kühlmittelmräume speziell für diesen Bereich erzielt.

[0045] Die erhöhte Oberflächentemperatur durch die oben mit Bezugnahme auf [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) erläuterten Maßnahmen wirkt Verkokungsablagerungen entgegen bzw. föhrt in vorteilhafter Weise zu einem Abbau von Verkokungsablagerungen. Dieser Effekt durch die erhöhte Oberflächentemperatur tritt vor allem bei Einlaßventilen **10** mit autokatalytischer Beschichtung in einem Kehlungsbereich der Einlaßventile **10** besonders effektiv auf. Eine autokatalytische Beschichtung wirkt nur ab dem Erreichen einer Oberflächentemperatur von ca. 180°C einem Verkokungsaufbau entgegen. Diese kritische Wirktemperatur wird herkömmlicherweise in dem unteren Last- und Drehzahlbereich des Kennfeldes der Brennkraftmaschine, wie er beispielsweise im Stadtverkehr vorliegt, noch nicht erreicht. Auch motorspezifisch können bei einigen Motorkonzepten die Wirktemperaturen schlechter erreicht werden. Durch eine entsprechende Ausbildung und Anordnung von Hohlräumen **22**, **24** in dem Einlaßventilsitzring bzw. Hohlräumen **28**, **30**, **32** in der Ventildföhrung **16** bzw. Hohlräumen

**34**, **36** im Zylinderkopf **18** ist es möglich, die Oberflächentemperatur insbesondere in dem Kehlungsbereich des Einlaßventils **10** deutlich anzuheben und damit den Wirkungsbereich der autokatalytischen Beschichtung im Last-Drehzahl-Kennfeld wesentlich auszuweiten, da bereits in solchen Betriebsphasen der Brennkraftmaschine die Wirktemperatur der autokatalytischen Beschichtung erreicht wird, in denen ohne den besonders gemäß o.g. Art ausgebildeten Einlaßventilsitzring **20** bzw. ohne die besonders gemäß o.g. Art ausgebildete Ventildföhrung **16** bzw. ohne den besonders gemäß o.g. Art ausgebildeten Zylinderkopf **18** lediglich niedrigere Oberflächentemperaturen am Einlaßventil **10** erreicht werden.

[0046] Alle der zuvor genannten Hohlräume **22**, **24**; **28**, **30**, **32**; **34**, **36** sind jeweils beispielsweise als Fluidtasche, insbesondere Lufttasche, oder Vakuumtasche ausgebildet.

[0047] Die bezüglich der [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) beschriebenen Maßnahmen zur Wärmeisolation zwischen dem Einlaßventil **10** und dem Zylinderkopf **18** lassen sich auch beliebig miteinander in einer Brennkraftmaschine bzw. einer Einlaßventilanordnung kombinieren.

[0048] [Fig. 4](#) zeigt eine vierte bevorzugte Ausführungsform einer Einlaßventilanordnung einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine wobei funktionsgleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen wie in [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) versehen sind, so daß zu deren Erläuterung auf die obige Beschreibung der [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) verwiesen wird. Bei dieser Ausführungsform ist analog zur ersten Ausführungsform gemäß [Fig. 1](#) ein Hohlraum im Einlaßventilsitzring **20** ausgebildet. Dieser Hohlraum ist zum Zylinderkopf **18** hin und zu einem Brennraum hin, welcher sich in [Fig. 4](#) unter dem Einlaßventilteller **12** befindet, offen. Hierdurch ergibt sich ein wärmeisolierender Spalt zwischen Einlaßventilsitzring **20** und Zylinderkopf **18**, wobei gleichzeitig eine Anlagefläche des Einlaßventiltellers **12** am Einlaßventilsitzring **20** nicht verkleinert ist.

