

(12)

Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: A 50940/2023
(22) Anmeldetag: 21.11.2023
(43) Veröffentlicht am: 15.03.2024

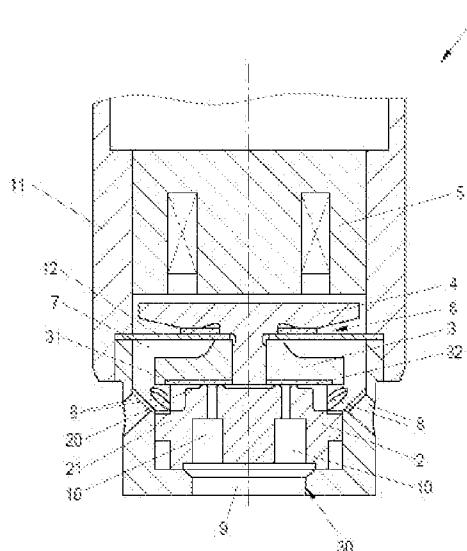
(51) Int. Cl.: **F02M 21/02** (2006.01)
F16K 31/06 (2006.01)

(71) Patentanmelder:
Hoerbiger Wien GmbH
1220 Wien (AT)

(74) Vertreter:
Patentanwälte Pinter & Weiss OG
1040 Wien (AT)

(54) Einblasventil

(57) Für ein einfach herzustellendes Einblasventil, das einen hohen Durchström-Massenstrom ermöglicht, eine hohe Dichtheit gewährleistet und einen niedrigen Verschleiß aufweist, ist vorgesehen, dass am Ventilsitz (2) eine der Ventilplatte (3) zugewandte Stirnfläche (20) vorgesehen ist und die zumindest eine Durchströmöffnung (10) in der Stirnfläche (20) mündet, wobei die Mündung (24) der zumindest einen Durchströmöffnung (10) in der Stirnfläche (20) in Form einer offenen Kurve ausgebildet ist, dass an der Stirnfläche (20) eine Dichterhebung (23) vorgesehen ist, die von der Stirnfläche (20) in axialer Richtung in Richtung des Gasvolumens (7) absteht und die Dichterhebung (23) die zumindest eine Durchströmöffnung (10) vollständig umgibt, und dass am Ventilsitz (2) zumindest ein Anschlag (25) vorgesehen ist, der von der Stirnfläche (20) des Ventilsitzes (2) in axialer Richtung eine Anschlaghöhe (HA) in Richtung des Gasvolumen (7) absteht, wobei ein dem Gasvolumen (7) zugewandtes axiales Ende der Dichterhebung (23) um einen vorgegebenen Differenzabstand (D) weiter in das Gasvolumen (7) hineinragt, als ein dem Gasvolumen (7) zugewandtes axiales Ende des Anschlages (25).



Zusammenfassung

Für ein einfach herzustellendes Einblasventil, das einen hohen Durchström-Massenstrom ermöglicht, eine hohe Dichtheit gewährleistet und einen niedrigen Verschleiß aufweist, ist vorgesehen, dass am Ventilsitz (2) eine der Ventilplatte (3) zugewandte Stirnfläche (20) vorgesehen ist und die zumindest eine Durchströmöffnung (10) in der Stirnfläche (20) mündet, wobei die Mündung (24) der zumindest einen Durchströmöffnung (10) in der Stirnfläche (20) in Form einer offenen Kurve ausgebildet ist, dass an der Stirnfläche (20) eine Dichterhebung (23) vorgesehen ist, die von der Stirnfläche (20) in axialer Richtung in Richtung des Gasvolumens (7) absteht und die Dichterhebung (23) die zumindest eine Durchströmöffnung (10) vollständig umgibt, und dass am Ventilsitz (2) zumindest ein Anschlag (25) vorgesehen ist, der von der Stirnfläche (20) des Ventilsitzes (2) in axialer Richtung eine Anschlaghöhe (HA) in Richtung des Gasvolumen (7) absteht, wobei ein dem Gasvolumen (7) zugewandtes axiales Ende der Dichterhebung (23) um einen vorgegebenen Differenzabstand (D) weiter in das Gasvolumen (7) hineinragt, als ein dem Gasvolumen (7) zugewandtes axiales Ende des Anschlages (25).

Fig. 1

Einblasventil

Die gegenständliche Erfindung betrifft ein Einblasventil mit einem Ventilsitz und einer mit dem Ventilsitz zum Öffnen und Schließen des Einblasventils zusammenwirkenden Ventilplatte, wobei die Ventilplatte mit einem Magnetanker verbunden ist und der Magnetanker mit einem Elektromagneten im Einblasventil zusammenwirkt, um die Ventilplatte zum Öffnen des Einblasventils vom Ventilsitz abzuheben, wobei im Einblasventil ein Gasvolumen vorgesehen ist, das mit einer Einströmöffnung des Einblasventils verbunden ist und ein Ventilkörper des Ventilsitzes das Gasvolumen im Einblasventil zumindest teilweise begrenzt und im Ventilkörper des Ventilsitzes zumindest eine Durchströmöffnung vorgesehen ist, die bei vom Ventilsitz abgehobener Ventilplatte das Gasvolumen mit einer Ausströmöffnung des Einblasventils verbindet und die Ventilplatte die zumindest eine Durchströmöffnung verschließt, wenn die Ventilplatte am Ventilsitz anliegt.

In Gasmotoren mit gasförmigem Kraftstoff, wie Erdgas (Compressed Natural Gas, CNG) oder Wasserstoff, kommt vielfach die Saugrohreinspritzung („port fuel injection“) mittels Einblasventil („port fuel valve“) zur Anwendung. Dabei wird der gasförmige Kraftstoff mit vorliegendem Druck mit dem Einblasventil in das zum Zylinder des Verbrennungsmotors führende Saugrohr oder in den Saugtrakt eingeblasen. Das Einblasventil wird von einer Kraftstoffverteilung („fuel rail“) mit dem Kraftstoff mit vorgegebenem Druck versorgt. Der Vorteil der Saugrohreinspritzung gegenüber der Direkteinspritzung in den Zylinder ist der niedrigere Einspritzdruck des gasförmigen Kraftstoffes, typischerweise 0 bis 30 bar Differenzdruck zur Umgebung, womit die Komponenten der Kraftstoffversorgung einfacher ausgeführt werden können. Weitere Vorteile der Saugrohreinspritzung gegenüber der Direkteinspritzung sind das größere verfügbare Einblasfenster und die längeren Mischungswege und Mischungs-Zeitskalen, welche eine bessere Homogenisierung des Gemisches im Zylinder ermöglichen. Das Einblasen, insbesondere die Menge an gasförmigen Kraftstoff, wird durch ein Steuergerät gesteuert, insbesondere über die Öffnungszeit des Einblasventil. Damit kann die Menge exakt dosiert werden. Die Anforderungen an ein Einblasventil sind vor allem ein hoher Durchström-Massenstrom, um die benötigten Gasmengen bei den kurzen möglichen Öffnungszeiten (Einblasfenster) zu ermöglichen. Ebenso wichtig ist die Verschleißfestigkeit des Einblasventils aufgrund der sehr hohen Schaltfrequenz und Schalthäufigkeit. Insbesondere bei ölfreien gasförmigen Kraftstoffen, wie bei Wasserstoff, womit keine Schmierung der Ventilkomponenten erfolgt, stellt das eine hohe Herausforderung dar. Ebenso wichtig ist eine möglichst geringe Leckage des Einblasventils, um Austritt des gasförmigen Kraftstoffes bei geschlossenem Einblasventil, zumindest weitestgehend, zu unterbinden.

