



## (12) Übersetzung der geänderten europäischen Patentschrift

(97) EP 1 196 704 B2

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F16J 15/32 (2006.01)**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 17 142.6**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/DK00/00305**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 931 046.7**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2000/075539**

(86) PCT-Anmeldetag: **07.06.2000**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **14.12.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **17.04.2002**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **29.12.2004**

(97) Veröffentlichungstag  
des geänderten Patents beim EPA: **20.01.2010**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **12.08.2010**

### Patentschrift wurde im Einspruchsverfahren geändert

(30) Unionspriorität:

<b>80999</b>	<b>08.06.1999</b>	<b>DK</b>
<b>200000551</b>	<b>03.04.2000</b>	<b>DK</b>

(74) Vertreter:

**Eisenführ, Speiser & Partner, 20355 Hamburg**

(73) Patentinhaber:

**Trelleborg Sealing Solutions Denmark A/S,  
Helsingør, DK**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,  
LI, LU, MC, NL, PT, SE**

(72) Erfinder:

**IVERSEN, Gert, DK-3000 Helsingør, DK**

(54) Bezeichnung: **DICHTUNGSANORDNUNG UND DICHTUNGSELEMENT DAFÜR**

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Dichtungsanordnung zum Abdichten eines wischenraumes, der sich zwischen Hoch- und Niederdruckbereichen erstreckt und zwischen einem ersten Geräteteil und einer zylindrischen Fläche eines zweiten Geräteteils gebildet ist, wobei die ersten und zweiten Geräteteile entlang der Achse der zylindrischen Fläche gegeneinander hin- und herbewegbar sind.

**[0002]** Zum Beispiel kann der Geräteteil Teil eines Gehäuses oder Zylinders und der zweite Geräteteil eine Kolbenstange sein, die mit einem doppelt wirkenden Kolben verbunden ist. Eine Dichtungsanordnung dieser Art ist beispielsweise in der WO 92/15807 offenbart. Diese bekannte Dichtungsanordnung weist ein ringförmiges Dichtungselement aus elastischem Material und einen das ringförmige Dichtungselement umgebenden Kompressionsring, wie z. B. einen O-Ring, auf. Die radial außenliegende Umfangsfläche des ringförmigen Dichtungselementes erstreckt sich zwischen axial gegenüberliegenden ersten und zweiten Endflächen, die zu den Hoch- und Niedrigdruckbereich entsprechend gerichtet sind. Das ringförmige Dichtungselement besitzt ebenfalls eine radial innenliegende Umfangsfläche für einen Dichteingriff mit der zylindrischen Fläche des zweiten Geräteteils an dessen Kontaktfläche. Der Zweck des Kompressionsringes besteht darin, die Kontaktfläche der inneren Umfangsfläche des Dichtungselementes in festen dichtenden Eingriff mit der zylindrischen Fläche des zweiten Geräteteils zu pressen. Dies bedeutet, dass idealerweise die ringförmige Kontaktfläche zwischen dem Kompressionsring und der äußeren Umfangsfläche des ringförmigen Dichtungselementes der Kontaktfläche zwischen dem Dichtungselement und der zylindrischen Fläche des zweiten Geräteteils radial gegenüberliegend positioniert werden sollte.

**[0003]** In der gegenwärtigen Praxis jedoch variiert die Druckdifferenz zwischen den Hoch- und Niedrigdruckbereichen wesentlich, und eine ansteigende Druckdifferenz führt dazu, den Kompressionsring und folglich auch die Kontaktfläche zwischen dem Kompressionsring und dem ringförmigen Dichtungselement in eine Richtung zum Niedrigdruckbereich zu drücken. Um den Dichtungsdruck zwischen der Kontaktfläche des inneren Umfangsflächenabschnittes des Dichtungselementes und der zylindrischen Fläche des zweiten Geräteteils im Wesentlichen aufrecht zu erhalten, wenn der Kompressionsring zum Niedrigdruckbereich gedrückt wird, wird die äußere Umfangsfläche des Dichtungselementes an ihrem Niedrigdruckende verjüngt. Somit besitzt das ringförmige Dichtungselement der bekannten Dichtungsanordnung eine äußere Umfangsfläche, die einen stumpfen Winkel in axialer Querschnittsansicht bildet.

**[0004]** Es hat sich gezeigt, dass der Kompressionsring, der beispielsweise ein O-Ring aus elastomerem Material sein kann, eine relativ kurze Lebensdauer hat, da schließlich der Kompressionsring permanent deformiert bleibt.

**[0005]** Die vorliegende Erfindung stellt eine Dichtungsanordnung der in der DE-C-35 21 525, US-A-5 249 813 und US-A-1 490 716 offenbarten Art mit einer erhöhten Wirksamkeit und einer verlängerten ökonomischen Lebensdauer zur Verfügung.

**[0006]** EP 0 521 227A1 offenbart eine Dichtungsanordnung mit einem ringförmigen Dichtkörper. Die Dichtungsanordnung hat den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 und seiner ringförmigen Dichtkörper hat den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 15. Allerdings hat der axiale Schnitt durch die äußere Mantelfläche des ringförmigen Dichtkörpers eine geradlinige oder konkave Kontur bestehend aus zwei geradlinigen Abschnitten.

**[0007]** Somit stellt die vorliegende Erfindung eine Dichtungsanordnung, wie in Anspruch 1 definiert, zur Verfügung.

**[0008]** Es hat sich gezeigt, dass bei den bekannten Dichtungsanordnungen die Wirksamkeit des Kompressionsmittels, das einen Kompressionsring aufweisen kann, schließlich herabgesetzt ist, weil während des Betriebes der Kompressionsring in Kontakt mit einer ziemlich scharfen ringförmigen Kante gedrückt wird, die durch die äußere Umfangsfläche des Dichtungselementes gebildet wird, und dem Scheitelpunkt des stumpfen Winkels entspricht. Es ist herausgefunden worden, dass die Lebensdauer der erfindungsgemäßen Dichtungsanordnung gegenüber der Lebensdauer der bekannten Dichtungsanordnung wesentlich verlängert wird, wenn die konvexe Kontur der äußeren Umfangsfläche des ringförmigen Dichtungselementes abgerundet wird, wie zuvor beschrieben.