## Patentansprüche

1. Brennkraftmaschine, insbesondere Ottomotor, insbesondere eines Kraftfahrzeuges, mit Einlaßventilen (**10**) und mit einer Einspritzvorrichtung für Kraftstoff, welche derart angeordnet und ausgebildet ist, daß diese den Kraftstoff direkt in einen Brennraum von Arbeitszylindern der Brennkraftmaschine einspritzt, wobei für jedes Einlaßventil (**10**) in einem Zylinderkopf (**18**) der Brennkraftmaschine eine Ventildföhrung (**16**), welche einen Ventilschaft (**14**) des Einlaßventiles (**10**) föhrt, sowie ein Einlaßventilsitz mit jeweils einem Einlaßventilsitzring (**20**), an dem ein Ventilteller (**12**) des Einlaßventils (**10**) in geschlossenem Zustand anliegt, vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Zylinderkopf (**18**) wenigstens

ein Hohlraum (34, 36) benachbart zur Ventilfehrung (16) und/oder zum Einlaßventilsitzring (20) derart angeordnet und ausgebildet ist, daß dieser Hohlraum (34, 36) einen Wärmeübergang von der Ventilfehrung (16) bzw. dem Einlaßventilsitzring (20) zum Zylinderkopf (18) reduziert.

2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Einlaßventil (10) eine katalytische oder autokatalytische Beschichtung wenigstens im Bereich eines Einlaßventiltellers (12) oder einer Kehlung aufweist.

3. Brennkraftmaschine Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die katalytische Beschichtung Pt oder Vanadiumnitrid (VN) umfaßt.

4. Brennkraftmaschine nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung mikrorauh ausgebildet ist.

5. Brennkraftmaschine nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche oxidiert ist, insbesondere Vanadiumpentoxid ( $V_2O_5$ ) umfaßt.

6. Brennkraftmaschine nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Hohlraum (34, 36) als Fluidtasche, insbesondere Lufttasche, oder Vakuumentasche ausgebildet ist.

7. Brennkraftmaschine nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Hohlraum (36) im Bereich einer Anlagefläche des Zylinderkopfes (18) an der Ventilfehrung (16) ausgebildet ist.

8. Brennkraftmaschine nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Hohlraum (36) zur Ventilfehrung (16) hin eine Öffnung aufweist.

9. Brennkraftmaschine nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Hohlraum (34) im Bereich einer Anlagefläche des Zylinderkopfes (18) am Einlaßventilsitzring (20) ausgebildet ist.

10. Brennkraftmaschine nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Hohlraum (34) zum Einlaßventilsitzring (20) hin eine Öffnung aufweist.

11. Brennkraftmaschine nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Einlaßventilsitzring (20) wenigstens einen Hohlraum (22, 24) aufweist, welcher derart angeordnet und ausgebildet ist, daß dieser Hohlraum (22, 24) eine Wärmeleitung durch den Einlaßventilsitzring (20) reduziert.

12. Brennkraftmaschine nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Hohlraum (24, 26) im Bereich einer Anlagefläche des Einlaßventilsitzringes (20) am Zylinderkopf (18) ausgebildet ist.

13. Brennkraftmaschine nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Hohlraum (24, 26) zum Zylinderkopf (18) hin und/oder zum Brennraum hin oder zum Einlassventilteller (12) hin eine Öffnung aufweist, wobei der Hohlraum insbesondere kalottenförmig ausgebildet ist.

14. Brennkraftmaschine nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Hohlraum (22) vollständig und geschlossen innerhalb des Einlaßventilsitzringes (20) ausgebildet ist.

15. Brennkraftmaschine nach wenigstens einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Hohlraum (22, 24) als Fluidtasche, insbesondere Lufttasche, oder Vakuumentasche ausgebildet ist.

16. Brennkraftmaschine nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine der Ventilfehrungen (16) einen Hohlraum (28, 30, 32) aufweist, welcher derart angeordnet und ausgebildet ist, daß dieser Hohlraum (28, 30, 32) eine Wärmeleitung durch die Ventilfehrung (16) reduziert.

17. Brennkraftmaschine nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Hohlraum (30) im Bereich einer Anlagefläche der Ventilfehrung (16) am Zylinderkopf (18) ausgebildet ist.

18. Brennkraftmaschine nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Hohlraum (30) zum Zylinderkopf (18) hin eine Öffnung aufweist.

19. Brennkraftmaschine nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Hohlraum (32) im Bereich einer Anlagefläche der Ventilfehrung (16) am Ventilschaft (14) ausgebildet ist.

20. Brennkraftmaschine nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Hohlraum (32) zum Ventilschaft (14) hin eine Öffnung aufweist.

21. Brennkraftmaschine nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Hohlraum (28) vollständig und geschlossen innerhalb der Ventilfehrung ausgebildet ist.

