



(10) **DE 10 2014 109 005 A1** 2015.12.31

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 109 005.5**

(22) Anmeldetag: **26.06.2014**

(43) Offenlegungstag: **31.12.2015**

(51) Int Cl.: **F04D 19/04 (2006.01)**

**F04D 27/02 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**Pfeiffer Vacuum GmbH, 35614 Aßlar, DE**

(74) Vertreter:

**Manitz, Finsterwald & Partner GbR, 80336  
München, DE**

(72) Erfinder:

**Stoll, Tobias, 35644 Hohenahr, DE; Hofmann, Jan,  
35305 Grünberg, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

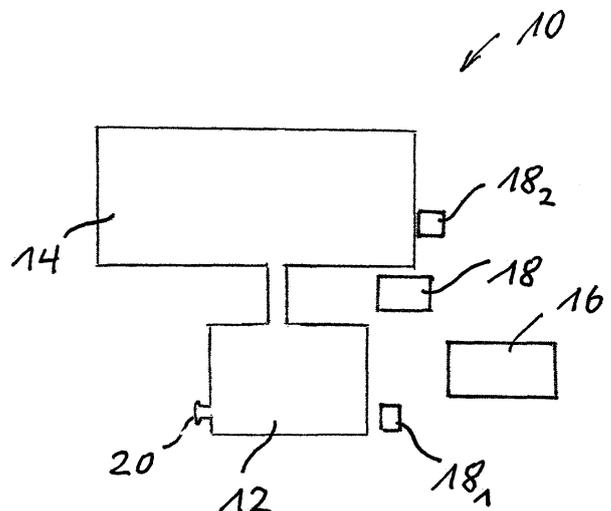
**DE 10 2010 055 058 A1  
EP 1 739 308 B1**

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

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

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zum Fluten einer Vakuumkammer**

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren zum Fluten einer mit einer Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, verbundenen Vakuumkammer, bei dem mit dem Fluten der Vakuumkammer gleichzeitig auch die einen Rotor sowie einen Stator umfassende Vakuumpumpe geflutet wird, zeichnet sich dadurch aus, dass das Fluten unmittelbar nach einem jeweiligen Abschalten des Pumpenrotors erfolgt und die Flutrate während eines jeweiligen Flutvorgangs erhöht wird, sobald der Druck in der Vakuumpumpe einen vorgebbaren Grenzwert erreicht hat. Es wird auch eine geeignete Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens angegeben.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Fluten einer mit einer Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, verbundenen Vakuumkammer, bei dem mit dem Fluten der Vakuumkammer gleichzeitig auch die einen Rotor sowie einen Stator umfassende Vakuumpumpe geflutet wird. Sie betrifft ferner eine insbesondere zur Durchführung des Verfahrens geeignete Vorrichtung zum Fluten einer mit einer Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, verbundenen Vakuumkammer.

**[0002]** Vakuumpumpen wie beispielsweise Turbomolekularpumpen können zur Erzeugung eines Vakuums in einer auch als Rezipient bezeichneten Vakuumkammer eingesetzt werden. Nach dem Abschalten werden die Vakuumpumpen häufig über zugeordnete Flutventile belüftet. So sollen beispielsweise Turbomolekularpumpen nach dem Abschalten belüftet werden, um eine Rückdiffusion von Kohlenwasserstoffen von der Vorvakuumseite durch die Pumpe zu verhindern.

**[0003]** Die den Vakuumpumpen zugeordneten Flutventile besitzen bisher einen sehr kleinen Querschnitt, da davon ausgegangen wurde, dass die Vakuumpumpe am Einsatzort zum Fluten blindgeflanscht, das heißt abgeschlossen wird und entsprechend kein zusätzliches Volumen besitzt. So darf der Druck in der abgeschalteten Vakuumpumpe bei sich noch drehendem Pumpenrotor nicht zu stark ansteigen, da andernfalls zu große Kräfte, d.h. Gaslasten, auf den Rotor wirken.

**[0004]** Zunehmend bleiben die Vakuumkammern am Einsatzort jedoch mit den betreffenden Vakuumpumpen verbunden. Zum Fluten einer jeweiligen Vakuumkammer wird daher häufig das der betreffenden Vakuumpumpe zugeordnete Flutventil genutzt, das in der Regel über die Antriebselektronik der Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, gesteuert wird. Während des Flutvorgangs ist die Vakuumpumpe zwar abgeschaltet, das heißt der Pumpenrotor ist stromlos, häufig rotiert der Pumpenrotor jedoch zumindest zeitweise noch weiter und wird dann durch den infolge des Flutens höheren Druck schneller abgebremst. Die Flutrate des der jeweiligen Vakuumpumpe zugeordneten Flutventils, das heißt die Strömungsgeschwindigkeit, mit der das zur Belüftung dienende Gas zugeführt werden kann, ist bisher an die Baugröße der jeweiligen Vakuumpumpe bzw. Turbomolekularpumpe angepasst. Damit wird dem Umstand Rechnung getragen, dass die Flutrate und entsprechend die Druckerhöhungsgeschwindigkeit in der Vakuumpumpe zunächst einen bestimmten Wert nicht überschreiten darf, da andernfalls zu hohe Kräfte auf den noch rotierenden Pumpenrotor wirken. Nachdem die Vakuumkammern insbesondere bei Massenspektrometern nun aber zunehmend

größer werden, dauert ein jeweiliger Flutvorgang, beispielsweise ein Flutvorgang ausgehend von einem Unterdruck im Bereich von 300 mbar bis etwa 1.000 mbar, sehr lange.