Solche Einblasventil sind aus dem Stand der Technik bekannt. WO 2022/180593 A1 zeigt ein elektromagnetisch betätigtes Einblasventil. Bei diesem Einblasventil ist an einem Magnetanker eine Ventilplatte angeordnet, die mit einem Ventilsitz zusammenwirkt. Wird der Elektromagnet aktiviert, wird der Magnetanker mit der Ventilplatte angezogen und die Ventilplatte hebt vom Ventilsitz ab. Wird der Magnetanker deaktiviert wird der Magnetanker mit der Ventilplatte über eine Spiralfeder gegen den Ventilsitz gedrückt und das Einblasventil geschlossen. Der Magnetanker mit der Ventilplatte ist im Einblasventil über eine eingespannte Federplatte geführt. Um einen hohen Massenstrom durch das Einblasventil zu erzielen, sind am Ventilsitz zwei konzentrische, ringförmige, radial voneinander beabstandete Dichterhebungen vorgesehen, die mit der Ventilplatte zusammenwirken. Zwischen den konzentrischen Dichterhebungen sind über den Umfang verteilt Durchströmöffnungen für den gasförmigen Kraftstoff vorgesehen. Radial innen ist eine zentrale, nicht durchgehende Ausnehmung vorgesehen, die über radiale Bohrungen mit der Umfangsfläche des Ventilsitzes verbunden ist. Die radialen Bohrungen sind zwischen den Durchströmöffnungen vorgesehen. Der Ventilsitz ist im Einblasventil in einem Gasvolumen angeordnet, das mit der Kraftstoffversorgung verbunden ist. Über die radialen Bohrungen ist auch die zentrale Ausnehmung mit diesem Gasvolumen verbunden. Damit kann der Kraftstoff beim geöffnetem Einblasventil, also wenn die Ventilplatte vom Ventilsitz, konkret von den Dichterhebungen, abgehoben ist, von radial außen, als auch von radial innen zu den Durchströmöffnungen zuströmen, wodurch der mögliche Massenstrom erhöht wird. Die radialen Bohrungen im Ventilsitz machen die Fertigung des Ventilsitzes aber aufwendiger, weil mehrere Herstellschritte erforderlich sind.

Auch die CN 113202658 B zeigt ein Einblasventil mit zwei konzentrischen, ringförmigen, radial voneinander beabstandeten Dichterhebungen am Ventilsitz, die mit einer Ventilplatte zusammenwirken. Die Zuführung des Kraftstoffes in den zentralen Bereich des Ventilsitzes und den radial äußeren Bereich des Ventilsitzes erfolgt hier über Bohrungen in der Ventilplatte. Dadurch wird die Ventilplatte konstruktiv aufwendiger und auch in ihrer Festigkeit geschwächt, womit diese auch größer gebaut sein muss. Die Ventilplatte ist im Bereich der Dichterhebungen aus Kunststoff gefertigt. Darin beschrieben ist auch ein am Ventilsitz radial außen liegender ringförmiger Anschlag für die Ventilplatte, der geringfügig niedriger ist, als die Dichterhebungen. Durch den Anschlag wird verhindert, dass sich die Ventilplatte aufgrund der Federkraft und aufgrund des Kunststoffmaterials zu tief auf die Dichterhebungen eindrückt, was das Öffnungsverhalten des Einblasventils beeinträchtigen würde. Die Ventilplatte liegt damit im geschlossenen Zustand auch am Anschlag an. Das reduziert aber den Anpressdruck zwischen der Ventilplatte und den Dichterhebungen, was wiederum die Dichtheit des Ventils beeinträchtigen kann.

Es ist eine Aufgabe der gegenständlichen Erfindung, ein Einblasventil mit einem Ventilsitz und einer Ventilplatte anzugeben, das einfach in der Herstellung ist, das einen hohen Durchström-Massenstrom durch das Einblasventil ermöglicht, das eine hohe Dichtheit gewährleistet und das einen niedrigen Verschleiß aufweist.

- 5 Das wird dadurch erreicht, indem am Ventilsitz eine der Ventilplatte zugewandte Stirnfläche vorgesehen ist und die zumindest eine Durchströmöffnung in der Stirnfläche mündet, wobei die Mündung der zumindest einen Durchströmöffnung in der Stirnfläche in Form einer offenen Kurve ausgebildet ist, und an der Stirnfläche eine Dichterhebung vorgesehen ist, die von der Stirnfläche in axialer Richtung in Richtung des Gasvolumens absteht und die Dichterhebung die zumindest eine Durchströmöffnung vollständig umgibt, und am Ventilsitz zumindest ein Anschlag vorgesehen ist, der von der Stirnfläche des Ventilsitzes in axialer Richtung eine Anschlaghöhe in Richtung des Gasvolumen absteht, wobei ein dem Gasvolumen zugewandtes axiales Ende der Dichterhebung um einen vorgegebenen Differenzabstand weiter in das Gasvolumen hineinragt, als ein dem Gasvolumen zugewandtes axiales Ende des Anschlages. Ein derart ausgeführter Ventilsitz ist einfach ausgeführt und kann daher einfach gefertigt werden. Indem die Dichterhebung von der Stirnfläche absteht, kann die Durchströmöffnung von allen Seiten angeströmt werden, was Durchström-Massenstrom erhöht. Durch die Dichterhebung wird die Kontaktfläche zwischen Ventilsitz und Ventilplatte reduziert, was den Kontaktdruck und damit die Dichtheit erhöht. Indem das axiale Ende der Dichterhebung um einen Differenzabstand axial weiter in das Gasvolumen hineinragt als das axiale Ende des Anschlages wird erreicht, dass der Anschlag im Aufschlagmoment der Ventilplatte auf den Ventilsitz die auftretenden Kräfte zumindest teilweise aufnimmt, wodurch eine Überlastung des Ventilsitzes, insbesondere der Dichterhebungen, oder der Ventilplatte verhindert wird. Beim geschlossenen Einblasventil bewirkt der Differenzabstand, dass die Ventilplatte axial nur, oder zumindest großteils nur, auf den Dichterhebungen aufsitzt, um die Dichtwirkung zu erhöhen.

Für eine möglichst ungehinderte Zuströmung von gasförmigem Medium zur Durchströmöffnung ist der zumindest eine Anschlag vorteilhaft beabstandet von der Dichterhebung der zumindest einen Durchströmöffnung angeordnet.

- 30 Um den Massenstrom durch das Einblasventil zu erhöhen, können über den Umfang des Ventilsitzes verteilt mehrere Durchströmöffnung in der Stirnfläche münden, wobei jede Mündung in der Stirnfläche in Form einer offenen Kurve ausgebildet ist, und an der Stirnfläche für jede Mündung eine Dichterhebung vorgesehen ist, die von der Stirnfläche in axialer Richtung in Richtung des Gasvolumens absteht und jede Dichterhebung jeweils die Mündung einer der mehreren Durchströmöffnung vollständig umgibt. Hierbei ist es für eine möglichst ungehinderte Zuströmung von gasförmigem Medium zur Durchströmöffnung vorteilhaft, wenn die

Dichterhebungen in Umfangsrichtung beabstandet voneinander angeordnet sind, sodass zwischen zwei in Umfangsrichtung beabstandeten Dichterhebungen ein Zuströmkanal ausgebildet ist. Die Verteilung von gasförmigem Medium zur Zuströmung zur Durchströmöffnung kann weiter verbessert werden, wenn am Ventilsitz ein zentraler freier Bereich vorgesehen

5 ist, der mit dem Zuströmkanal verbunden ist.

Ebenso ist es für eine möglichst ungehinderte Zuströmung von gasförmigem Medium zur Durchströmöffnung vorteilhaft, wenn im Falle von mehreren Anschlägen, jeder Anschlag beabstandet von den Dichterhebungen angeordnet ist.

Die Zuströmung von gasförmigen Medium zur Durchströmöffnung kann noch weitere verbessert werden, wenn an der Stirnfläche im Bereich einer Mündung zumindest einer Durchströmöffnung, vorzugsweise aller Durchströmöffnungen, ein in Richtung des Gasvolumens abstehender Vorsprung angeordnet ist, sodass die Mündung der zumindest einen Durchströmöffnung und die zumindest eine Durchströmöffnung vollständig umgebende Dichterhebung an einem dem Gasvolumen zugewandten axialen Ende des Vorsprungs vorgesehen

10 ist. Im Falle mehrerer Vorsprünge ist es für eine möglichst ungehinderte Zuströmung von gasförmigem Medium zur Durchströmöffnung vorteilhaft, wenn die Vorsprünge beabstandet voneinander angeordnet sind.