**[0009]** Der Radius oder die Krümmung solcher Ausrundungen übersteigt vorzugsweise nicht das Doppelte der gesamten axialen Länge oder Breite des Dichtungselementes, und bei einer gegenwärtig bevorzugten Ausführung beträgt der Radius oder betragen die Radien der Krümmung mindestens das 0,6-fache und vorzugsweise etwa das 0,85-fache der gesamten axialen Länge des ringförmigen Dichtungselementes.

**[0010]** Die konvexe Kontur der äußeren Umfangsfläche des Dichtungselementes kann sich über die gesamte axiale Länge oder Breite des Dichtungselementes erstrecken. Wenn jedoch der radiale Abstand zwischen der äußeren Umfangsfläche des Dichtungselementes und der zylindrischen Fläche des zweiten Geräteteils zur zweiten Endfläche des Dichtungselementes abgerundet wird, wie zuvor beschrieben, so ist die Lebensdauer der erfindungsgemäßen Dichtungsanordnung gegenüber der Lebensdauer der bekannten Dichtungsanordnung wesentlich verlängert.

tungselementes oder zum Niedrigdruckbereich allmählich abnimmt, kann der Kompressionsring dazu neigen, in den Zwischenraum gedrückt oder extrudiert zu werden, welcher zwischen der zweiten Endfläche des Dichtungselementes und einer benachbarten Gegenfläche des ersten Geräteteils gebildet ist. Um einer solchen Tendenz entgegen zu wirken, kann die konvexe axiale Querschnittskontur des äußeren Umfangsflächenteils in eine konkave Querschnittskontur benachbart zur zweiten Endfläche des Dichtungselementes fließend übergehen. In einem solchen Fall kann die konvexe Kontur in die konkave Kontur an einem Knickpunkt übergehen, der von der zweiten Endfläche um eine Distanz des 0,05- bis 0,25-fachen der gesamten axialen Länge oder Breite des Dichtungselementes beabstandet ist. Das Endteil der Querschnittskontur benachbart zur zweiten Endfläche des Dichtungselementes und die Längsachse des Dichtungselementes bilden vorzugsweise zwischen sich einen Winkel von  $-10^\circ$  bis  $+45^\circ$ . Somit können das Endteil der Querschnittskontur und die Längsachse der Dichtungsanordnung zueinander konvergierend verlaufen, verlaufen jedoch vorzugsweise divergierend in Richtung auf den Niedrigdruckbereich.

**[0011]** Die radial innenliegende Umfangsfläche des Dichtungselementes weist einen ersten Abschnitt auf, der sich zwischen der ersten Endfläche des Dichtungselementes und der Kontaktfläche erstreckt und einen Mindestdurchmesser hat, der den maximalen Durchmesser des zweiten Abschnittes der inneren Umfangsfläche übersteigt, welcher den allmählich sich aufweitenden oder divergierenden Zwischenraum bildet. Somit wird die Kontaktfläche als ein Zwischenabschnitt zwischen den ersten und zweiten Abschnitten gebildet. Dadurch wird gewährleistet, dass der radial nach innen gerichtete Druck, der durch den Kompressionsring erzeugt wird, an der vorbestimmten Kontaktfläche konzentriert wird.

**[0012]** Das Dichtungselement und der Kompressionsring der erfindungsgemäßen Dichtungsanordnung können an ihren gegenseitigen Positionen in jeder geeigneten Weise gehalten werden. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel sind jedoch das ringförmige Dichtungselement und der Kompressionsring innerhalb eines ringförmigen Kanals oder einer ringförmigen Nut angeordnet, der bzw. die im ersten Geräteteil ausgebildet ist und eine ringförmige Öffnung gegenüber der zylindrischen Fläche des zweiten Geräteteils, wobei der Kanal eine Bodenwand für einen dichtenden Eingriff mit dem Kompressionsring besitzt, und gegenüber ersten und zweiten Seitenwänden, die gegenüber den ersten und zweiten Endflächen des Dichtungselementes entsprechend positioniert sind, bildet.

**[0013]** Gemäß einer weiteren Ausführung der Dichtungsanordnung kann die äußere Umfangsfläche des

Dichtungselementes eine konvexe axiale Kontur mit einem ersten Abschnitt benachbart zur ersten Endfläche des Dichtungselementes und einem zweiten Abschnitt benachbart zur zweiten Endfläche des Dichtungselementes bilden, wobei die ersten und zweiten Endabschnitte durch einen Zwischenabschnitt miteinander verbunden sind, und kann die radiale Höhe oder Breite des Querschnittes des ringförmigen Dichtungselementes dann am Zwischenabschnitt ein Maximum bilden. Durch geeignete Auswahl der gegenseitigen gegenwärtigen Positionen des Zwischenabschnittes der äußeren Umfangsfläche und des Kontaktabschnittes der inneren Umfangsfläche des Dichtungselementes kann die auf den Kompressionsring wirkende radiale Kompressionskraft so optimiert werden, um eine optimale Dichtungswirkung zu erzielen. Bei einer bevorzugten Ausführung bildet der erste Abschnitt mindestens entlang einer axialen Länge des 0,3- bis 0,7-fachen der gesamten axialen Länge des Dichtungselementes, gemessen von der zweiten Endfläche an, einen Winkel von  $0^\circ$  bis  $20^\circ$  mit der Längsachse des Dichtungselementes.

