

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50741/2016 (51) Int. Cl.: **G01F 1/28** (2006.01)  
(22) Anmeldetag: 17.08.2016 **F02M 65/00** (2006.01)  
(43) Veröffentlicht am: 15.12.2017 **G01L 5/08** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
DE 102014201671 B3  
DE 3921316 A1  
WO 9928043 A1  
JP S5919669 A  
US 2010170329 A1  
JP H02130260 A  
DE 69733827 T2

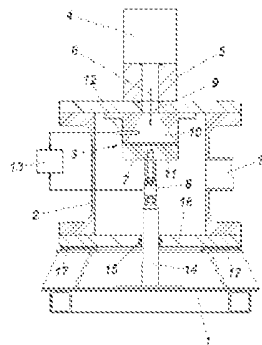
(71) Patentanmelder:  
Forschungsgesellschaft für  
Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik  
mbH  
8010 Graz (AT)  
LEC GmbH  
8010 Graz (AT)

(72) Erfinder:  
Wimmer Andreas Dipl.Ing. Dr.  
8010 Graz (AT)  
Salbrechter Sebastian Dipl.Ing. Dr.  
8051 Graz (AT)  
Zelenka Jan Dipl.Ing. Dr.  
8200 Ludersdorf-Wilfersdorf (AT)  
Jauk Thomas Dipl.Ing. Dr.  
8051 Graz (AT)  
Tilz Anton Dipl.Ing.  
8042 Graz (AT)  
Wasner Werner Ing.  
4794 Kopfung im Innkreis (AT)  
Mühlböck Stefan Dipl.Ing.  
4060 Leonding (AT)

(74) Vertreter:  
Hübscher Helmut Dipl.Ing., Hübscher Gerd  
Dipl.Ing., Hellmich Karl Winfried Dipl.Ing.  
Linz

(54) **Vorrichtung zur Bestimmung der Einblasratenvarianz von Gasventilen, insbesondere für mit gasförmigen Kraftstoffen betreibbare Verbrennungskraftmaschinen**

(57) Es wird eine Vorrichtung zur Bestimmung der Einblasratenvarianz von Gasventilen (4), insbesondere für mit gasförmigen Kraftstoffen betreibbare Verbrennungskraftmaschinen, mit einer Aufnahme (5) für das Gasventil (4) bildenden Messeinrichtung (3), die eine quer zur Einblasrichtung (6) ausgerichtete Prallplatte (7) für den eingeblasenen Gasstrahl umfasst, und mit einem an eine Auswerteeinheit (13) angeschlossenen Geber für die Druckbelastung der Prallplatte (7) beschrieben. Um vorteilhafte Messsignale sicherstellen zu können, wird vorgeschlagen, dass zwischen dem Gasventil (4) und der Prallplatte (7) ein Strömungskanal (9) vorgesehen ist, der unter Ausbildung eines umlaufenden Drosselspalts (11) mit Abstand vor der Prallplatte (7) endet.



## Zusammenfassung

Es wird eine Vorrichtung zur Bestimmung der Einblasratenvarianz von Gasventilen (4), insbesondere für mit gasförmigen Kraftstoffen betreibbare Verbrennungskraftmaschinen, mit einer Aufnahme (5) für das Gasventil (4) bildenden Messeinrichtung (3), die eine quer zur Einblasrichtung (6) ausgerichtete Prallplatte (7) für den eingeblasenen Gasstrahl umfasst, und mit einem an eine Auswerteeinheit (13) angeschlossenen Geber für die Druckbelastung der Prallplatte (7) beschrieben. Um vorteilhafte Messsignale sicherstellen zu können, wird vorgeschlagen, dass zwischen dem Gasventil (4) und der Prallplatte (7) ein Strömungskanal (9) vorgesehen ist, der unter Ausbildung eines umlaufenden Drosselspalts (11) mit Abstand vor der Prallplatte (7) endet.

(Fig.)