Das Durchströmvolume kann vorteilhaft erhöht werden, wenn die Mündung einer Durchströmöffnungen einen radialen Schenkel aufweist, der mit einem sich in Umfangsrichtung erstreckenden Abschnitt der Mündung verbunden ist. Auf diese Weise kann die verfügbare Stirnfläche gut für das Erzielen eines hohen Massenstromes ausgenutzt werden. Das lässt sich noch verbessern, wenn die Mündung zwei radiale Schenkel aufweist, die jeweils mit einem sich in Umfangsrichtung erstreckenden Abschnitt der Mündung verbunden sind.

Wenn zumindest eine Dichterhebung in Richtung des Gasvolumens abgerundet ist, kann das

25 Auftreffen der Ventilplatte auf eine scharfe Kante vermieden werden, wodurch der Verschleiß der Dichterhebung und/oder der Ventilplatte reduziert werden kann. Gleichermassen ist es vorteilhaft, wenn zumindest eine dem Gasvolumen zugewandte Kante, vorzugsweise alle Kanten, zumindest eines Anschlages, vorzugsweise aller Anschlüsse, in Richtung des Gasvolumens abgerundet ist.

30 Die gegenständliche Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren 1 bis 6 näher erläutert, die beispielhaft, schematisch und nicht einschränkend vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung zeigen. Dabei zeigt

Fig.1 ein erfindungsgemäßes Einblasventil,

Fig.2 mögliche Ausgestaltungen der Mündung einer Durchströmöffnung,

- Fig.3 und 4 Schnitte durch eine Durchströmöffnung,
 Fig.5 eine bevorzugte Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Ventilsitzes und
 Fig.6 einen Schnitt durch den Ventilsitz.

Ein erfindungsgemäßes Einblasventil 1 hat einem Ventilsitz 2 und eine mit dem Ventilsitz 2
 5 zum Öffnen und Schließen des Einblasventils 1 zusammenwirkende Ventilplatte 3. Die Ven-
 tilplatte 3 ist im Einblasventil 1 zwischen einer Geschlossenposition, in der die Ventilplatte 3
 am Ventilsitz 2 in axialer Richtung anliegt (in Fig.1 dargestellt), und eine Offenposition, in der
 die Ventilplatte 3 vom Ventilsitz 2 in axialer Richtung abgehoben ist, hin und her bewegbar.
 Die axiale Richtung ist somit in Richtung der Bewegung der Ventilplatte 3. Um die Ventil-
 10 platte 3 zu bewegen, ist diese mit einem Magnetanker 4 verbunden, so dass die Ventilplatte
 3 und der Magnetanker 4 eine Ankerbaugruppe 6 ausbilden. Die Ventilplatte 3 und Magnet-
 anker 4 werden gemeinsam mit der Ankerbaugruppe 6 bewegt. Der Magnetanker 4 wirkt im
 Betrieb des Einblasventils 1 mit einem Elektromagneten 5 im Einblasventil 1 zusammen, um
 15 die Ankerbaugruppe 6 durch Bestromen des Elektromagneten 5 axial zu bewegen. Ein für
 den Betrieb des Elektromagneten 5 erforderlicher elektrischer Anschluss ist in Fig.1 nicht
 dargestellt und ist für die Erfindung auch nicht erheblich.

Die Ankerbaugruppe 6 kann optional (wie in Fig.1 gezeigt) auch eine Federplatte 12 aufwei-
 sen, über die die Ankerbaugruppe 6 im Einblasventil 1 radial geführt ist. Die Federplatte 12
 ist beispielsweise zwischen der Ventilplatte 3 und dem Magnetanker 4 angeordnet. Die Fe-
 20 derplatte 12 kann auch die Rückstellung der Ventilplatte 3 in die Geschlossenposition bewir-
 ken, wenn der Elektromagnet 5 nicht bestromt ist. Die Federplatte 12 ist im gezeigten Aus-
 führungsbeispiel am radial äußeren Umfang eingespannt, hier im Gehäuse 11 des Einblas-
 ventil 1. Es kann zur Rückstellung in die und zum Halten in der Geschlossenposition aber
 auch ein anderes Rückstellelement, beispielsweise eine Spiralfeder zwischen Magentanker 4
 25 und dem Elektromagneten, vorgesehen sein.

Im Einblasventil 1 ist ein Gasvolumen 7 vorgesehen, das mit einer Einströmöffnung 8 des
 Einblasventils 1 verbunden ist. Über die Einströmöffnung 8 wird im Betrieb des Einblasventils
 1 ein gasförmiges Medium in das Gasvolumen 7 zugeführt. Das Gasvolumen 7 ist zumindest
 teilweise durch den Ventilsitz 2 begrenzt, im in Fig.1 dargestellten Ausführungsbeispiel in
 30 axialer Richtung begrenzt. Das Gasvolumen 7 ist im Einblasventil 1 ansonsten im Wesentli-
 chen durch das Gehäuse 11 des Einblasventils 1 und durch den Elektromagneten 5,
 und/oder durch andere Bauteile des Einblasventils 1, begrenzt. Im Ventilsitz 2 ist zumindest
 eine Durchströmöffnung 10 vorgesehen ist, die bei vom Ventilsitz 2 abgehobener Ventilplatte
 3 das Gasvolumen 7 mit einer Ausströmöffnung 9 des Einblasventils 1 verbindet. Üblicher-
 35 weise sind am Ventilsitz 2 über den Umfang verteilt mehrere Durchströmöffnungen 10 vorge-
 sehen. Die Ventilplatte 3 verschließt die zumindest eine Durchströmöffnung 10, oder die

mehreren Durchströmöffnungen 10, wenn die Ventilplatte 3 am Ventilsitz 2 anliegt. Bei offenem Einblasventil 1, also wenn die Ventilplatte 3 vom Ventilsitz 2 abgehoben ist, ergibt sich ein Strömungskanale von der Einströmöffnung 8, über das Gasvolumen 7 und die zumindest eine Durchströmöffnung 10 bis zur Ausströmöffnung 9 des Einblasventils 1. Bei geschlossenem Einblasventil 1 ist dieser Strömungskanal unterbrochen. Die Ausströmöffnung 9 mündet bei Verwendung des Einblasventils 1 beispielsweise in einem Saugrohr oder einen Saugtrakt eines Verbrennungsmotors.

Die einzelnen Teile und Komponenten des Einblasventils 1 sind in einem Gehäuse 11 angeordnet. Das Gehäuse 11 ist vorzugsweise aus Fertigungs- und Montagegründen mehrteilig ausgeführt.

Über die Steuerung der Öffnungszeit des Einblasventil 1 mittels des Elektromagneten 5 und dem vorgegebenen bekannten Gasdruck des zugeführten gasförmigen Mediums kann die Menge des über die Ausströmöffnung 9 abgegebenes gasförmigen Medium präzise gesteuert werden.

Die Erfindung betrifft die Ausführung des Ventilsitzes 2 des Einblasventils 1, der in den Figuren 2 bis 4 beispielhaft und in verschiedenen Ausführungen dargestellt ist. Der erfindungsgemäße Ventilsitz 2 hat einen Ventilkörper 21 mit einer der Ventilplatte 3 zugewandten Stirnfläche 20. Der Ventilkörper 21 bildet die Begrenzung des Gasvolumens 7 im Einblasventil 1 aus. Die Stirnfläche 20 muss nicht zwingend eine ebene Fläche sein und muss auch keine durchgehende Fläche sein, sondern könnte auch durch mehrere, auch nicht zusammenhängende, Teilflächen gebildet sein. Die zumindest eine Durchströmöffnung 10, oder die mehreren Durchströmöffnungen 10, des Ventilsitzes 2 mündet in der Stirnfläche 20, sodass an der Stirnfläche 20 eine Mündung 24 der Durchströmöffnung 10 ausgebildet ist. Die zumindest eine Durchströmöffnung 10 bildet einen durch den Ventilkörper 21 durchgehenden Kanal für das gasförmige Medium aus. Der durchgehende Kanal verbindet beispielsweise die Stirnfläche 20 mit einer gegenüberliegenden Stirnfläche 22 (siehe Fig.3) des Ventilkörpers 21, oder auch mit einer Umfangsfläche 27 des Ventilkörpers 21.