**[0005]** In der EP 1 739 308 B1 ist eine Rotations-Vakuumpumpe mit zugeordnetem Flutventil bekannt, bei dem das Flutventil zum Fluten der Pumpe in Abhängigkeit von erfassten Abweichungen oder Schwankungen der Rotationsfrequenz des Pumpenrotors angesteuert wird. Der betreffende Aufwand zur Steuerung des Flutventils ist entsprechend hoch.

**[0006]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren sowie eine Vorrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, die auch bei relativ größerem Volumen der Vakuumkammer auf möglichst einfache Weise eine schnelle Flutung der Vakuumkammer ohne Beeinträchtigung des bereits abgeschalteten, jedoch noch rotierenden Rotors der mit der Vakuumkammer verbundenen Vakuumpumpe ermöglichen.

**[0007]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 11. Bevorzugte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sowie bevorzugte Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind in den Unteransprüchen angegeben.

**[0008]** Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass das Fluten unmittelbar nach einem jeweiligen Abschalten des Pumpenrotors erfolgt und die Flutrate während eines jeweiligen Flutvorgangs erhöht wird, sobald der Druck in der Vakuumpumpe einen vorgebbaren Grenzwert erreicht hat.

**[0009]** Aufgrund einer solchen Ausgestaltung des Verfahrens kann auch eine relativ größere Vakuumkammer ohne die Gefahr einer Beeinträchtigung bzw. Schädigung des bereits abgeschalteten, jedoch zumindest vorübergehend noch rotierenden Rotors der mit der Vakuumkammer verbundenen Vakuumpumpe auf relativ einfache Weise sehr schnell geflutet werden. Dabei macht sich die Erfindung den Umstand zunutze, dass ab einem bestimmten Druck in der Vakuumpumpe zumindest im Wesentlichen keine nachteiligen, durch eine Gaslast verursachten Kräfte mehr auf den auslaufenden, d.h. noch rotierenden abgeschalteten Pumpenrotor wirken, so dass nach Erreichen dieses Druckgrenzwertes die Flutrate für den restlichen Flutvorgang gegenüber der vorangehenden Flutrate erhöht werden kann, womit der Flutvorgang insgesamt beschleunigt wird.

**[0010]** Unter einem Fluten unmittelbar nach dem Abschalten des Pumpenrotors ist zu verstehen, dass der Pumpenrotor noch rotiert, wenn mit dem Flutvor-

gang begonnen wird. Es ist insbesondere nicht ausgeschlossen, dass zwischen dem Abschaltvorgang und dem Beginn des Flutvorgangs eine gewisse, insbesondere von den jeweiligen konkreten Bedingungen abhängige Zeitspanne vergehen kann.

**[0011]** Gemäß einer bevorzugten praktischen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der vorgebbare Grenzwert des Drucks in der Vakuumkammer so gewählt, dass zumindest im Wesentlichen keine Kräfte mehr auf den noch rotierenden abgeschalteten Pumpenrotor wirken, d.h. Beeinträchtigungen oder Beschädigungen des Pumpenrotors durch zu hohe Gaslasten vermieden werden.

**[0012]** Es hat sich gezeigt, dass bei den bisher üblichen Vakuumpumpen, insbesondere Turbomolekularpumpen, ab einem Druck von ungefähr 300 mbar im Wesentlichen keine nachteiligen Kräfte mehr auf den rotierenden abgeschalteten Pumpenrotor wirken. Als vorgebbare Grenzwert des Drucks in der Vakuumpumpe wird demzufolge bevorzugt ein Druckwert im Bereich von 100 bis 400 mbar, insbesondere von 250 bis 300 mbar, gewählt.

**[0013]** Um die Gefahr einer Beeinträchtigung bzw. Beschädigung des noch rotierenden Pumpenrotors auf ein Minimum zu reduzieren, wird die Flutrate während eines jeweiligen Flutvorgangs bis zum Erreichen des vorgebbaren Grenzwerts des Drucks in der Vakuumpumpe bevorzugt so gewählt, dass eine vorgebbare Druckanstiegsgeschwindigkeit in der Vakuumpumpe nicht überschritten wird.