22. Brennkraftmaschine nach wenigstens einem der Ansprüche 16 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß der Hohlraum (28, 30, 32) als Fluidtasche, insbesondere Lufttasche, oder Vakuumentasche ausgebildet ist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

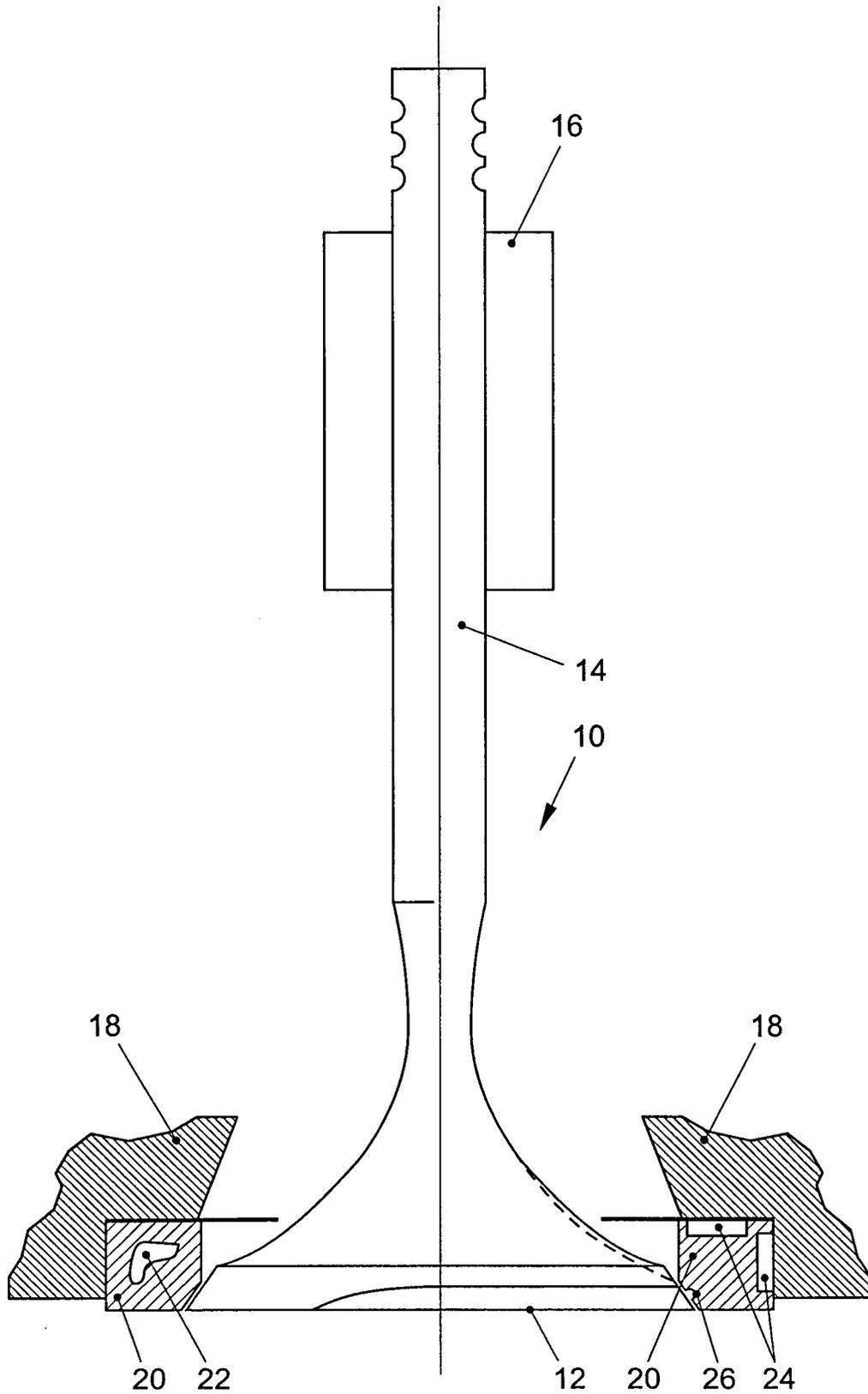