Die Mündung 24 der zumindest einen Durchströmöffnung 10 hat in der Stirnfläche 20 die Form einer offenen Kurve. Es gibt damit in der Stirnfläche 20 einen Anfang und ein Ende der Mündung 24 der Durchströmöffnung 10, die nicht zusammenfallen.

Üblicherweise sind in der Stirnfläche 20 mehrere Durchströmöffnungen 10 mit jeweils einer Mündung 24 vorgesehen, wobei die Mündungen 24 über den Umfang der Stirnfläche 20 verteilt und in Umfangsrichtung beabstandet voneinander angeordnet sind. Typischerweise sind

über den Umfang verteilt eine bis acht Durchströmöffnungen 10 mit jeweils einer Mündung 24 vorgesehen.

An der Stirnfläche 20 ist zumindest eine Dichterhebung 23 vorgesehen ist, die von der Stirnfläche 20 in axialer Richtung in Richtung des Gasvolumens 7 absteht. Die Dichterhebung 23 5 umgibt die Mündung 24 der zumindest einen Durchströmöffnung 10 vollständig. Die Dichterhebung 23 umgibt die Mündung 24 also allseitig, d.h. sowohl in radialer Richtung als auch in Umfangsrichtung. Die Dichterhebung 23 kann die zumindest eine Durchströmöffnung 10 vollständig umgeben, weil die Mündung 24 der Durchströmöffnung 10 eine offene Kurve ist. Die Mündung 24 der zumindest einen Durchströmöffnung 10 in Form einer offenen Kurve in der 10 Stirnfläche 20 hat zur Folge, dass die Dichterhebung 23 in der Stirnfläche 20 eine geschlossene Kurve bildet.

An der Stirnfläche 20 des Ventilsitzes ist ferner zumindest ein Anschlag 25 vorgesehen, der sich aus der Stirnfläche 20 in Richtung des Gasvolumen um eine Anschlagshöhe HA erhebt. Der Anschlag 25 ist vorzugsweise beabstandet von der Dichterhebung 23, also sowohl in 15 Umfangsrichtung als auch in radialer Richtung beabstandet von der Dichterhebung 23.

Dadurch, dass sich die Dichterhebung 23 und auch der Anschlag 25 aus der Stirnfläche 20 erheben, kann das gasförmige Medium M von allen Seiten zur Dichterhebung 23 zuströmen und bei abgehobener Ventilplatte 3 von allen Seiten in die Durchströmöffnung 10 einströmen. Damit kann der für eine bestimmte Öffnungszeit des Einblasventils 1 erzielbare 20 Massenstrom durch die Durchströmöffnung 10 vergrößert werden. Nachdem auch der Anschlag 25 vorzugsweise beabstandet von der Dichterhebung 23 ist, stört auch der Anschlag 25 die Zuströmung von gasförmigem Medium zur Durchströmöffnung 10 nicht, zumindest aber nur gering.

In einem Ventilsitz 2 können mehrere Durchströmöffnungen 10 mit zugehörigen Mündungen 25 24 in der Stirnfläche 20 vorgesehen sein, wobei die Durchströmöffnungen 10 in der Stirnfläche 20 über den Umfang verteilt angeordnet sind. Die Mündungen 24 der mehreren Durchströmöffnungen 10 sind bevorzugt gleich ausgeführt (Geometrie, Lage, Orientierung usw.), weil das die Fertigung erleichtert. Es können aber auch Durchströmöffnungen 10 mit verschiedenen ausgeführten Mündungen 24 vorgesehen sein. Im Falle mehrerer Durchströmöffnungen 30 10 ist jede Mündung 24 jeder Durchströmöffnung 10 von einer Dichterhebung 23 vollständig umgeben.

Die Dichterhebungen 23 sind in Umfangrichtung, und gegebenenfalls auch in radialer Richtung, beabstandet voneinander angeordnet, um die Zuströmung des gasförmigen Mediums zu den jeweiligen Durchströmöffnungen 10 möglichst wenig zu stören. In Umfangsrichtung

zwischen zwei benachbarten Dichterhebungen 23 ist damit ein Zuströmkanal 28 ausgebildet. Bevorzugt ist im dem Gasvolumen 7 zugewandten Endes des Ventilsitzes 2, also im Bereich der Stirnfläche 20, zwischen den mehreren Dichterhebung 23 ein zentraler freier Bereich 29 ausgebildet. Der zentrale freie Bereich 29 ist über einen Zuströmkanal 28 mit dem äußeren

5 Umfang des Ventilsitzes 2 verbunden und damit auch mit Gasvolumen 7 im Einblasventil 1. Damit kann eine gute Verteilung des gasförmigen Mediums um die Dichterhebungen 23 herum sichergestellt werden und es kann die allseitige Zuströmung des gasförmigen Mediums zu den Durchströmöffnungen 10 bei abgehobener Ventilplatte 3 verbessert werden. Der zentrale freie Bereich 29 kann auch oder zusätzlich als Vertiefung im Ventilsitz 2 ausgebildet

10 sein.

In Fig.2 sind beispielhaft verschiedene Ausgestaltungen der Mündung 24 der zumindest einen Durchströmöffnung 10 dargestellt. Daneben sind aber natürlich noch eine Fülle von anderen Ausgestaltungen (in Geometrie, Lage, Orientierung usw.) der Mündungen 24 denkbar.

In der Ausgestaltung rechts oben ist die Mündung 24 als Kreisbogenabschnitt ausgeführt

15 und ist von der Dichterhebung 23 vollständig umgeben. Die Mündung 24 könnte aber auch als Gerade ausgeführt sein, beispielsweise als Kreissehnenabschnitt. Es ist auch ein Anschlag 25 in diesem Bereich dargestellt, der sich aus der Stirnfläche 20 erhebt. Der Anschlag 25 ist radial innen von der Dichterhebung 23 angeordnet und ist beabstandet von der Dichterhebung 23. Der Anschlag 25 könnte aber auch im Umfangsrichtung beabstandet von der

20 Dichterhebung 23 angeordnet sein.

In Fig.3 ist ein Schnitt A-A durch die Mündung 24 und den Anschlag 25 rechts oben in Fig.2 dargestellt. Es ist darin ersichtlich, dass sich der Anschlag 25 um die Anschlaghöhe HA aus der Stirnfläche 20 erhebt. Ebenso ist erkennbar, dass sich die Dichterhebung 23 um eine Dichterhebungshöhe HD aus der Stirnfläche 20 erhebt. Die Anschlaghöhe HA des Anschlags

25 und die Dichterhebungshöhe HD der Dichterhebung 23 sind so ausgeführt, dass sich die dem Gasvolumen 7 zugewandten axialen Enden der Dichterhebung 23 um einen Differenzabstand D weiter in das Gasvolumen 7 erstrecken, als die dem Gasvolumen 7 zugewandten axialen Enden des Anschlags 25. Vorzugsweise ist bei mehreren Anschlägen 25 jeder Anschlag 25 so ausgeführt, dass sich die dem Gasvolumen 7 zugewandten axialen Enden der

30 Dichterhebung(en) 23 um einen Differenzabstand D weiter in das Gasvolumen 7 erstrecken, als die dem Gasvolumen 7 zugewandten axialen Enden der Anschläge 25.

In Fig.2 links oben ist die Mündung 24 der zumindest einen Durchströmöffnung 10, die wiederum von einer Dichterhebung 23 vollständig umgeben ist, radial weiter innen als in der Ausführung rechts oben. Der zumindest eine Anschlag 25 kann daher auch radial weitere

35 außen als die Mündung 24 angeordnet sein. Der Anschlag 25 ist radial beabstandet von der

Dichterhebung 23. Der Anschlag 25 könnte ab auch, auch zusätzlich, radial weiter innen als die Mündung 24 sein, wie gestrichelt angedeutet, oder könnte auch in Umfangsrichtung beabstandet von der Dichterhebung 23 angeordnet sein.