**[0014]** Dabei hat sich herausgestellt, dass die Gefahr einer Beeinträchtigung bzw. Beschädigung des noch rotierenden Pumpenrotors bei einer Druckanstiegsgeschwindigkeit bis etwa 15 mbar praktisch ausgeschlossen werden kann. Als vorgebbare Druckanstiegsgeschwindigkeit in der Vakuumpumpe wird demzufolge bevorzugt eine Druckanstiegsgeschwindigkeit im Bereich von 1 bis 50 mbar/Sek, insbesondere von 10 bis 20 mbar/Sek, gewählt.

**[0015]** Gemäß einer vorteilhaften zweckmäßigen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt das Fluten bis zum Erreichen des vorgebbaren Grenzwerts des Drucks in der Vakuumpumpe über einen freigeschalteten ersten Fluidquerschnitt und das Fluten nach Erreichen dieses Grenzwerts des Drucks in der Vakuumpumpe über einen freigeschalteten zweiten Fluidquerschnitt, der größer ist als der erste Fluidquerschnitt.

**[0016]** Dabei kann das Umschalten vom ersten Fluidquerschnitt zum relativ größeren zweiten Fluidquerschnitt beispielsweise dadurch erfolgen, dass zusätzlich zu einem freigeschalteten ersten Flutventil ein zweites Flutventil freigeschaltet wird. Dabei ist insbesondere von Vorteil, wenn das erste Flut-

ventil der Vakuumpumpe zugeordnet wird, während das zweite Flutventil der Vakuumpumpe oder der Vakuumkammer zugeordnet werden kann. Damit wird dem Umstand Rechnung getragen, dass der Vakuumpumpe in der Regel ohnehin zumindest ein Flutventil zugeordnet ist, das entsprechend auch zum Fluten der Vakuumkammer genutzt werden kann.

**[0017]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt das Fluten über ein der Vakuumpumpe oder der Vakuumkammer zugeordnetes Flutventil, das bis zum Erreichen des vorgebbaren Grenzwertes des Drucks in der Vakuumpumpe für ein gepulstes Freischalten des Flutventils mit einem ersten Tastverhältnis getaktet wird und nach Erreichen dieses Grenzwerts des Drucks in der Vakuumpumpe mit einem im Vergleich zum ersten Tastverhältnis größeren zweiten Tastverhältnis getaktet oder ganz freigeschaltet wird. Es genügt somit beispielsweise ein Flutventil, das nach Art einer Pulsbreitenmodulation getaktet wird. Unter einem größeren Tastverhältnis ist in diesem Zusammenhang zu verstehen, dass bei einem größeren Tastverhältnis der Anteil der Offen- oder Freischaltzeiten des Flutventils größer ist als bei einem kleineren Tastverhältnis.

**[0018]** Des Weiteren ist insbesondere auch eine solche Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens denkbar, bei der das Fluten über ein der Vakuumpumpe oder der Vakuumkammer zugeordnetes Flutventil erfolgt, das zwei unterschiedlich große Flutgasströme ermöglicht und nach einer vorgebbaren Zeit vom kleineren zum größeren Flutgasstrom umgeschaltet wird, nach der der vorgebbare Grenzwert des Drucks in der Vakuumpumpe erreicht wurde. Dabei muss die Steuerung eines solchen Flutventils nicht unbedingt durch die der Vakuumpumpe zugeordnete, z.B. in die Vakuumpumpe integrierte oder fest mit der Vakuumpumpe verbundene, Steuereinrichtung erfolgen. Es ist beispielsweise auch eine Ansteuerung durch Stellmittel direkt an dem Flutventil denkbar, die zwei Kanäle umfassen.

**[0019]** Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Fluten einer mit einer Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, verbundenen Vakuumkammer umfasst eine Steuereinrichtung und eine Ventilanordnung zum gleichzeitigen Fluten der Vakuumkammer und der einen Rotor sowie einen Stator umfassenden Vakuumpumpe unmittelbar nach einem jeweiligen Abschalten des Pumpenrotors. Sie ist entsprechend dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung so ausgeführt und die Ventilanordnung über die Steuereinrichtung so ansteuerbar ist, dass die Flutrate während eines jeweiligen Flutvorgangs erhöht wird, sobald der Druck in der Vakuumpumpe einen vorgebbaren Grenzwert erreicht hat.

**[0020]** Dabei ist der vorgebbare Grenzwert des Drucks in der Vakuumpumpe bevorzugt so gewählt, dass zumindest im Wesentlichen keine Kräfte mehr auf den noch rotierenden abgeschalteten Pumpenrotor wirken.

**[0021]** Gemäß einer bevorzugten praktischen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung umfasst die Ventilanordnung zumindest ein der Vakuumpumpe zugeordnetes Flutventil und/oder wenigstens ein der Vakuumpumpe zugeordnetes Flutventil, das bzw. die durch die Steuereinrichtung entsprechend ansteuerbar sind.