**[0014]** Gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein ringförmiges Dichtungselement, wie in Anspruch 17 definiert, geschaffen. Der axiale Querschnitt von mindestens einem Teil der äußeren Umfangsfläche des ringförmigen Dichtungselementes, der dafür vorgesehen ist, um in Kontakt mit dem Kompressionsring zu gelangen, kann eine solche konvexe Kontur bilden, dass im unbelasteten Zustand des Dichtungselementes der radiale Abstand zwischen jenem Teil der äußeren Umfangsfläche und dem radial am weitesten innen liegenden Teil der inneren Umfangsfläche in axialer Richtung zur zweiten Endfläche hin abnimmt, wobei der Krümmungsradius oder die Krümmungsradien der konvexen Form mindestens das 0,4-fache der gesamten axialen Länge oder Breite des ringförmigen Dichtungselementes beträgt. Da eine konvexe Form keine scharfen Kanten besitzt, wird die Lebensdauer des Dichtungselementes und des mit diesem zusammenwirkenden Kompressionsringes verlängert.

**[0015]** Die WO 92/15807 offenbart eine Dichtungsanordnung mit einem ringförmigen Dichtungselement. Das Dichtungselement besitzt eine radial innenliegende Umfangsfläche, die in drei axiale Abschnitte unterteilt ist, nämlich einen ersten Abschnitt benachbart zum Hochdruckbereich, einen Zwischenabschnitt, der einen vorbestimmten Kontaktbereich bildet, und einen zweiten Abschnitt benachbart zum Niedrigdruckabschnitt. Der erste Abschnitt wird durch einen abgestuften Teil gebildet, dessen innerer Durchmesser wesentlich größer als der Außendurchmesser einer zylindrischen Fläche eines zweiten Geräteteils oder einer Kolbenstange ist. Der dazwischen liegende, vorbestimmte Kontaktbereich ist vorgesehen, um in dichtenden Eingriff mit der äußeren zylindrischen Fläche der Kolbenstange zu gelangen, und

der zweite Abschnitt ist eine konische Fläche, die einen sich aufweitenden oder divergierenden Zwischenraum zusammen mit der äußeren zylindrischen Fläche der Kolbenstange bildet. Bei der bekannten Dichtungsanordnung wird die Grenzlinie zwischen dem Kontaktbereich und dem zweiten Abschnitt des inneren Umfangsflächenteils des Dichtungselementes von einer ringförmigen Kante gebildet. Wenn jedoch die Druckdifferenz einen bestimmten Wert, z. B. im Bereich von 300 bar, überschreitet und/oder wenn die Temperatur sehr hoch wird, kann das Dichtungselement dazu tendieren, über diese Kante zu kippen oder sich zu deformieren, so dass der Teil des zweiten Abschnittes des inneren Umfangsflächenteils des ringförmigen Dichtungselementes in Kontakt mit der äußeren zylindrischen Fläche des zweiten Geräteparts gelangt. Dies kann nicht nur zu einem weniger wirksamen Dichtungseffekt führen, sondern auch zu sogenannten Extrusionsbeschädigungen des Dichtungselementes. Diese Probleme werden durch die Anordnung gemäß Anspruch 1 gelöst.

**[0016]** Das ringförmige Kompressionsmittel kann beispielsweise einen Kompressionsring aufweisen, der sich in Eingriff mit der radial außenliegenden Umfangsfläche des Dichtungselementes befindet. Die äußere Umfangsfläche des ringförmigen Dichtungselementes kann eine lineare oder konvexe Querschnittsform besitzen. Alternativ kann die äußere Umfangsfläche des Dichtungselementes einen konkaven Flächenteil aufweisen, der sich in Eingriff mit einem komplementären konvexen Flächenteil des ringförmigen Kompressionsmittels befindet.

**[0017]** Das ringförmige Kompressionsmittel kann ein Kompressionsring sein, der aus elastomerem Material besteht und einen festen Querschnitt besitzt. Der Kompressionsring kann dann in zwei axial nebeneinanderliegende ringförmige Elemente unterteilt sein. Alternativ kann das Kompressionsmittel aus Metall, wie z. B. einem schraubenförmige gewundenen Draht, bestehen. Außerdem braucht das ringförmige Dichtungselement nicht ein einziges gleichförmiges Teil zu sein, sondern kann in zwei oder mehrere Teile mit sich in gegenseitigem Eingriff befindenden komplementären Flächenteilen unterteilt sein. Derartige Dichtungselementteile können separat ausgebildet oder zusammengefügt sein und aus Materialien mit unterschiedlichen Eigenschaften bestehen.

**[0018]** Gemäß einer weiteren Ausführung kann das Kompressionsmittel innerhalb einer Tasche angeordnet sein, die innerhalb des ringförmigen Dichtungselementes ausgebildet und zur ersten Endfläche des Dichtungselementes hin offen ist. Beispielsweise kann das Kompressionsmittel dann ein ringförmiges metallenes Federelement mit U-förmigem Querschnitt sein, das die Neigung besitzt, sich zur Tasche hin zu öffnen und dadurch den Querschnitt des Dichtungselementes radial auszudehnen.

**[0019]** Bei einer bevorzugten Ausführung liegt der Krümmungsradius oder liegen die Krümmungsradien innerhalb des Bereiches des 0,15- bis 1,5-fachen, vorzugsweise 0,2- bis 0,6-fachen, und ganz besonders bevorzugt bei etwa dem 0,3-fachen der gesamten axialen Länge oder Breite des Dichtungselementes. Durch Auswahl einer axialen Kontur der inneren Umfangsfläche des ringförmigen Dichtungselementes mit einer solchen vorbestimmten konvexen, abgerundeten Kontur erhält man verbesserte Dichtegenschaften, und zwar insbesondere im Fall einer besonders hohen Druckdifferenz zwischen den Hoch- und Niedrigdruckbereichen und/oder bei hohen Temperaturen.