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Bestimmung der Einblasratenvarianz von Gasventilen, insbesondere für mit gasförmigen Kraftstoffen betreibbare Verbrennungskraftmaschinen, mit einer Aufnahme für das Gasventil bildenden Messeinrichtung, die eine quer zur Einblasrichtung ausgerichtete Prallplatte für den eingeblasenen Gasstrahl umfasst, und mit einem an eine Auswerteeinheit angeschlossenen Geber für die Druckbelastung der Prallplatte.

Um die Einspritzrate von Ventilen zum Einspritzen von Kraftstoff in den Verbrennungsraum einer Verbrennungskraftmaschine einfach erfassen zu können, wurde bereits vorgeschlagen (WO 2010/054416 A1), den aus dem Einspritzventil austretenden Kraftstoffstrahl an einer quer zur Einspritzrichtung vorgesehenen Prallplatte umzulenken und die durch den Kraftstoffstrahl auf die Prallplatte ausgeübte Kraft durch einen Kraftsensor zu messen, auf den sich die Prallplatte abstützt. Bei einer rechtwinkligen Umlenkung des Kraftstoffstrahls an der Prallplatte entspricht gemäß dem Impulserhaltungssatz die auf die Prallplatte einwirkende Strahlkraft dem Strahlimpulsfluss, aus dem sich bei Kenntnis der effektiven Querschnittsfläche der Austrittsmündung des Kraftstoffstrahls und der Kraftstoffdichte die Einspritzrate sowie die Strahlgeschwindigkeit und davon abgeleitet die kinetische Energie des Kraftstoffstrahls bestimmen lassen. Voraussetzung ist allerdings eine für die geforderte Messgenauigkeit ausreichende Druckbeaufschlagung der Prallplatte durch den Kraftstoffstrahl. Mit Gasventilen zum Einblasen gasförmiger Kraftstoffe in den Brennraum von Verbrennungskraftmaschinen können diese Bedingungen im Allgemeinen jedoch nicht erfüllt werden, sodass diese bekannten Messvorrichtungen zur Bestimmung

der Einblasratenvarianz von Gasventilen ungeeignet sind, wie sie zum Einblasen gasförmiger Kraftstoffe in den Brennraum von Verbrennungskraftmaschinen eingesetzt werden.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung anzugeben, mit deren Hilfe aussagekräftige Angaben über die Einblasratenvarianz von Gasventilen zum Einblasen gasförmiger Kraftstoffe in den Brennraum von Verbrennungskraftmaschinen mit einem vergleichsweise geringen Konstruktionsaufwand gemacht werden können.

Ausgehend von einer Vorrichtung der eingangs geschilderten Art löst die Erfindung die gestellte Aufgabe dadurch, dass zwischen dem Gasventil und der Prallplatte ein Strömungskanal vorgesehen ist, der unter Ausbildung eines umlaufenden Drosselspalts mit Abstand vor der Prallplatte endet.

Da die auf die Prallplatte einwirkende Kraft von der Druckbelastung der Prallplatte abhängt, wird zur Erhöhung dieser Kraft erfindungsgemäß der Beaufschlagungsdruck der Prallplatte vergrößert. Zu diesem Zweck wird durch einen an das Gasventil anschließenden Strömungskanal zur Führung des aus dem Gasventil austretenden Gasstrahls unter Ausbildung eines umlaufenden Drosselspalts zwischen dem Strömungskanal und der Prallplatte ein Stauraum für den eingeblasenen Gasstrahl gebildet, sodass sich im Stauraum in Abhängigkeit vom Strömungsquerschnitt des Drosselspalts ein Staudruck aufbaut, der für eine entsprechende Druckbelastung der Prallplatte und damit für ein zur Auswertung ausreichend großes Messsignal für die Belastung der Prallplatte sorgt. Da durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen der auf die Prallplatte wirkende Druck nicht nur von der Strahlkraft, sondern auch von der sich im Stauraum einstellenden Druckerhöhung abhängt, kann jedoch die auf die Prallplatte wirkende, durch einen Kraftsensor gemessene Kraft nicht mehr dem Strahlimpulsfluss gleichgesetzt und folglich auch nicht daraus die Einblasrate abgeleitet werden. Das Integral des Kraftsignals korreliert allerdings weiterhin mit der eingeblasenen Kraftstoffmenge,