**[0022]** Dabei ist insbesondere von Vorteil, wenn die Ventilanordnung zumindest ein erstes und ein zweites Flutventil umfasst und diese Flutventile durch die Steuereinrichtung so ansteuerbar sind, dass bis zum Erreichen des vorgebbaren Grenzwerts des Drucks in der Vakuumpumpe das erste Flutventil freigeschaltet ist und bei Erreichen dieses Grenzwerts des Drucks in der Vakuumpumpe zusätzlich zum ersten Flutventil das zweite Flutventil freigeschaltet wird. Dabei ist das erste Flutventil bevorzugt der Vakuumpumpe zugeordnet, während das zweite Flutventil der Vakuumpumpe oder der Vakuumpumpe zugeordnet sein kann.

**[0023]** Gemäß einer weiteren möglichen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung umfasst die Ventilanordnung ein der Vakuumpumpe oder der Vakuumpumpe zugeordnetes Flutventil, das durch die Steuereinrichtung so ansteuerbar ist, dass es bis zum Erreichen des vorgebbaren Grenzwerts des Drucks in der Vakuumpumpe für ein gepulstes Freischalten des Flutventils mit einem ersten Tastverhältnis getaktet wird und nach Erreichen dieses Grenzwerts des Drucks in der Vakuumpumpe mit einem im Vergleich zum ersten Tastverhältnis größeren zweiten Tastverhältnis getaktet oder ganz freigeschaltet wird. In diesem Fall genügt ein Flutventil zum Fluten der Vakuumpumpe und der daran angeschlossenen Vakuumpumpe.

**[0024]** Die Steuereinrichtung ist bevorzugt der Vakuumpumpe zugeordnet, so dass die in der Regel ohnehin bereits für die Vakuumpumpe vorgesehene Steuereinrichtung gleichzeitig auch zur Steuerung des Flutvorgangs bzw. des wenigstens einen Flutventils genutzt werden kann.

**[0025]** Gemäß einer weiteren alternativen zweckmäßigen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann die Ventilanordnung auch ein der Vakuumpumpe oder der Vakuumpumpe zugeordnetes Flutventil umfassen, das zwei unterschiedlich große Flutgasströme ermöglicht und durch die Steuereinrichtung so ansteuerbar ist, dass es nach einer vorgebbaren Zeit vom kleineren zum größeren Flutgasstrom umgeschaltet wird, nach der der vorgebbare

Grenzwert des Drucks in der Vakuumpumpe erreicht wurde. Dabei muss, wie bereits erwähnt, die Steuereinrichtung nicht zwingend der Vakuumpumpe zugeordnet sein. Es ist beispielsweise auch denkbar, das Flutventil durch Stellmittel direkt an dem Flutventil anzusteuern.

**[0026]** Die Erfindung wird im Folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher beschrieben; in dieser zeigen:

**[0027]** Fig. 1 eine schematische Darstellung einer beispielhaften Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Fluten einer mit einer Vakuumpumpe, insbesondere Turbomolekularpumpe, verbundenen Vakuumpumpe,

**[0028]** Fig. 2 ein rein schematisches Diagramm, in dem mit einer gestrichelten Linie der sich mit einer herkömmlichen Flutungsanordnung und mit einer durchgehenden Linie der sich mit der erfindungsgemäßen Flutungsanordnung während eines jeweiligen Flutvorgangs ergebende zeitliche Verlauf des Drucks in der Vakuumpumpe dargestellt ist, und

**[0029]** Fig. 3 ein rein schematisches Diagramm, in dem mit einer gestrichelten Linie der sich mit einer herkömmlichen Flutungsanordnung und mit einer durchgehenden Linie der sich mit der erfindungsgemäßen Flutungsanordnung während eines jeweiligen Flutvorgangs ergebende zeitliche Verlauf der Flutrate dargestellt ist.

**[0030]** Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung eine beispielhafte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung **10** zum Fluten einer mit einer Vakuumpumpe **12** verbundenen Vakuumpumpe **14**. Dabei kann es sich bei der Vakuumpumpe **12** insbesondere um eine Turbomolekularpumpe handeln. Die Vakuumpumpe **12** kann mit einem Vorvakuumpumpeflansch **20** versehen sein, an den eine Vorpumpe anschließbar ist.

**[0031]** Die Vorrichtung **10** umfasst eine Steuereinrichtung **16** und eine Ventilanordnung **18** zum gleichzeitigen Fluten der Vakuumpumpe **14** und der einen Rotor sowie einen Stator umfassenden Vakuumpumpe **12** unmittelbar nach einem jeweiligen Abschalten des Pumpenrotors, so dass der Pumpenrotor während eines jeweiligen Flutvorgangs zwar abgeschaltet, das heißt stromlos ist, jedoch zumindest zeitweise noch rotiert.