**[0020]** Wie zuvor erwähnt, kann die innere Umfangsfläche des ringförmigen Dichtungselementes in drei Teile unterteilt sein, von denen sich jedes entlang eines Bruchteils der gesamten axialen Länge des ringförmigen Dichtungselementes erstreckt. Beispielsweise besitzt der innere Flächenabschnitt, der den sich aufweitenden Zwischenraum bildet und benachbart zur zweiten Endfläche des Dichtungselementes liegt, vorzugsweise nicht eine axiale Länge, die das 0,3-fache der gesamten axialen Länge des Dichtungselementes überschreitet. Der Kontakt des Bereiches des inneren Umfangsflächenteils liegt vorzugsweise innerhalb des axialen Längsbereiches des 0,2- bis 0,6-fachen der gesamten axialen Länge des Dichtungselementes, gemessen von der zweiten Endfläche an. Außerdem bildet dieser Kontaktbereich vorzugsweise eine konvexe, abgerundete Kontur mit einem Krümmungsradius oder Krümmungsradien innerhalb des Bereiches des 2- bis 5-fachen der gesamten axialen Länge des Dichtungselementes. Die äußere Umfangsfläche des ringförmigen Dichtungselementes kann in der zuvor beschriebenen Weise geformt sein.

**[0021]** Die Erfindung wird nun außerdem anhand der Zeichnungen beschrieben, wobei

**[0022]** **Fig. 1** eine teilweise Querschnittsansicht einer bekannten Dichtungsanordnung ist,

**[0023]** **Fig. 2** eine teilweise Querschnittsansicht einer Dichtungsanordnung ist, die **Fig. 3** bis 8 ausschnittsweise Querschnittsansichten sind, die verschiedene Ausführungen des durch einen Kreis C in **Fig. 2** hervorgehobenen Teils des Dichtungselementes sind,

**[0024]** **Fig. 9** eine teilweise Querschnittsansicht einer weiteren Ausführung einer Dichtungsanordnung ist,

**[0025]** die **Fig. 10** und **11** ausschnittsweise Querschnittsansichten von verschiedenen Ausführungen

des durch den Kreis C in **Fig. 9** hervorgehobenen Teils des Dichtungselementes sind,

**[0026]** **Fig. 12** eine teilweise Querschnittsansicht einer noch weiteren Ausführung einer Dichtungsanordnung ist,

**[0027]** die **Fig. 13** bis **15** ausschnittsweise Querschnittsansichten sind, die verschiedene Ausführungen des durch den Kreis C in **Fig. 13** hervorgehobenen Teils der Dichtungsanordnung sind.

**[0028]** **Fig. 1** zeigt eine bekannte Dichtungsanordnung der in der WO 92/15807 offenbarten Art. Die in **Fig. 1** gezeigte Dichtungsanordnung weist eine Gehäusewand **10** mit einer darin ausgebildeten Durchgangsbohrung **11** auf. Ein ringförmiger Kanal oder eine ringförmige Nut **10** ist in der Gehäusewand **10** ausgebildet und öffnet sich in die Bohrung **11**. Eine zylindrische Stange **13** wie z. B. eine Kolbenstange erstreckt sich durch die Bohrung **11** und kann eine reziproke axiale Bewegung gegenüber der Gehäusewand **10** ausführen. Die Bohrung **11** erstreckt sich zwischen einer Hochdruckseite H und einer Niedrigdruckseite L. Beispielsweise kann die Stange **13** eine Kolbenstange sein, deren Hochdruckende mit einem doppelt wirkenden Kolben verbunden ist, der innerhalb eines (nicht dargestellten) Zylinders angeordnet ist, und die Wand **10** kann dann Teil eines zylindrischen Gehäuses sein.

**[0029]** Ein ringförmiges Dichtungselement oder ein Dichtungsring **14** mit einer inneren Umfangsfläche, die sich mit der zylindrischen äußeren Fläche der Kolbenstange **13** in Eingriff befindet, ist innerhalb des ringförmigen Kanals **12** angeordnet. Dieser Kanal enthält ebenfalls einen Kompressionsring **15** wie z. B. einen O-Ring aus elastomerem Material oder einen Ring mit einer Federeinrichtung. Der Kompressionsring **15** umgibt das ringförmige Dichtungselement **14** und befindet sich in Eingriff mit dessen äußerer Umfangsfläche, um das Dichtungselement radial nach innen in festen dichtenden Kontakt mit der Außenfläche der Kolbenstange zu drücken.

**[0030]** Der ringförmige Kanal **12** wird zwischen zwei axial voneinander beabstandeten, gegenüberliegenden ersten und zweiten Endwänden **16** und **17** gebildet, die benachbart zu den Hoch- und Niedrigdruckseiten H und L entsprechend liegen. Da der Druck an der Hochdruckseite H gewöhnlich viel höher als der Druck an der Niedrigdruckseite ist, werden das ringförmige Dichtungselement **14** und der Kompressionsring **15** gewöhnlich in festen Kontakt mit der zweiten Endwand **17** gedrückt, wie in den Zeichnungen gezeigt ist. Die innere Umfangsfläche des ringförmigen Dichtungselementes **14** kann in drei axiale Abschnitte unterteilt sein, nämlich einen ersten gestuften Abschnitt **18** benachbart zur ersten Endfläche **16** des Kanals **12**, einen dazwischen liegenden Kontakt-

abschnitt **19** und einen zweiten divergierenden Abschnitt benachbart zur zweiten Endfläche **17** des Kanals **12**. Der erste abgestufte Abschnitt **18** hat einen Innendruckmesser, der im Wesentlichen größer als der Aussendurchmesser der Kolbenstange **13** ist, der Kontaktabschnitt **19** wird in festen dichtenden Eingriff mit der Außenfläche der Kolbenstange **13** gedrückt, und der zweite divergierende Abschnitt **20** bildet zusammen mit der Außenfläche der Kolbenstange **12** einen Zwischenraum, der sich zur Niedrigdruckseite L oder zur zweiten Endfläche **17** des Kanals **12** hin aufweitet oder divergiert.