Um die Länge der Mündung 24 in der Stirnfläche 20 zu vergrößern, um mehr Massenstrom

- 5 durch die Durchströmöffnung 10 zu ermöglichen, kann sich die Mündung 24 in der Stirnfläche 20 sowohl in radialer Richtung, als auch in Umfangsrichtung erstrecken. Eine solche Ausführung ist in Fig.2 links unten gezeigt. In der gezeigten Ausführung hat die Mündung zwei radiale Schenkel 24a, 24b, die durch einen Abschnitt 24c in Umfangsrichtung miteinander verbunden sind. Es wäre aber auch denkbar, eine Mündung 24 mit nur einem radialen
10 Schenkel 24a, 24b vorzusehen, der mit einem Abschnitt 24c in Umfangsrichtung verbunden ist. Die Mündung ist wieder von einer Dichterhebung 23 vollständig umgeben.

Die Mündung 24 der Durchströmöffnung 10 kann innerhalb der die Mündung 24 vollständig umgebenden Dichterhebung 23 auch mehrteilig sein, wie in Fig.2 rechts unten dargestellt.

- 15 Die Dichterhebung 23 begrenzt eine derart mehrteilig ausgeführte Mündung 24 damit ebenso allseitig, also in Umfangsrichtung und in radialer Richtung.

In Fig.2 rechts unten ist ferner dargestellt, dass die vollständig von der Dichterhebung 23 umgebenen Mündung 24 der zumindest einen Durchströmöffnung 10 auch radial ausgerichtet sein kann.

- 20 Eine radial ausgerichtete Mündung 24 und auch die Mündungen in Fig.2 rechts oben, links oben und links unten könnten genauso mehrteilig ausgeführt sein, wie die Mündung in Fig.2 recht unten.

25 In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist an der Stirnfläche 20 im Bereich einer Mündung 24 der zumindest einen Durchströmöffnung 10 ein sich in Richtung des Gasvolumens 7 abstehender Vorsprung 26 angeordnet. Die Mündung 24 ist damit in der Stirnfläche 20 des Vorsprungs 26 angeordnet. Die Stirnfläche 20 weist damit eine durch den Vorsprung 26 ausgebildete Stufe in axialer Richtung auf. Das ist in Fig.4 dargestellt, die einen Schnitt durch die Ausführung der Mündung 24 in Fig.2 links oben zeigt. Aufgrund des Vorsprungs 26 ist auch die Anschlaghöhe HA größer, um den gleichen Differenzabstand D zu erreichen. Der Vorteil eines solchen Vorsprungs 26 für die Mündung 24 der zumindest einen Durchströmöffnung
30 10 liegt darin, dass das freie Volumen für das gasförmige Medium bei geschlossenem Einblasventil um die Dichterhebung 23 herum größer wird. Das verbessert die Zuströmung des gasförmigen Mediums M bei geöffnetem Einblasventil 1.

Vorzugsweise ist für jede Mündung 24 einer Durchströmöffnung 10 ein Vorsprung 26 vorgesehen. Die Vorsprünge 26 sind vorteilhafterweise, sowohl in Umfangsrichtung, als auch in

radialer Richtung, beabstandet voneinander, um zwischen den Vorsprüngen 26 Zuströmkanäle 28 zur Zuströmung von gasförmigem Medium auszubilden (siehe z.B. Fig.5).

In den Schnittdarstellungen der Fig.3 und 4 ist ersichtlich, dass die der Ventilplatte 3 zugewandten Kanten der Dichterhebungen 23 in einer vorteilhaften Ausgestaltung abgerundet 5 sind. Damit kann der Kontakt der Ventilplatte 3 mit einer scharfen Kante vermieden werden. Eine solche scharfe Kante könnte sich bei einem möglichen Verformen der Ventilplatte 3 beim Schließen des Einblasventils 1 in die Ventilplatte 3 eindrücken und die Ventilplatte 3 beschädigen. In gleicher Weise könnte auch die Kante der Anschlüsse 25 abgerundet sein.

Mit den Figuren 5 und 6 wird eine vorteilhafte Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Ventilsitzes 2 beschrieben, wobei die Fig.6 einen vergrößerten Schnitt C-C zeigt. Der Ventilsitz 2 hat in dieser Ausgestaltung drei Durchströmöffnungen 10, die über den Umfang verteilt angeordnet und beabstandet voneinander sind. Für jede Durchströmöffnung 10 ist ein Vorsprung 26 vorgesehen, der die Stirnfläche 20 für jeweils eine Durchströmöffnung 10 (die auch wieder mehrteilig ausgeführt sein könnte) ausbildet. Die Mündungen 24 der Durchströmöffnungen 10 weisen jeweils zwei radial ausgerichtete Schenkel 24a, 24b auf, die jeweils durch einen sich in Umfangsrichtung erstreckenden Abschnitt 24c verbunden sind. Die sich in Umfangsrichtung erstreckenden Abschnitte 24c sind jeweils radial innen angeordnet, sodass die Schenkel 24a, 24b davon von radial innen in Richtung nach radial außen abstehen. Die Mündungen 24 sind damit V-förmig ausgebildet. Zwischen den radialen Schenkeln 15 24a, 24b einer Durchströmöffnung 10 ist jeweils ein Anschlag 25 angeordnet, der jeweils sowohl in Umfangsrichtung als auch in radialer Richtung beabstandet vom Vorsprung 26 ist. Damit bildet sich sowohl zwischen zwei benachbarten Schenkeln 24a, 24b zweier benachbarter Durchströmöffnungen 10 ein Zuströmkanal 28 für das gasförmige Medium aus, als auch zwischen dem Anschlag 25 und dem Vorsprung 26 einer Durchströmöffnung 10. Über 20 den Zuströmkanal 28 zwischen zwei benachbarten Schenkel 24a, 24b kann das gasförmige Medium auch in einen freien, zentral innen liegenden Bereich 29 des Ventilsitzes 2 strömen. Auf diese Weise kann zum einen die zur Verfügung stehende Durchströmfläche der Durchströmöffnungen 10 möglichst groß werden und gleichzeitig kann die Zuströmung des gasförmigen Mediums M zu den Durchströmöffnungen 10 bei geöffnetem Einblasventil 1 möglichst 25 ungehindert erfolgen.

Ein weiterer erheblicher Vorteil eines erfindungsgemäßen Ventilsitzes 2 liegt darin, dass der Ventilsitz 2 in einem Stück spritzgegossen werden kann und keiner Nachbearbeitung bedarf. Der Ventilsitz 2 ist dazu vorzugsweise aus einem Kunststoff, bevorzugt ein faserverstärkter Kunststoff, wie ein glasfaserverstärkter oder kohlefaserverstärkter Kunststoff, wie ein glasfaserverstärktes Flüssigkristallpolymer, gefertigt. Der Ventilsitz kann auch aus PEEK (Polyetheretherketon) oder PPS (Polyphenylensulfid) gefertigt sein. Außerdem kann auch die 30

Ventilplatte 3 einfach ausgeführt sein und muss keine Öffnungen oder Bohrungen zur Zuführung des gasförmigen Mediums M in den radial inneren Bereich des Ventilsitzes 2 aufweisen.

- Die Ventilplatte 3 kann aus einem Kunststoff oder aus Metall gefertigt sein. Im Falle einer
- 5 Ventilplatte 3 aus Metall ist es vorteilhaft, die dem Ventilsitz 2 zugewandte Stirnfläche 31 der Ventilplatte 3, zumindest im Bereich der Dichterhebungen 23 am Ventilsitz 2, mit einer Kunststoffbeschichtung 32 auszuführen (Fig. 1).