**[0032]** Die Steuereinrichtung **16** ist so ausgeführt und die Ventilanordnung **18** ist über die Steuereinrichtung **16** so ansteuerbar, dass die Flutrate, das heißt die Strömungsgeschwindigkeit des zugeführten Flutgases, während eines jeweiligen Flutvorgangs erhöht wird, sobald der Druck in der Vakuumpumpe **12**

einen vorgebbaren Grenzwert  $p_G$  (vgl. auch **Fig. 2**) erreicht hat.

**[0033]** Dabei ist der vorgebbare Grenzwert  $p_G$  des Drucks in der Vakuumpumpe **12** bevorzugt so gewählt, dass zumindest im Wesentlichen keine Kräfte mehr auf den noch rotierenden abgeschalteten Pumpenrotor wirken, dieser also nicht durch eine zu hohe Gaslast beeinträchtigt wird. Als vorgebbarer Grenzwert  $p_G$  des Drucks in der Vakuumpumpe **12** kann beispielsweise ein Druckwert im Bereich von 300 mbar gewählt werden.

**[0034]** Die Ventilanordnung **18** kann insbesondere zumindest ein der Vakuumpumpe **12** zugeordnetes Flutventil **18<sub>1</sub>** und/oder wenigstens ein der Vakuunkammer **14** zugeordnetes Flutventil **18<sub>2</sub>** umfassen, das bzw. die durch die Steuereinrichtung **16** entsprechend ansteuerbar sind.

**[0035]** Dabei kann die Ventilanordnung **18** beispielsweise zumindest ein erstes und ein zweites Flutventil **18<sub>1</sub>**, **18<sub>2</sub>** umfassen, und die Flutventile **18<sub>1</sub>**, **18<sub>2</sub>** können durch die Steuereinrichtung **16** so ansteuerbar sein, dass bis zum Erreichen des vorgebbaren Grenzwerts  $p_G$  des Drucks in der Vakuumpumpe **12** das erste Flutventil **18<sub>1</sub>** oder **18<sub>2</sub>** freigeschaltet ist und bei Erreichen dieses Grenzwerts  $p_G$  des Drucks in der Vakuumpumpe **12** zusätzlich zum ersten Flutventil **18<sub>1</sub>** oder **18<sub>2</sub>** das zweite Flutventil **18<sub>2</sub>** bzw. **18<sub>1</sub>** freigeschaltet wird. Dabei kann das erste Flutventil **18<sub>1</sub>** insbesondere der Vakuumpumpe **12** und das zweite Flutventil **18<sub>2</sub>** der Vakuumpumpe **12** oder der Vakuunkammer **14** zugeordnet sein.

**[0036]** Alternativ kann die Ventilanordnung **18** beispielsweise auch ein der Vakuumpumpe **12** oder der Vakuunkammer **14** zugeordnetes Flutventil **18<sub>1</sub>** bzw. **18<sub>2</sub>** umfassen, das durch die Steuereinrichtung **16** so ansteuerbar ist, dass es bis zum Erreichen des vorgebbaren Grenzwerts  $p_G$  des Drucks in der Vakuumpumpe **12** für ein gepulstes Freischalten des Flutventils **18<sub>1</sub>** bzw. **18<sub>2</sub>** mit einem ersten Tastverhältnis getaktet wird und nach Erreichen dieses Grenzwerts  $p_G$  des Drucks in der Vakuumpumpe **12** mit einem im Vergleich zum ersten Tastverhältnis größeren zweiten Tastverhältnis getaktet oder ganz freigeschaltet wird. Das betreffende Flutventil **18<sub>1</sub>** bzw. **18<sub>2</sub>** kann also nach Art einer Pulsbreitenmodulation angesteuert werden.

**[0037]** Die Steuereinrichtung **16** kann in einem solchen Fall insbesondere der Vakuumpumpe **12** zugeordnet sein.

**[0038]** Gemäß einer weiteren alternativen beispielhaften Ausführungsform kann die Ventilanordnung **18** auch ein der Vakuumpumpe **12** oder der Vakuunkammer **14** zugeordnetes Flutventil **18<sub>1</sub>** bzw. **18<sub>2</sub>** umfassen, das zwei unterschiedlich große Flutgasströ-

me ermöglicht und durch die Steuereinrichtung **16** so ansteuerbar ist, dass es nach einer vorgebbaren Zeit vom kleineren zum größeren Flutgasstrom umgeschaltet wird, nach der der vorgebbare Grenzwert  $p_G$  des Drucks in der Vakuumpumpe **12** erreicht wurde. Die Steuerung **16** muss in diesem Fall nicht zwingend der Vakuumpumpe **12** zugeordnet sein. Die Ansteuerung des Flutventils kann beispielsweise auch über Stellmittel, die zwei Kanäle umfassen, direkt an dem Flutventil erfolgen.