sodass auf der Basis dieses Kraftsignals entscheidende Aussagen über die Einblasratenvarianz des untersuchten Gasventils gemacht werden können.

Um die auf die Prallplatte einwirkende Kraft zu erhöhen, kann auch deren Beaufschlagungsfläche vergrößert werden. Eine solche Vergrößerung der Beaufschlagungsfläche der Prallplatte setzt einen sich gegen die Prallplatte erweiternden Strömungskanal voraus, wobei sich in Verbindung mit einer diffusorartigen Erweiterung vorteilhafte Strömungsverhältnisse ergeben. Durch die diffusorartige Erweiterung des Strömungskanals gegen die Prallplatte hin können somit zusätzlich verbesserte Messsignale für die Belastung der Prallplatte sichergestellt werden.

Aufgrund des Umstands, dass einerseits die Druckbeaufschlagung der Prallplatte von der Strahlkraft und vom Staudruck und andererseits der Staudruck von der Strömungsgeschwindigkeit und der Gasdichte abhängen, kann auch der im Strömungskanal mittels eines Drucksensors gemessene Druck zur Beurteilung der Einblasratenvarianz des untersuchten Gasventils herangezogen werden, insbesondere dann, wenn der Staudruckanteil an der Gesamtbelastung der Prallplatte überwiegt. Unter Berücksichtigung des Staudrucks lässt sich außerdem aus der vom Kraftsensor erfassten Beaufschlagungskraft der Prallplatte der Strahlimpulsfluss und aus dem Strahlimpulsfluss der Massenstrom rechnerisch ermitteln, wobei die Dichte des Gasstrahls aus dem vom Drucksensor im Strömungskanal gemessenen Druck und der Gastemperatur bestimmt werden kann.

Zur Anpassung der Messeinrichtung an unterschiedliche Anforderungen, kann der Abstand der Prallplatte vom Strömungskanal einstellbar sein, wodurch auf den durch den Drosselspalt gegebenen Ausströmquerschnitt und damit auf den Staudruck im diffusorartig erweiterten Strömungskanal Einfluss genommen werden kann.

Um das Einblasen eines Gasstrahls unter Gegendruck zu simulieren, wie dies z. B. beim Einblasen von gasförmigem Kraftstoff in den Brennraum einer

Verbrennungskraftmaschine der Fall ist, kann die Messeinrichtung in einem Druckbehälter vorgesehen werden, der mit einem entsprechenden Gegendruck beaufschlagt wird.

In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand beispielsweise dargestellt, und zwar wird eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Bestimmung der Einblasratenvarianz von Gasventilen beispielsweise für mit gasförmigen Kraftstoffen betreibbare Verbrennungskraftmaschinen gezeigt.