Durch die Dichterhebung 23 wird die Kontaktfläche zwischen der Ventilplatte 3 und dem Ventilsitz 2 verkleinert und damit der Kontaktdruck zwischen der Ventilplatte 3 und dem Ventilsitz 2 bei geschlossenem Einblasventil 1 vergrößert, was die Dichtheit des geschlossenen Einblasventils 1 verbessert. Beim Schließen des Einblasventils 1 können im Moment des Aufschlages der Ventilplatte 3 auf den Ventilsitz 2 aufgrund der kleinen Kontaktfläche Spannungs- und Kraftspitzen auftreten, die das Material des Ventilsitzes 2 und/oder der Ventilplatte 3 überlasten könnten. Um zu verhindern, dass sich dadurch die Ventilplatte 3 und der Ventilsitz 2 im Laufe der Zeit ineinander arbeiten, was das Öffnungsverhalten des Einblasventils 1 verändern würde oder den Ventilsitz 2 oder die Ventilplatte 3 beschädigen könnte, ist der Anschlag 25 vorgesehen. Dieser stellt sicher, dass sich die Ventilplatte 3 im Aufschlagmoment durch eine leichte Verformung der Ventilplatte 3 und/oder des Ventilsitzes 2 nicht zu weit in den Ventilsitz 2 drückt oder umgekehrt der Ventilsitz 2 nicht zu weit in die Ventilplatte 3 gedrückt wird. Dazu wird der Differenzabstand D zwischen Dichterhebung 23 und Anschlag 25 exakt vorgegeben. Der Differenzabstand D liegt typischerweise im Bereich von 0,02 bis 0,5mm (vorzugsweise bis 0,2mm), was auch von der Baugröße des Einblasventils 1 abhängig ist. Der Anschlag 25 hat damit zusätzlich noch den Vorteil, den Schlag beim Schließen des Einblasventils 1, also wenn die Ventilplatte 3 beim Schließen auf den Ventilsitz 2 mit hoher Geschwindigkeit aufschlägt zumindest teilweise aufzunehmen. Dadurch kann die auf den Ventilsitz 2 und die Ventilplatte 3 im Bereich der Dichterhebung 23 wirkende Belastung reduziert werden, wodurch der Verschleiß reduziert wird und die Lebensdauer des Einblasventils 1 verlängert wird.

Bei geschlossenem Einblasventil 1 liegt die Ventilplatte 3 aufgrund des Differenzabstandes D vorteilhafterweise nicht am Anschlag 25 an, was die Dichtwirkung aufgrund des höheren Kontaktdruckes zwischen Ventilplatte 3 und Ventilsitz 2 erhöht. Bei geschlossenem Einblasventil 1 soll die Ventilplatte 3 nicht am Anschlag 25 in axialer Richtung anliegen, beispielsweise weil sich die Ventilplatte 3 in den Ventilsitz 2, konkret in die Dichterhebungen 23, drückt, oder umgekehrt.

In Fig.1 ist dargestellt, dass der Ventilsitz 2 vorteilhaft in das Gehäuse 11 eingesetzt ist und in axialer Richtung axial an einem Vorsprung 30 anliegt. Der Ventilsitz 2 kann durch den wirkenden Differenzdruck zwischen dem Druck des zugeführten gasförmigen Mediums und dem wirkenden Druck an der Ausströmöffnung 9 gegen den Vorsprung 30 gedrückt und gehalten werden.

Patentansprüche

1. Einblasventil mit einem Ventilsitz (2) und einer mit dem Ventilsitz (2) zum Öffnen und Schließen des Einblasventils (1) zusammenwirkenden Ventilplatte (3), wobei die Ventilplatte (3) mit einem Magnetanker (4) verbunden ist und der Magnetanker (4) mit einem Elektromagneten (5) im Einblasventil (1) zusammenwirkt, um die Ventilplatte (3) zum Öffnen des Einblasventils (1) vom Ventilsitz (2) abzuheben, wobei im Einblasventil (1) ein Gasvolumen (7) vorgesehen ist, das mit einer Einströmöffnung (8) des Einblasventils (1) verbunden ist und ein Ventilkörper (21) des Ventilsitzes (2) das Gasvolumen (7) im Einblasventil (1) zumindest teilweise begrenzt und im Ventilkörper (21) des Ventilsitzes (2) zumindest eine Durchströmöffnung (10) vorgesehen ist, die bei vom Ventilsitz (2) abgehobener Ventilplatte (3) das Gasvolumen (7) mit einer Ausströmöffnung (9) des Einblasventils (1) verbindet und die Ventilplatte (3) die zumindest eine Durchströmöffnung (10) verschließt, wenn die Ventilplatte (3) am Ventilsitz (2) anliegt, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Ventilsitz (2) eine der Ventilplatte (3) zugewandte Stirnfläche (20) vorgesehen ist und die zumindest eine Durchströmöffnung (10) in der Stirnfläche (20) mündet, wobei die Mündung (24) der zumindest einen Durchströmöffnung (10) in der Stirnfläche (20) in Form einer offenen Kurve ausgebildet ist, **dass** an der Stirnfläche (20) eine Dichterhebung (23) vorgesehen ist, die von der Stirnfläche (20) in axialer Richtung in Richtung des Gasvolumens (7) absteht und die Dichterhebung (23) die zumindest eine Durchströmöffnung (10) vollständig umgibt, **und dass** am Ventilsitz (2) zumindest ein Anschlag (25) vorgesehen ist, der von der Stirnfläche (20) des Ventilsitzes (2) in axialer Richtung eine Anschlaghöhe (HA) in Richtung des Gasvolumen (7) absteht, wobei ein dem Gasvolumen (7) zugewandtes axiales Ende der Dichterhebung (23) um einen vorgegebenen Differenzabstand (D) weiter in das Gasvolumen (7) hineinragt, als ein dem Gasvolumen (7) zugewandtes axiales Ende des Anschlages (25).
2. Einblasventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zumindest eine Anschlag (25) beabstandet von der Dichterhebung (23) der zumindest einen Durchströmöffnung (10) angeordnet ist.
3. Einblasventil nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** über den Umfang des Ventilsitzes (2) verteilt mehrere Durchströmöffnung (10) in der Stirnfläche (20) münden, wobei jede Mündung (24) in der Stirnfläche (20) in Form einer offenen Kurve ausgebildet ist, **dass** an der Stirnfläche (20) für jede Mündung (24) eine Dichterhebung (23) vorgesehen ist, die von der Stirnfläche (20) in axialer Richtung in Richtung des Gasvolumens (7) absteht und jede Dichterhebung (23) jeweils die Mündung (24) einer der mehreren Durchströmöffnung (10) vollständig umgibt.

4. Einblasventil nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichterhebungen (23) in Umfangsrichtung beabstandet voneinander angeordnet sind, sodass zwischen zwei in Umfangsrichtung beabstandeten Dichterhebungen (23) ein Zuströmkanal (28) ausgebildet ist.
- 5 5. Einblasventil nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Ventilsitz (2) ein zentraler freier Bereich vorgesehen ist, der mit dem Zuströmkanal (28) verbunden ist.
6. Einblasventil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Stirnfläche (20) mehrere Anschlüsse (25) vorgesehen sind, wobei jeder Anschlag (25) von der Stirnfläche (20) des Ventilsitzes (2) in axialer Richtung eine Anschlaghöhe (HA) in Richtung des Gasvolumen (7) absteht, wobei ein dem Gasvolumen (7) zugewandtes axiales Ende der Dichterhebungen (23) um einen vorgegebenen Differenzabstand (D) weiter in das Gasvolumen (7) hineinragen, als die dem Gasvolumen (7) zugewandten axialen Ende der Anschlüsse (25).
- 10 7. Einblasventil nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Anschlag (25) beabstandet von den Dichterhebungen (23) angeordnet ist.
- 15 8. Einblasventil nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Stirnfläche (20) im Bereich einer Mündung (24) zumindest einer Durchströmöffnung (10) ein in Richtung des Gasvolumens (7) abstehender Vorsprung (26) angeordnet ist, sodass die Mündung (24) der zumindest einen Durchströmöffnung (10) und die die zumindest eine Durchströmöffnung (10) vollständig umgebende Dichterhebung (23) an einem dem Gasvolumen (7) zugewandten axialen Ende des Vorsprungs (26) vorgesehen ist.
- 20 9. Einblasventil nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Stirnfläche (20) im Bereich der Mündungen (24) der Durchströmöffnungen (10) jeweils ein in Richtung des Gasvolumens (7) abstehender Vorsprung (26) angeordnet ist, sodass jede Mündung (24) einer Durchströmöffnung (10) und jede die die Durchströmöffnung (10) vollständig umgebende Dichterhebung (23) jeweils an einem dem Gasvolumen (7) zugewandten axialen Ende eines der Vorsprünge (26) vorgesehen ist.
- 25 10. Einblasventil nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorsprünge (25) beabstandet voneinander angeordnet sind.
- 30 11. Einblasventil nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine Mündung (24) einer Durchströmöffnung (10) als Kreisbogenabschnitt ausgeführt ist.