**[0039]** **Fig. 2** zeigt ein rein schematisches Diagramm, in dem mit einer gestrichelten Linie der sich mit einer herkömmlichen Flutungsvorrichtung nach dem Stand der Technik und mit einer durchgehenden Linie der sich mit der erfindungsgemäßen Flutungsvorrichtung **10** während eines jeweiligen Flutungsvorgangs ergebende zeitliche Verlauf des Drucks  $p$  in der Vakuumpumpe **12** dargestellt ist. Dabei ergibt sich der Druck aus der Beziehung  $p = \frac{Q \cdot t}{V}$ , wobei mit "p" der Druck in der Vakuumpumpe **12**, mit "Q" die Flutgaslast, mit "t" die aktuelle Zeit und mit "V" das Gesamtvolumen der Vakuunkammer **14** und der Vakuumpumpe **12** angegeben sind.

**[0040]** Wie anhand des Diagramms gemäß **Fig. 2** zu erkennen ist, ergibt sich für die herkömmliche Flutungsvorrichtung während des gesamten Flutvorgangs eine zumindest im Wesentlichen konstante Druckanstiegsgeschwindigkeit in der Vakuumpumpe **12** (vgl. die gestrichelte Linie). Demgegenüber steigt mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung **10** diese Druckanstiegsgeschwindigkeit in der Vakuumpumpe **12** bei Erreichen des Grenzwerts  $p_G$  des Drucks in der Vakuumpumpe **12** stark an (vgl. die durchgehende Linie), so dass der gesamte Flutvorgang stark beschleunigt wird.

**[0041]** **Fig. 3** zeigt ein rein schematisches Diagramm, in dem mit einer gestrichelten Linie der sich mit der herkömmlichen Flutungsvorrichtung und mit einer durchgehenden Linie der sich mit der erfindungsgemäßen Flutungsvorrichtung **10** während eines jeweiligen Flutvorgangs ergebende zeitliche Verlauf der Flutrate dargestellt ist. Wie diesem Diagramm entnommen werden kann, ergibt sich mit der herkömmlichen Flutungsvorrichtung während des gesamten Flutvorgangs ein zumindest im Wesentlichen konstanter zeitlicher Verlauf der Flutrate (vgl. die gestrichelte Linie), während mit der erfindungsgemäßen Flutungsvorrichtung **10** die Flutrate bei Erreichen des Grenzwerts  $p_G$  des Drucks in der Vakuunkammer (vgl. auch nochmals **Fig. 2**) sprunghaft ansteigt, womit, wie bereits erwähnt, der gesamte Flutvorgang wesentlich beschleunigt wird.

Bezugszeichenliste

<b>10</b>	Vorrichtung
<b>12</b>	Vakuumpumpe
<b>14</b>	Vakuunkammer
<b>16</b>	Steuereinrichtung
<b>18</b>	Ventilanordnung
<b>181</b>	Flutventil
<b>182</b>	Flutventil
<b>20</b>	Vorvakuumflansch
<b>p<sub>G</sub></b>	Grenzwert des Drucks in der Vakuumpumpe

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- EP 1739308 B1 [0005]

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Fluten einer mit einer Vakuumpumpe (12), insbesondere Turbomolekularpumpe, verbundenen Vakuumkammer (14), bei dem mit dem Fluten der Vakuumkammer (14) gleichzeitig auch die einen Rotor sowie einen Stator umfassende Vakuumpumpe (12) geflutet wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Fluten unmittelbar nach einem jeweiligen Abschalten des Pumpenrotors erfolgt und die Flutrate während eines jeweiligen Flutvorgangs erhöht wird, sobald der Druck in der Vakuumpumpe einen vorgebbaren Grenzwert ( $p_G$ ) erreicht hat.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der vorgebbare Grenzwert ( $p_G$ ) des Drucks in der Vakuumpumpe (12) so gewählt wird, dass zumindest im Wesentlichen keine Kräfte mehr auf den noch rotierenden abgeschalteten Pumpenrotor wirken.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass als vorgebbarer Grenzwert ( $p_G$ ) des Drucks in der Vakuumpumpe (12) ein Druckwert im Bereich von 100 bis 400 mbar, insbesondere von 250 bis 300 mbar, gewählt wird.

4. Verfahren nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Flutrate während eines jeweiligen Flutvorgangs bis zum Erreichen des vorgebbaren Grenzwerts ( $p_G$ ) des Drucks in der Vakuumpumpe (12) so gewählt wird, dass eine vorgebbare Druckanstiegsgeschwindigkeit in der Vakuumpumpe (12) nicht überschritten wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass als vorgebbare Druckanstiegsgeschwindigkeit in der Vakuumpumpe (12) eine Druckanstiegsgeschwindigkeit im Bereich von 1 bis 50 mbar/Sek, insbesondere von 10 bis 20 mbar/Sek, gewählt wird.