**[0031]** Der Zweck der dargestellten Dichtungsanordnung besteht darin, eine Leckage von flüssigem Fluid von der Hochdruckseite H zur Niedrigdruckseite L über den ringförmigen Zwischenraum **21**, der zwischen der äußeren zylindrischen Fläche der Kolbenstange **13** und der Innenfläche der Bohrung **11** gebildet ist, zu verhindern oder einer solchen Leckage entgegenzuwirken. Der Zweck des ersten gestuften Abschnittes **18** besteht darin, denselben Fluiaddruck an der inneren und der äußeren Seite dieses axialen Teils des Dichtungselementes **14** zu halten, um zu einem gewissen Grad den Einfluss des Fluiaddruckes an der Hochdruckseite an dem Dichtungselement **14** und dem Kompressionsring **15** auszugleichen. Der Fluiaddruck an der Hochdruckseite H hat jedoch die Neigung, den elastomerem Kompressionsring **15** zur Niedrigdruckseite L zu drücken und die Querschnittsform des Ringes in Abhängigkeit von der Form des innerhalb des Kanals **12** verfügbaren freien Raumes zu deformieren. Das flüssige Fluid kann von der Hochdruckseite zur Niederdruckseite gelangen und dadurch durch den Kontaktabschnitt **19** während eines Druckhubes treten, währenddessen sich die Kolbenstange **13** in **Fig. 1** nach rechts bewegt. Wenn jedoch die Bewegungsrichtung der Kolbenstange umgekehrt wird, wird das ausgetretene Fluid durch einen konvergierenden Zwischenraum bewegt und tritt durch den Kontaktabschnitt **19** hindurch, insbesondere wenn die Druckdifferenz zwischen der Hoch- und Niederdruckseite wesentlich reduziert worden ist.

**[0032]** Die radial außenliegende Umfangsfläche des ringförmigen Dichtungselementes **14** kann in zwei axiale Abschnitte unterteilt sein, nämlich einen ersten Abschnitt oder einen Kontaktabschnitt **22**, der gewöhnlich den Kompressionsring **15** berührt, und einen zweiten Abschnitt oder Druckentlastungsabschnitt **23**. Bei der in **Fig. 1** gezeigten bekannten Ausführung bildet die axiale Kontur der äußeren Umfangsfläche des Dichtungselementes einen stumpfen Winkel, der eine ringförmige Kante **24** der äußeren Umfangsfläche des Dichtungselementes definiert. Während sich außerdem der Kontaktabschnitt **22** im Wesentlichen parallel zur Mittelachse der Kolbenstange erstreckt, konvergiert der Entlastungsabschnitt **23** zur Achse **25**, um einen Zwischenraum **26**

zwischen dem Dichtungselement 14, dem Kompressionsring 15 und der zweiten Endfläche 17 des Kanals 12 zu bilden.

**[0033]** Während des Betriebes bewegt sich die Kolbenstange 13 gegenüber dem Gehäuse oder der Wand 10 hin und her und variiert die Druckdifferenz zwischen der Hochdruckseite H und der Niedrigdruckseite L beträchtlich. Deshalb variiert die Deformation des elastomerem Kompressionsringes oder O-Ringes während der gesamten Zeit, so dass der verfügbare Zwischenraum 26 mehr oder weniger vom Kompressionsring ausgefüllt wird. Wegen der vom Druckentlastungsabschnitt 23 gebildeten abgeschrägten Kante wird der radial nach innen gerichtete Druck, der durch den Kompressionsring 15 auf das Dichtungselement 14 übertragen wird, im Wesentlichen gegenüber dem Kontaktabschnitt 19 konzentriert, und zwar sogar dann, wenn der Kompressionsring 15 in den freien Zwischenraum 26 gedrückt wird. Es ist jedoch herausgefunden worden, dass der Kompressionsring 15 relativ häufig ausgetauscht werden muss, um die Dichtungseigenschaften der Dichtungsanordnung zu erhalten. Dies ist wahrscheinlich bedingt durch die Relativbewegungen des Dichtungselementes 14 und des Kompressionsringes 15 um die ringförmige Kante 24 zwischen dem Kontaktabschnitt 22 und dem Entlastungsabschnitt 23 der äußeren Umfangsfläche des Dichtungselementes 14.

**[0034]** **Fig. 2** zeigt eine Ausführung der erfindungsgemäßen Dichtungsanordnung, die der zuvor anhand von **Fig. 1** beschriebenen, bekannten Anordnung entspricht, allerdings mit der Ausnahme, dass die Form der äußeren Umfangsfläche des Dichtungselementes 14 in demjenigen Bereich modifiziert worden ist, der durch einen Kreis C in **Fig. 2** hervorgehoben ist. In **Fig. 3** ist die ringförmige Kante 24 durch eine abgerundete, konvexe Kontur 28 mit einem Krümmungsradius von etwa  $0,85 \times l$  ersetzt worden, wobei l die gesamte axiale Länge des Dichtungselementes 14 ist. Bei der in **Fig. 4** gezeigten Ausführung bildet der Entlastungsabschnitt 23 eine abgerundete Kontur, die in einem abgeschrägten Teil 29 endet. **Fig. 5** zeigt eine Ausführung, bei der die Kontur des Druckentlastungsabschnittes 23 ein Kreisbogen ist, der den Kontaktabschnitt 22 und die Endfläche 23 des Dichtungselementes 14 miteinander verbindet, welche sich in Anlage an der zweiten Endfläche 17 des Kanals 12 befindet. Die **Fig. 6** bis 8 zeigen Ausführungen, bei welcher die von dem Abschnitt 22 und 23 gebildete konvexe Kontur in einen konkaven Abschnitt 31 benachbart zur Endfläche 30 übergeht. In den **Fig. 6** und 7 geht die konvexe Kontur 28 in den konkaven Abschnitt 31 über, so dass sich die Tangentensteigung allmählich ändert. In **Fig. 8** jedoch bildet der konkave Abschnitt 31 einen spitzen Winkel.