Die dargestellte Vorrichtung weist einen auf einem Gestell 1 angeordneten Druckbehälter 2 auf, in dem eine Messeinrichtung 3 für ein Gasventil 4 angeordnet ist, die mit einer dem Behälterdeckel zugeordneten Aufnahme 5 für das Gasventil 4 versehen ist. Die Messeinrichtung 3 umfasst eine quer zur Einblasrichtung 6 ausgerichtete Prallplatte 7, die zentriert auf einem Kraftsensor 8 gegenüber dem Gestell 1 abgestützt wird. Zwischen dem Gasventil 4 und der Prallplatte 7 wird der aus dem Gasventil 4 ausgeblasene Gasstrahl durch einen Strömungskanal 9 geleitet, der sich gegen die Prallplatte 7 hin diffusorartig erweitert. Die diffusorartige Erweiterung 10 des Strömungskanals 9 endet unter Ausbildung eines umlaufenden Drosselspalts 11 in Einblasrichtung 6 mit Abstand vor der Prallplatte 7, sodass die diffusorartige Erweiterung 10 einen Stauraum für die Gasströmung bildet. Der Druck in der diffusorartigen Erweiterung 10 wird durch einen Drucksensor 12 gemessen und das Messsignal einer schematisch angedeuteten Auswerteeinheit 13 übermittelt, die auch an den Kraftsensor 8 für die Erfassung der Beaufschlagungskraft der Prallplatte 7 angeschlossen ist. Aus den Messsignalen des Kraftsensors 8 sowie des Drucksensors 12 kann somit die sich in Abhängigkeit von den unvermeidbaren Toleranzen von Einblasvorgang zu Einblasvorgang ergebende Streuung hinsichtlich der Einblasrate des jeweils untersuchten Gasventils 4 beurteilt und über die Auswerteeinheit 13 angezeigt werden.

Um das Signalrauschen reduzieren zu können, empfiehlt es sich, die Messsignale zu filtern, um sie insbesondere von den hochfrequenten Anteilen befreien zu können. Beim Simulieren des Einblasens von gasförmigen Kraftstoffen in den

Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine ist aufgrund der stoßweisen Einblasvorgänge mit dem Auftreten von Schallwellen zu rechnen, die über den Druckbehälter 2 auf den Kraftsensor 8 übertragen werden und dann die Messsignale verfälschen. Um solche Verfälschungen der Messsignale weitgehend zu unterbinden, wird eine Schwingungsentkoppelung der Abstützung 14 für den Kraftsensor 8 vom Behälter 2 angestrebt, indem beispielsweise die Abstützung 14 unter Zwischenlage einer Dichtung 15 durch den Behälterboden 16 geführt und der Druckbehälter 2 über Dämpfungselemente 17 auf dem Gestell 1 gelagert wird.

Um das Einblasen gasförmiger Kraftstoffe gegen einen vorgegebenen Gegendruck simulieren zu können, wird der Druckbehälter 2 über einen schematisch angedeuteten Anschluss 18 mit dem jeweiligen Gegendruck beaufschlagt. Außerdem kann der Drosselspalt 11 zwischen der Prallplatte 7 und der diffusorartigen Erweiterung 10 des Strömungskanals 9 im Bedarfsfall durch eine Verlagerung der Prallplatte 7 an die jeweiligen Anforderungen angepasst werden, was jedoch aus Übersichtlichkeitsgründen nicht näher dargestellt ist.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Bestimmung der Einblasratenvarianz von Gasventilen (4), insbesondere für mit gasförmigen Kraftstoffen betreibbare Verbrennungskraftmaschinen, mit einer Aufnahme (5) für das Gasventil (4) bildenden Messeinrichtung (3), die eine quer zur Einblasrichtung (6) ausgerichtete Prallplatte (7) für den eingeblasenen Gasstrahl umfasst, und mit einem an eine Auswerteeinheit (13) angeschlossenen Geber für die Druckbelastung der Prallplatte (7), dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Gasventil (4) und der Prallplatte (7) ein Strömungskanal (9) vorgesehen ist, der unter Ausbildung eines umlaufenden Drosselspalts (11) mit Abstand vor der Prallplatte (7) endet.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Strömungskanal eine diffusorartige Erweiterung (10) zum Drosselspalt (11) hin aufweist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Geber für die Druckbelastung der Prallplatte (7) einen die Prallplatte (7) abstützenden Kraftsensor (8), und/oder einen Drucksensor (12) im Strömungskanal (9) umfasst.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand der Prallplatte (7) vom Strömungskanal (9) einstellbar ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Messeinrichtung (3) in einem Druckbehälter (2) vorgesehen ist.