6. Verfahren nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Fluten bis zum Erreichen des vorgebbaren Grenzwerts ( $p_G$ ) des Drucks in der Vakuumpumpe (12) über einen freigeschalteten ersten Fluidquerschnitts und das Fluten nach Erreichen dieses Grenzwerts ( $p_G$ ) des Drucks in der Vakuumpumpe (12) über einen freigeschalteten zweiten Fluidquerschnitt erfolgt, der größer ist als der erste Fluidquerschnitt.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Umschalten vom ersten Fluidquerschnitt zum relativ größeren zweiten Fluidquerschnitt dadurch erfolgt, dass zusätzlich zu einem freigeschalteten ersten Flutventil (18<sub>1</sub>) ein zweites Flutventil (18<sub>2</sub>) freigeschaltet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Flutventil (18<sub>1</sub>) der Vakuumpumpe (12) und das zweite Flutventil (18<sub>2</sub>) der Vakuumpumpe (12) oder der Vakuumkammer (14) zugeordnet wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Fluten über ein der Vakuumpumpe (12) oder der Vakuumkammer (14) zugeordnetes Flutventil (18<sub>1</sub> bzw. 18<sub>2</sub>) erfolgt, das bis zum Erreichen des vorgebbaren Grenzwerts ( $p_G$ ) des Drucks in der Vakuumpumpe (12) für ein gepulstes Freischalten des Flutventils (18<sub>1</sub> bzw. 18<sub>2</sub>) mit einem ersten Tastverhältnis getaktet wird und nach Erreichen dieses Grenzwerts ( $p_G$ ) des Drucks in der Vakuumpumpe (12) mit einem im Vergleich zum ersten Tastverhältnis größeren zweiten Tastverhältnis getaktet oder ganz freigeschaltet wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Fluten über ein der Vakuumpumpe (12) oder der Vakuumkammer (14) zugeordnetes Flutventil (18<sub>1</sub> bzw. 18<sub>2</sub>) erfolgt, das zwei unterschiedlich große Flutgasströme ermöglicht und nach einer vorgebbaren Zeit, nach der der vorgebbare Grenzwert ( $p_G$ ) des Drucks in der Vakuumpumpe (12) erreicht wurde, vom kleineren zum größeren Flutgasstrom umgeschaltet wird.

11. Vorrichtung (10) zum Fluten einer mit einer Vakuumpumpe (12), insbesondere Turbomolekularpumpe, verbundenen Vakuumkammer (14), insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, mit einer Steuereinrichtung (16) und einer Ventilanordnung (18) zum gleichzeitigen Fluten der Vakuumkammer (14) und der einen Rotor sowie einen Stator umfassenden Vakuumpumpe (12) unmittelbar nach einem jeweiligen Abschalten des Pumpenrotors, wobei die Steuereinrichtung (16) so ausgeführt und die Ventilanordnung (18) über die Steuereinrichtung (16) so ansteuerbar ist, dass die Flutrate während eines jeweiligen Flutvorgangs erhöht wird, sobald der Druck in der Vakuumpumpe (12) einen vorgebbaren Grenzwert ( $p_G$ ) erreicht hat.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der vorgebbare Grenzwert ( $p_G$ ) des Drucks in der Vakuumpumpe (12) so gewählt ist, dass zumindest im Wesentlichen keine Kräfte mehr auf den noch rotierenden abgeschalteten Pumpenrotor wirken.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ventilanordnung (18) zumindest ein der Vakuumpumpe (12) zugeordnetes Flutventil (18<sub>1</sub>) und/oder wenigstens ein der Vakuumkammer (14) zugeordnetes Flutventil (18<sub>2</sub>) umfasst, das bzw. die durch die Steuereinrichtung (16) entsprechend ansteuerbar sind.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ventilanordnung (18) zumindest ein erstes und ein zweites Flutventil (18<sub>1</sub>, 18<sub>2</sub>) umfasst und diese Flutventile (18<sub>1</sub>, 18<sub>2</sub>) durch die Steuereinrichtung (16) so ansteuerbar sind, dass bis zum Erreichen des vorgebbaren Grenzwerts ( $p_G$ ) des Drucks in der Vakuumpumpe (12) das erste Flutventil (18<sub>1</sub> oder 18<sub>2</sub>) freigeschaltet ist und bei Erreichen dieses Grenzwerts ( $p_G$ ) des Drucks in der Vakuumpumpe (12) zusätzlich zum ersten Flutventil (18<sub>1</sub> oder 18<sub>2</sub>) das zweite Flutventil (18<sub>1</sub> bzw. 18<sub>2</sub>) freigeschaltet wird.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Flutventil (18<sub>1</sub>) der Vakuumpumpe (12) und das zweite Flutventil (18<sub>2</sub>) der Vakuumpumpe (12) oder der Vakuumkammer (14) zugeordnet ist.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ventilanordnung (18) ein der Vakuumpumpe (12) oder der Vakuumkammer (14) zugeordnetes Flutventil (18<sub>1</sub> bzw. 18<sub>2</sub>) umfasst, das durch die Steuereinrichtung (16) so ansteuerbar ist, dass es bis zum Erreichen des vorgebbaren Grenzwerts ( $p_G$ ) des Drucks in der Vakuumpumpe (12) für ein gepulstes Freischalten des Flutventils (18<sub>1</sub> bzw. 18<sub>2</sub>) mit einem ersten Tastverhältnis getaktet wird und nach Erreichen dieses Grenzwerts ( $p_G$ ) des Drucks in der Vakuumpumpe (12) mit einem im Vergleich zum ersten Tastverhältnis größeren zweiten Tastverhältnis getaktet oder ganz freigeschaltet wird.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ventilanordnung (18) ein der Vakuumpumpe (12) oder der Vakuumkammer (14) zugeordnetes Flutventil (18<sub>1</sub> bzw. 18<sub>2</sub>) umfasst, das zwei unterschiedlich große Flutgasströme ermöglicht und durch die Steuereinrichtung (16) so ansteuerbar ist, dass es nach einer vorgebbaren Zeit, zu der der vorgebbare Grenzwert ( $p_G$ ) des Drucks in der Vakuumpumpe (12) erreicht wird, vom kleineren zum größeren Flutgasstrom umgeschaltet wird.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinrichtung (16) der Vakuumpumpe (12) zugeordnet ist.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