FIG. 1

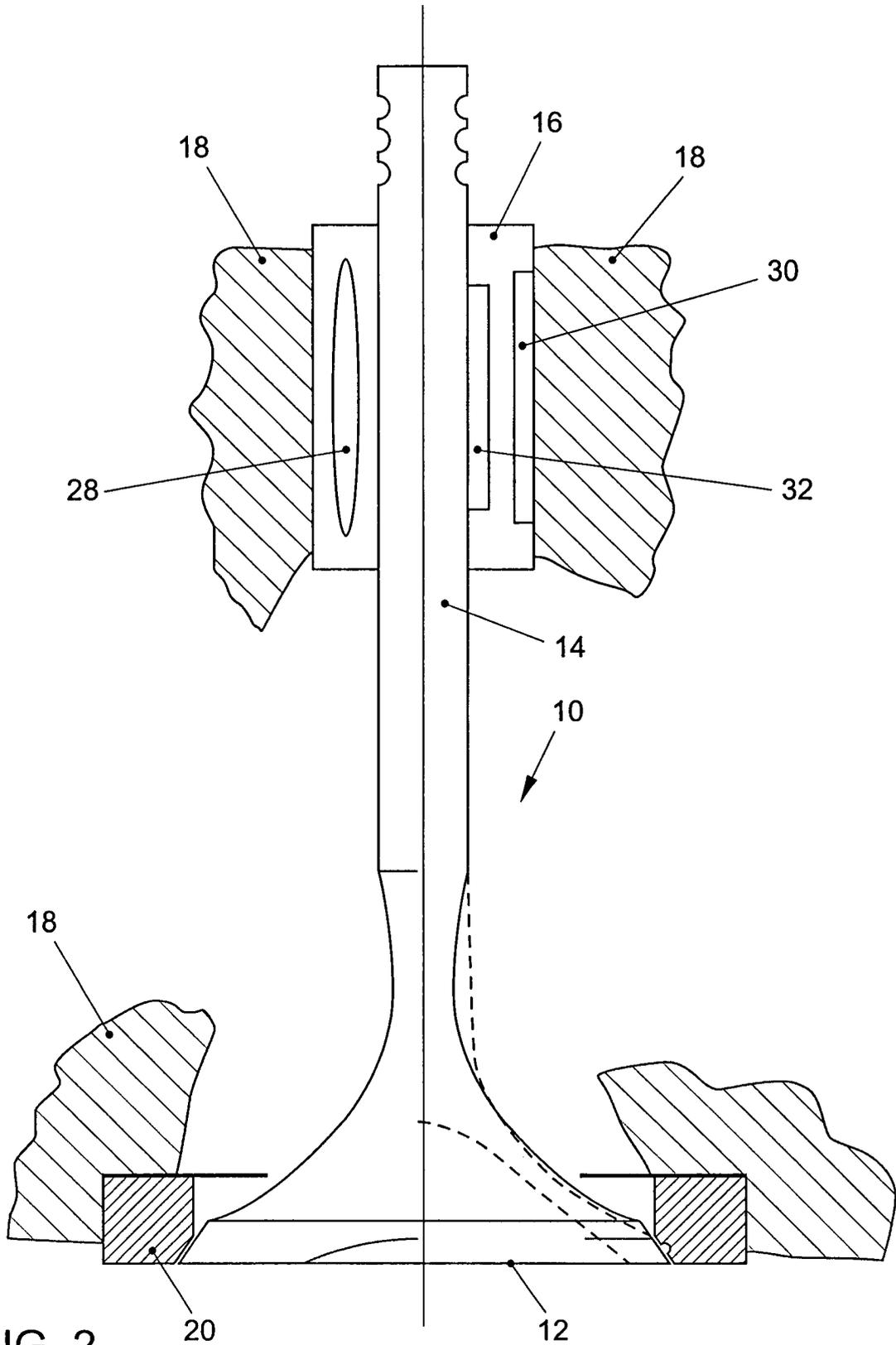


FIG. 2

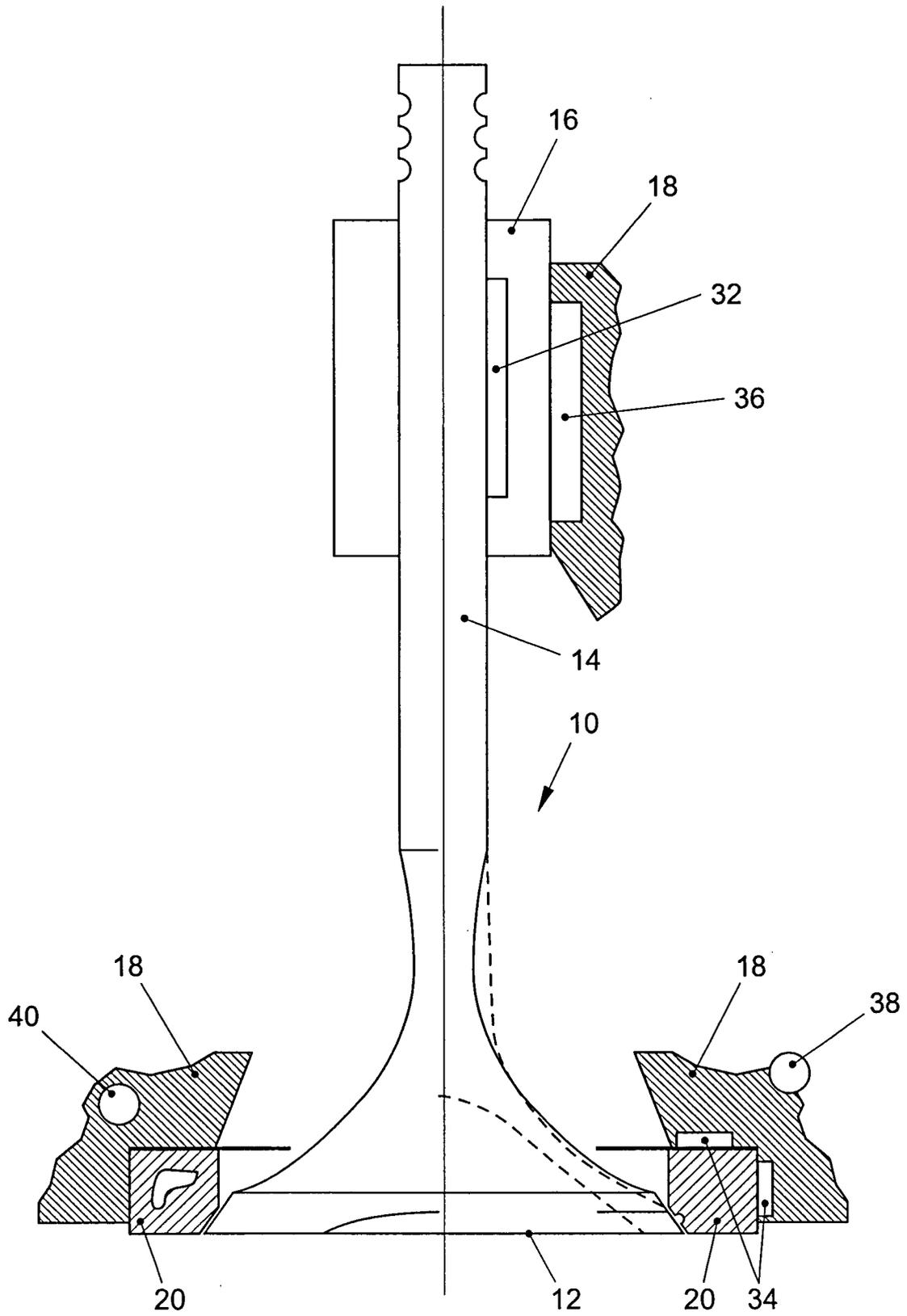


FIG. 3

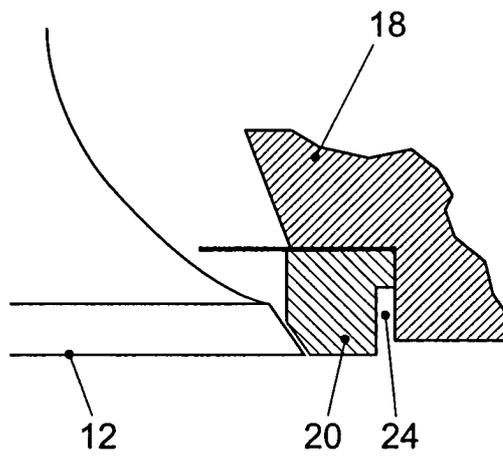


FIG. 4