**[0035]** Bei einer Dichtungsanordnung der in **Fig. 2**

gezeigten Art mit einem ringförmigen Dichtungselement 14, das entsprechend einer der **Fig. 3** bis 8 geformt ist, wird die Nutzungsdauer des Kompressionsringes 15 wesentlich verlängert und die Dichtungswirkung der Dichtungsanordnung verbessert.

**[0036]** **Fig. 9** zeigt eine Ausführung entsprechend der in **Fig. 2** gezeigten Ausführung. Der einzige Unterschied besteht in der Form der äußeren Umfangsfläche des Dichtungselementes 14. Das Dichtungselement 14 von **Fig. 9** ist ebenfalls in **Fig. 10** gezeigt. Das in den **Fig. 9** und 10 gezeigte Dichtungselement 14 unterscheidet sich von dem in **Fig. 2** gezeigten dadurch, dass in den **Fig. 9** und 10 die Kontaktfläche 22 sowie der Druckentlastungsabschnitt 23 spitze Winkel gegenüber der Längsachse 25 der Kolbenstange 13 bilden, während der Kontaktabschnitt 22 im Wesentlichen parallel zur Achse 25 bei der in **Fig. 2** gezeigten Ausführung verläuft. In **Fig. 10** liegt die maximale radiale Dicke oder Höhe des Dichtungselementes 14 in der Mitte zwischen dem Kontaktabschnitt 22 und dem Entlastungsabschnitt 23. Jedoch wird bei der in **Fig. 11** gezeigten Ausführung die radiale Dicke oder Höhe des Dichtungselementes 14 zur Endfläche 30 hin allmählich größer.

**[0037]** Bei der in **Fig. 12** gezeigten Ausführung ist die äußere Umfangsfläche des Dichtungselementes 14 als eine kreisförmige zylindrische Fläche dargestellt. Es sei jedoch angemerkt, dass diese Fläche eine der in den **Fig. 3** bis 8, 10 und 11 gezeigten Formen haben könnte. Bei der in **Fig. 12** gezeigten Ausführung besitzt die Kontur des divergierenden Abschnittes 20 der inneren Umfangsfläche des Dichtungselementes 14 eine konvexe, abgerundete Kontur, die so ausgewählt ist, um die Dichteigenschaften des Dichtungselementes zu verbessern. Bei der in den **Fig. 13** und 14 gezeigten Ausführung ist die axiale Kontur des divergierenden Abschnittes 20 insgesamt konvex. Bei der in **Fig. 15** gezeigten Kontur geht jedoch der konvexe divergierende Abschnitt 20 in einen konkaven Abschnitt 32 über, welcher das Risiko einer Extrusion des Materials des Dichtungselementes 14 in den Zwischenraum 21 reduziert.

## Patentansprüche

1. Dichtungsanordnung zur Abdichtung eines Zwischenraumes, der sich zwischen Hoch- und Niedrigdruckbereichen (H, L) erstreckt und zwischen einem ersten Geräteteil (10) und einer zylindrischen Fläche eines zweiten Geräteteils (13) gebildet ist, wobei die ersten und zweiten Geräteteile (10, 13) entlang der Achse (25) der zylindrischen Fläche gegenüberliegend und hin- und herbewegbar sind, wobei die Dichtungsanordnung umfasst: ein ringförmiges Dichtungselement (14) aus elastischem Material mit einer radial außenliegenden Umfangsfläche (22, 23), die sich zwischen axial gegenüberliegenden ersten und zweiten Endflächen erstreckt, die den Hoch- und

Niedrigdruckbereichen (H, L) entsprechend zugewandt sind, und einer radial innenliegenden Umfangsfläche (18 bis 20) für einen dichtenden Eingriff mit der zylindrischen Fläche des zweiten Geräteteils (13) in einem Kontaktbereich (19), wobei die innere Fläche einen ersten Abschnitt (18), der sich zwischen der ersten Endfläche des Dichtungselementes und dem Kontaktbereich (19) erstreckt, und einen zweiten Abschnitt (20) zur Bildung eines ersten Zwischenraumes mit der zylindrischen Fläche aufweist, welcher sich zwischen dem Kontaktbereich (19) und der zweiten Endfläche (30) des Dichtungselementes (14) erstreckt und vom Kontaktbereich zum Niedrigdruckbereich (L) aufweitet, wobei der erste Abschnitt (18) einen minimalen Durchmesser hat, der im Wesentlichen den maximalen Durchmesser des zweiten Abschnittes (20) übersteigt, wobei der axiale Querschnitt des inneren zweiten Umfangsflächenabschnitts (20) eine konvexe, gerundete Kontur mit einem Krümmungsradius oder Krümmungsradien innerhalb des Bereichs des 0,15- bis 1,5-fachen der gesamten axialen Länge des Dichtungselementes (14) bildet und so ausgewählt wird, um die Dichtungseigenschaften des Dichtungselementes (14) zu verbessern, und einen ringförmigen Kompressionsring (15), der sich mit der radialen äußeren Umfangsfläche des Dichtungselementes (14) in Eingriff befindet, um die innere Umfangsfläche (18 bis 20) des Dichtungselementes (14) in engen Kontakt mit der zylindrischen Fläche des zweiten Geräteteils (13) im Kontaktbereich (19) zu drücken, **dadurch gekennzeichnet**, dass der axiale Querschnitt von zumindest dem Teil der radialen Außenfläche, der in Kontakt mit dem Kompressionsring (15) gelangt, einen Kontaktabschnitt (22) und einen Entlastungsabschnitt (23) und einen Abschnitt (28) mit einer gerundeten konvexen Kontur zwischen dem Kontaktabschnitt (22) und dem Entlastungsabschnitt (23) aufweist, und mindestens eine der Kontaktfläche (22) und des Druckentlastungsabschnitts (23) einen spitzen Winkel mit der Längsachse des Dichtungselementes bildet.