12. Einblasventil nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** zu mindest eine Mündung (24) einer Durchströmöffnung (10) in der Stirnfläche (20) radial ausgerichtet ist.
13. Einblasventil nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die 5 Mündung (24) einen radialen Schenkel (24a, 24b) aufweist, der mit einem sich in Umfangsrichtung erstreckenden Abschnitt (24c) der Mündung (24) verbunden ist.
14. Einblasventil nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mündung (24) zwei radiale Schenkel (24a, 24b) aufweist, die jeweils mit einem sich in Umfangsrichtung erstreckenden Abschnitt (24c) der Mündung (24) verbunden sind.
- 10 15. Einblasventil nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** zu mindest eine Dichterhebung (23) in Richtung des Gasvolumens (7) abgerundet ist.
16. Einblasventil nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** zu mindest eine dem Gasvolumen (7) zugewandte Kante zumindest eines Anschlages (25) in Richtung des Gasvolumens (7) abgerundet ist.

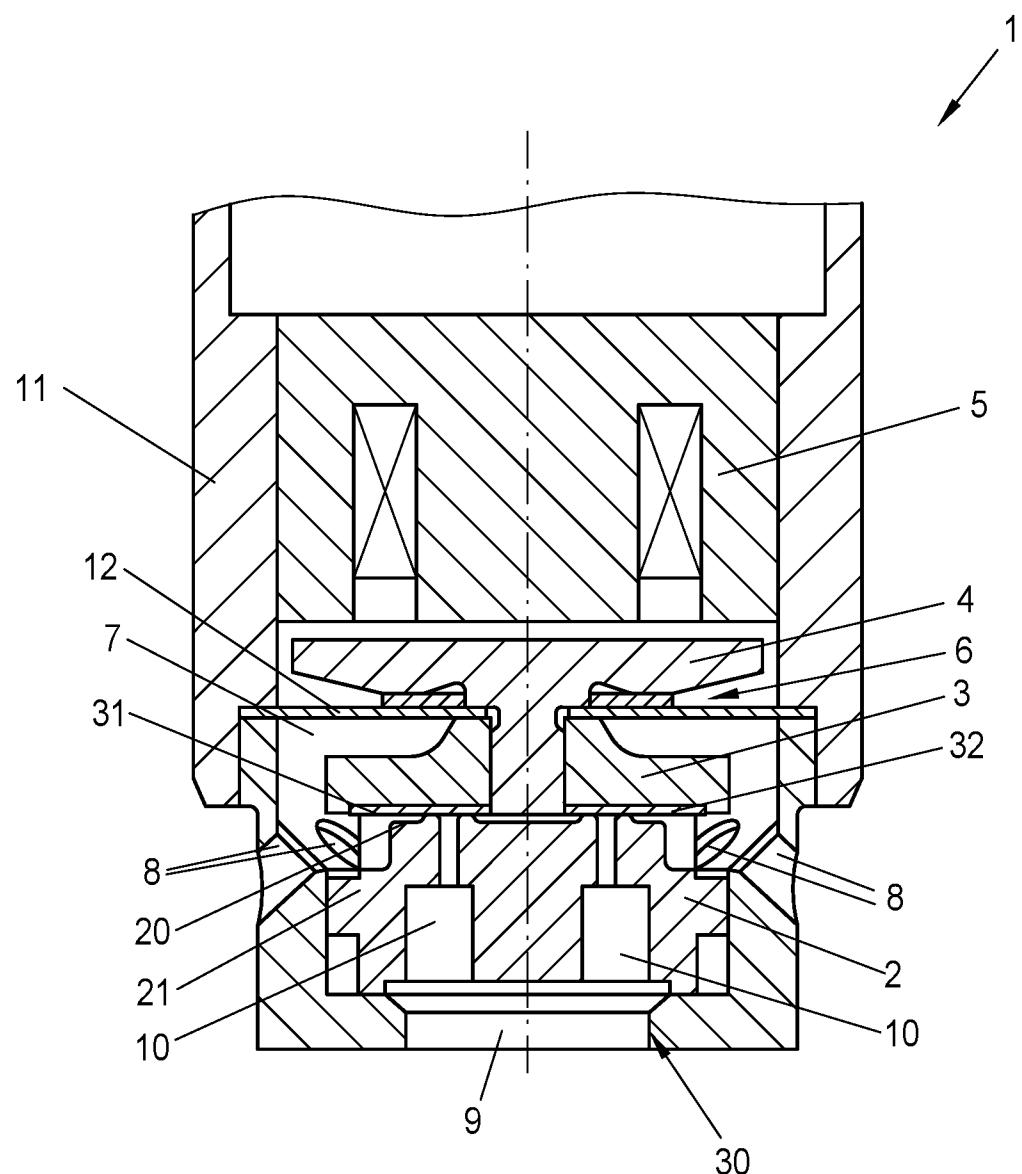


Fig. 1

2/3

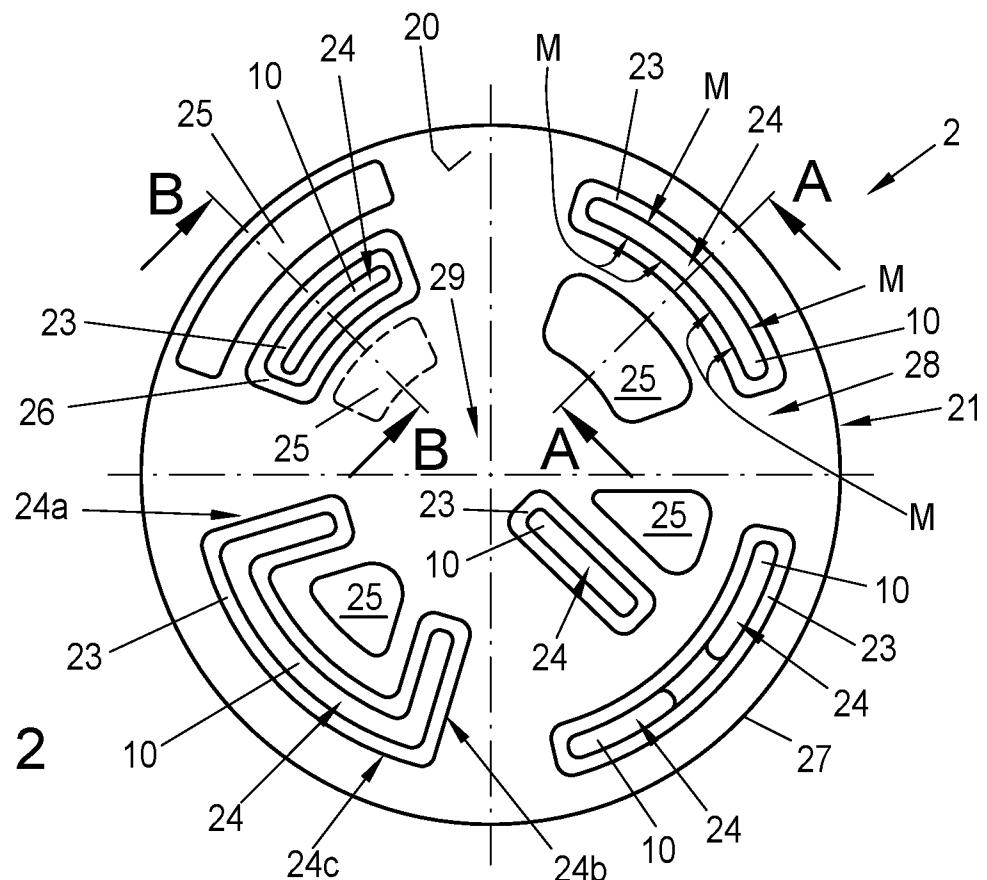


Fig. 2

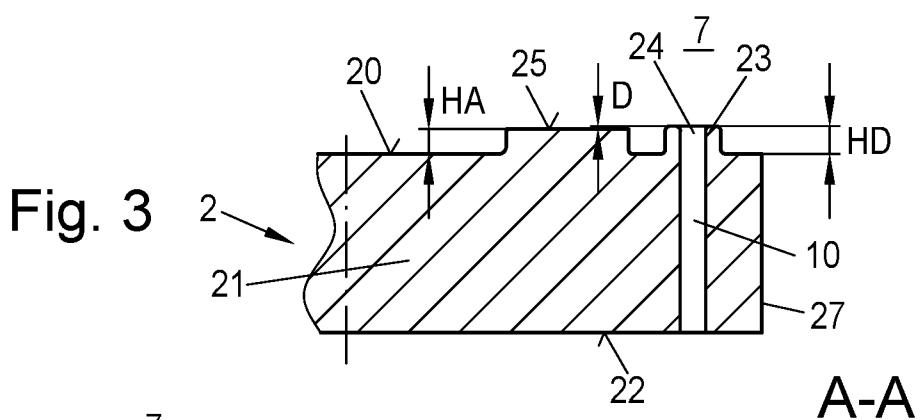


Fig. 3

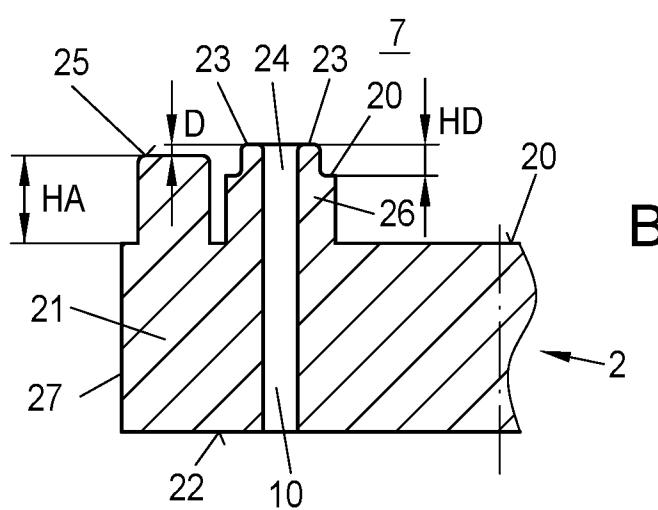


Fig. 4

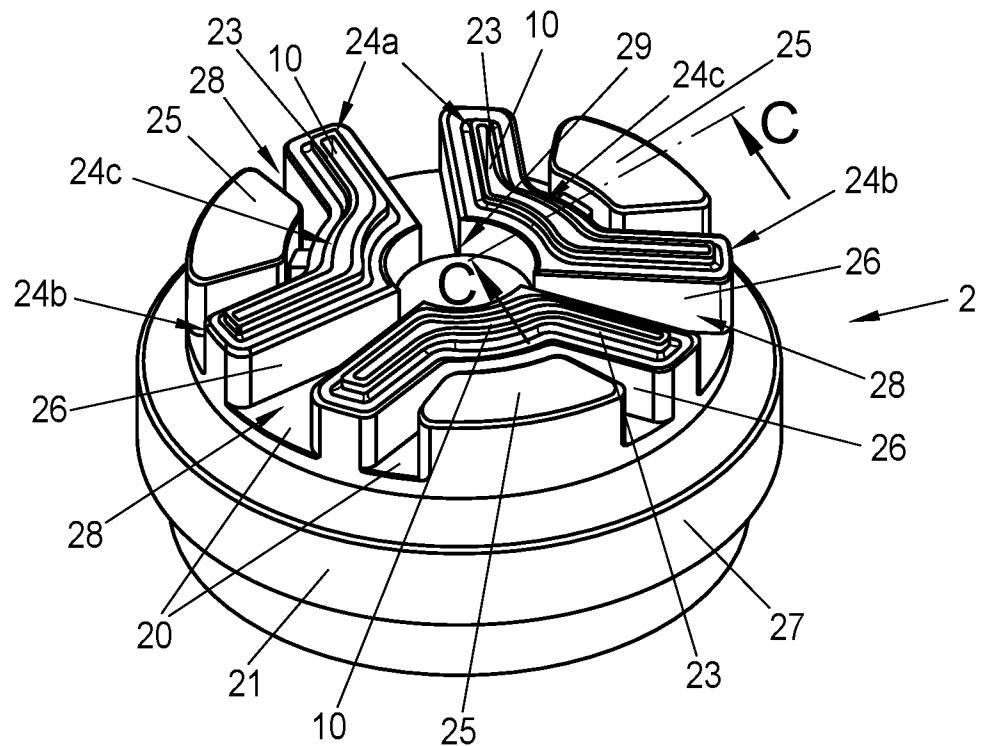


Fig. 5

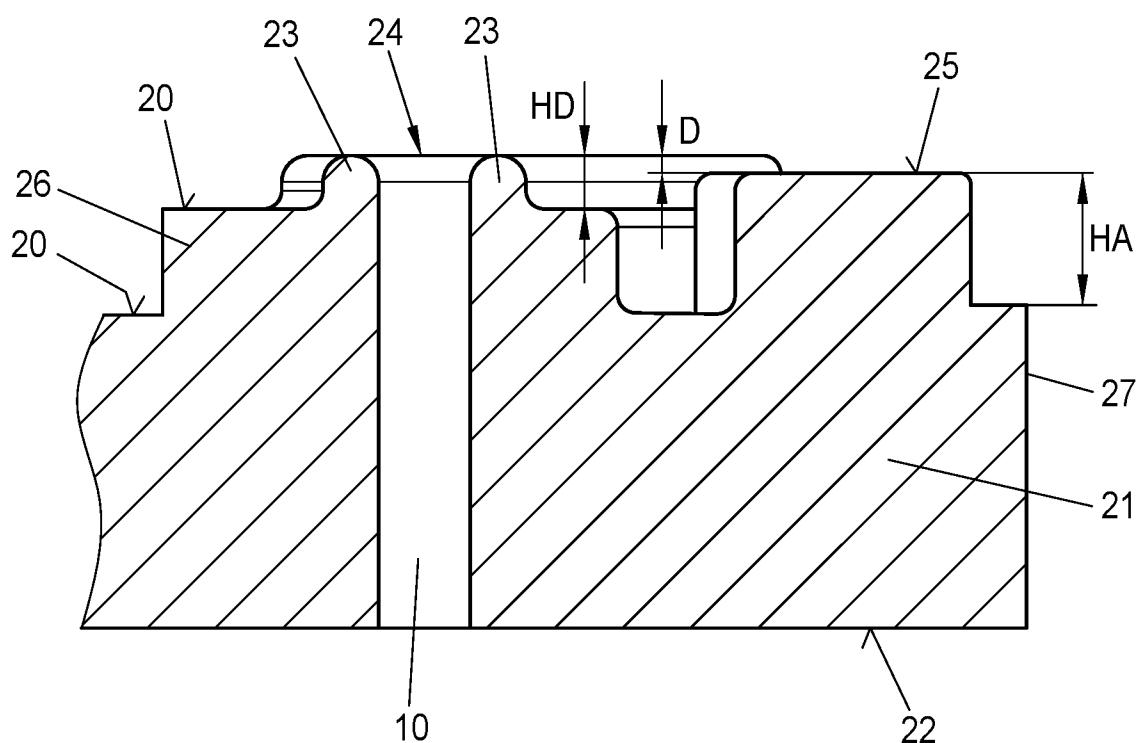


Fig. 6