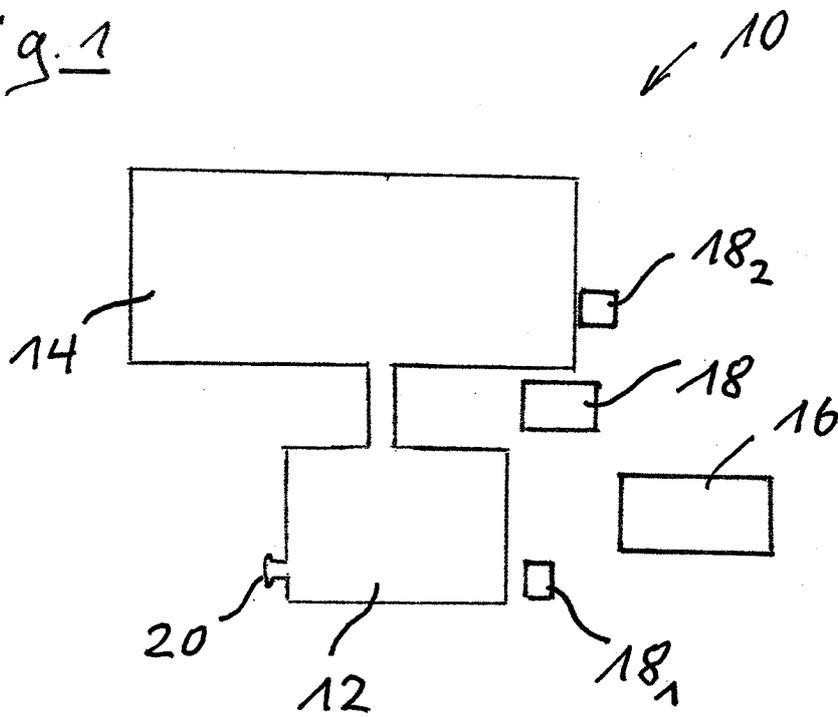


Fig. 2

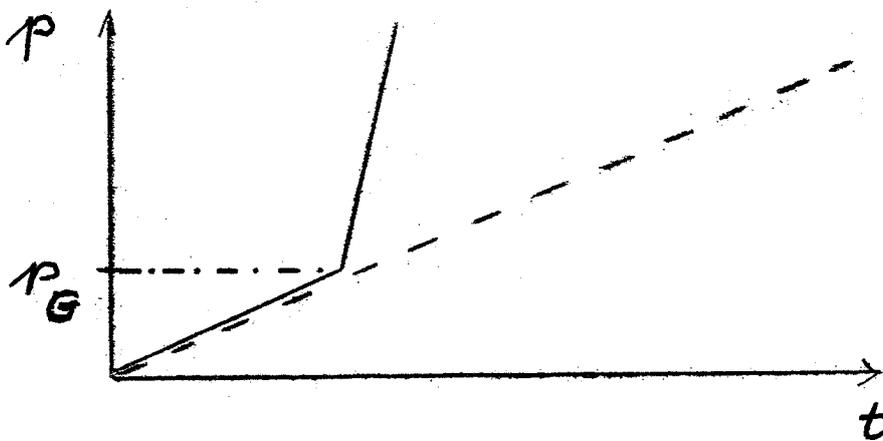


Fig. 3