2. Dichtungsanordnung nach Anspruch 1, bei welcher das ringförmige Kompressionsmittel einen Kompressionsring (15) aufweist, das sich mit der radial außenliegenden Umfangsfläche des Dichtungselementes (14) in Eingriff befindet.

3. Dichtungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, bei welcher die äußere Umfangsfläche des ringförmigen Dichtungselementes ein konkaves Flächenteil aufweist, das sich mit einem komplementären konvexen Flächenteil des ringförmigen Kompressionsmittels in Eingriff befindet.

4. Dichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei welcher der Krümmungsradius oder die Krümmungsradien des zweiten inneren Umfangsflächenabschnittes (20) innerhalb des Bereiches des 0,2- bis 0,6-fachen der gesamten axialen Länge des

Dichtungselementes (14) liegt/liegen.

5. Dichtungsanordnung nach Anspruch 4, bei welcher der Krümmungsradius etwa das 0,3-fache der gesamten axialen Länge des Dichtungselementes (14) beträgt.

6. Dichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei welcher der Kontaktbereich (19) innerhalb des axialen Längsbereiches des 0,2- bis 0,6-fachen der gesamten axialen Länge des Dichtungselementes (14), gemessen von der zweiten Endfläche (30) an, angeordnet ist.

7. Dichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei welcher der axiale Querschnitt des Kontaktbereiches (19) der inneren Umfangsfläche eine konvexe, gerundete Kontur mit einem Krümmungsradius oder -radien innerhalb des Bereiches des 2- bis 5-fachen der gesamten axialen Länge des Dichtungselementes (14) bildet.

8. Dichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei welcher der aufgeweitete Raum, der vom zweiten inneren Flächenabschnitt (20) mit der gerundeten Kontur gebildet ist, sich von der zweiten Endfläche (30) entlang einer axialen Länge erstreckt, die das 0,3-fache der gesamten axialen Länge des Dichtungselementes nicht überschreitet.

9. Dichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 8, bei welcher der axiale Querschnitt mindestens eines Teils der äußeren Umfangsfläche (22 bis 24) des ringförmigen Dichtungselementes (14), der in Kontakt mit dem Kompressionsring (15) gelangt, eine derartige konvexe Kontur bildet, dass in einem unbelastetem Zustand des Dichtungselementes der radiale Abstand zwischen diesem Teil der äußeren Umfangsfläche und dem in radialer Richtung am innersten liegenden Teil der inneren Umfangsfläche in axialer Richtung zu der zweiten Endfläche (30) und dem Niedrigdruckbereich (L) hin abnimmt, wobei der Krümmungsradius oder die Krümmungsradien der konvexen Kontur mindestens das 0,4-fache der gesamten axialen Länge oder Breite des ringförmigen Dichtungselementes beträgt/betragen.

10. Dichtungsanordnung nach Anspruch 9, bei welcher der Krümmungsradius oder die Krümmungsradien mindestens das 0,6- und vorzugsweise das etwa 0,85-fache der gesamten axialen Länge des ringförmigen Dichtungselementes (14) beträgt/betragen.

11. Dichtungsanordnung nach Anspruch 11 oder 10, bei welcher die konvexe axiale Querschnittskontur des äußeren Umfangsflächenteils mit einer konkaven Querschnittskontur (31) benachbart zur zweiten Endfläche (30) des Dichtungselementes (14) verschmilzt.

12. Dichtungsanordnung nach Anspruch 11, bei welcher die konvexe Kontur mit der konkaven Kontur an einer Biegung verschmilzt, die von der zweiten Endfläche (30) um eine Distanz beabstandet ist, die das 0,05- bis 0,25-fache der gesamten axialen Länge oder Breite des Dichtungselementes (14) beträgt.

13. Dichtungsanordnung nach Anspruch 11 oder 12, bei welcher ein Endteil der Querschnittskontur benachbart zur zweiten Endfläche (30) des Dichtungselementes (14) und die Längsachse (25) der Dichtungsanordnung zwischen sich einen Wickel von  $-10^\circ$  bis  $+24^\circ$  bilden.

14. Dichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, bei welcher das ringförmige Dichtungselement (14) und der Kompressionsring (15) innerhalb eines ringförmigen Kanals oder einer Nut (12) angeordnet sind, welche(r) im ersten Geräteteil (10) ausgebildet ist und eine ringförmige Öffnung gegenüber der zylindrischen Fläche des zweiten Geräteteils (13) bildet, wobei der Kanal eine Bodenwandung für einen dichtenden Eingriff mit dem Kompressionsring und gegenüberliegende erste und zweite Seitenwände (16, 17), die gegenüber den ersten und zweiten Endflächen des Dichtungselementes (14) entsprechend angeordnet sind, aufweist.

15. Ringförmiges Dichtungselement (14) aus elastischem Material zur Abdichtung eines Zwischenraumes, der sich zwischen Hoch- und Niedrigdruckbereichen (H, L) erstreckt und zwischen einem ersten Geräteteil (10) und einer zylindrischen Fläche eines zweiten Geräteteils (13) gebildet ist, wobei die ersten und zweiten Geräteteile entlang der Achse (25) der zylindrischen Fläche gegeneinander hin- und herbewegbar sind, wobei das Dichtungselement eine radial außenliegende Umfangsfläche (22, 23), die sich zwischen axial gegenüberliegenden ersten und zweiten Endflächen erstreckt, welche den Hoch- und Niedrigdruckbereichen (H, L) entsprechend zugewandt sind, und eine radial innenliegende Umfangsfläche (18 bis 20) für einen dichtenden Eingriff mit der zylindrischen Fläche des zweiten Geräteteils (13) in einem Kontaktbereich (19) aufweist, wobei die Innenfläche einen ersten Abschnitt (18), der sich zwischen der ersten Endfläche des Dichtungselementes und dem Kontaktbereich (19) erstreckt, und einen zweiten Abschnitt (20) zur Bildung eines ersten Zwischenraumes mit der zylindrischen Fläche aufweist, welcher sich zwischen dem Kontaktbereich (19) und der zweiten Endfläche (30) des Dichtungselementes (14) erstreckt und vom Kontaktbereich zum Niedrigdruckbereich (L) aufweitet, wobei der erste Abschnitt (18) einen minimalen Durchmesser aufweist, der im Wesentlichen den maximalen Durchmesser des maximalen Durchmessers des zweiten Abschnittes (20) übersteigt, wobei der axiale Querschnitt des inneren zweiten Umfangsflächenabschnitts (20) eine konvexe, gerundete Kontur mit einem Krümmungsradius

oder Krümmungsradien innerhalb des Bereichs des 0,15- bis 1,5-fachen der gesamten axialen Länge des Dichtungselementes (14) bildet und so ausgewählt wird, um die Dichtungseigenschaften des Dichtungselementes (14) zu verbessern, dadurch gekennzeichnet, dass der axiale Querschnitt der radialen Außenfläche eingerichtet ist, um in Kontakt mit einem Kompressionsring (15) zu gelangen, und einen Kontaktabschnitt (22) und einen Entlastungsabschnitt (23) und einen Abschnitt (28) mit einer gerundeten konvexen Kontur zwischen dem Kontaktabschnitt (22) und dem Entlastungsabschnitt (23) aufweist, und mindestens eine der Kontaktobерfläche (22) und des Druckentlastungsabschnitts (23) einen spitzen Winkel mit der Längsachse des Dichtungselementes bildet.

16. Dichtungselement nach Anspruch 15, bei welchem der Krümmungsradius oder die Krümmungsradien des zweiten inneren Umfangsflächenabschnittes (20) innerhalb des Bereiches des 0,2- bis 0,6-fachen der gesamten axialen Länge des Dichtungselementes (14) liegt/liegen.

17. Dichtungselement nach Anspruch 16, bei welchem der Krümmungsradius etwa das 0,3-fache der gesamten axialen Länge des Dichtungselementes (14) beträgt.

18. Dichtungselement nach einem der Ansprüche 15 bis 17, bei welchem der Kontaktbereich (19) innerhalb des axialen Längenbereiches des 0,2- bis 0,6-fachen der gesamten axialen Länge des Dichtungselementes (14), gemessen von der zweiten Endfläche (30) an, angeordnet ist.

19. Dichtungselement nach einem der Ansprüche 15 bis 18, bei welchem der axiale Querschnitt des Kontaktbereiches (19) der inneren Umfangsfläche eine konvexe, gerundete Kontur mit einem Krümmungsradius oder -radien innerhalb des Bereiches des 2- bis 5-fachen der gesamten axialen Länge des Dichtungselementes (14) bildet.

20. Dichtungselement nach einem der Ansprüche 15 bis 19, bei welchem der aufgeweitete Zwischenraum, der vom zweiten inneren Flächenabschnitt (20) mit der gerundeten Kontur gebildet ist, sich von der zweiten Endfläche (30) entlang einer axialen Länge erstreckt, die das 0,3-fache der gesamten axialen Länge des Dichtungselementes (14) nicht übersteigt.

21. Dichtungselement nach einem der Ansprüche 15 bis 20, bei welchem der axiale Querschnitt mindestens eines Teils der äußeren Umfangsfläche des ringförmigen Dichtungselementes (14), der ausgebildet ist, um in Kontakt mit einem umgebenden Kompressionsrings (15) zu gelangen, eine derartige konvexe Kontur bildet, dass in einem unbelasteten Zustand des Dichtungselementes die radiale Distanz

zwischen diesem Teil der äußeren Umfangsfläche und dem in radialer Richtung im Innersten liegenden Teil der inneren Umfangsfläche in axialer Richtung zu der zweiten Endfläche (30) und dem Niedrigdruckbereich (L) abnimmt, wobei der Krümmungsradius oder die Krümmungsradien der konvexen Kontur mindestens das 0,4-fache der axialen Länge oder Breite des ringförmigen Dichtungselementes (14) beträgt.

22. Dichtungselement nach Anspruch 21, bei welchem der Krümmungsradius oder die Krümmungsradien mindestens das 0,6- und vorzugsweise etwa das 0,85-fache der axialen Länge des ringförmigen Dichtungselementes (14) beträgt/betragen.

23. Dichtungselement nach Anspruch 21 oder 22, bei welchem die konvexe axiale Querschnittskontur des äußeren Umfangsflächenteils kontinuierlich mit einer konkaven Querschnittskontur (31) benachbart zur zweiten Endfläche (30) des Dichtungselementes (14) verschmilzt.

24. Dichtungselement nach Anspruch 23, bei welchem die konvexe Kontur mit der konkaven Kontur an einer Biegung verschmilzt, die von der zweiten Endfläche (30) um eine Distanz beabstandet ist, die das 0,05- bis 0,25-fache der gesamten axialen Länge oder Breite des Dichtungselementes (14) beträgt.

25. Dichtungselement nach Anspruch 23 oder 24, bei welchem ein Endteil der Querschnittskontur benachbart zur zweiten Endfläche (30) des Dichtungselementes (14) und die Längsachse (25) der Dichtungsanordnung zwischen sich einen Winkel von  $-10^\circ$  bis  $+45^\circ$  bilden.

26. Dichtungselement nach einem der Ansprüche 15 bis 25, bei welchem das ringförmige Dichtungselement (14) und der Kompressionsring (15) innerhalb eines ringförmigen Kanals oder einer Nut (12) angeordnet sind, welche(r) im ersten Geräteteil (10) ausgebildet ist und eine ringförmige Öffnung gegenüber der zylindrischen Fläche des zweiten Geräteteils (13) bildet, wobei der Kanal eine Bodewandung für einen dichtenden Eingriff mit dem Kompressionsring (15) und gegenüberliegende erste und zweite Seitenwände (16, 17), die gegenüber den ersten und zweiten Endflächen des Dichtungselementes (14) entsprechend angeordnet sind, aufweist.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen