

Dichtungen aus Metall

Dichtungs-O-Ringe aus elastomeren Werkstoffen stossen bei hohen aber auch bei tieferen Temperaturen schnell an ihre Grenzen. Der Druck ist begrenzt und auch Druck- und Temperaturwechsel sowie die Chemikalienbeständigkeit haben bei Gummiwerkstoffen limitierte Einsatzgrenzen. Diese Forderungen werden von Metallabdichtungen erfüllt.



Zur Abdichtung von Vakuumgehäusen für Neutronenleiter werden Metallabdichtungen eingesetzt.

Metallabdichtungen sind in Spiral-, Kammprofil- und Ring-Joint-Ausführungen als genormte Standardelemente bekannt und im Maschinen- und Anlagenbau verbreitet eingesetzt. Etwas weniger bekannt sind Metallringe mit O-, C-, V- oder E-förmigen Querschnitten, die für extreme Ansprüche ausgelegt sind. Bei Drücken von bis zu 1000 bar und Temperaturen von -272°C (flüssiges Helium) bis $+870^{\circ}\text{C}$ sowie unter Einwirkung aggressiver chemischen Substanzen sollen Applikationen abgedichtet werden. Die Anwendungsgebiete sind zum Beispiel Abgassysteme, Turbolader und Treibstoffeinspritzungen der Automobil- und LKW-Hersteller, die Öl- und Gas verarbeitende Industrie, Kunststoffmaschinenhersteller, Triebwerke der Luft- und Raumfahrt, Druckbehälterbau, Kryotechnik und alle Abdichtungen im Ultrahochvakuumbereich. Bei tiefen Temperaturen wird

der Werkstoff Indium in Draht- oder Folienform eingesetzt, weil das Metall sehr weich und anpassungsfähig ist. Indium weist ein für das Dichtungsverhalten negatives Kaltflussverhalten auf, das Rückstellvermögen des Metalls ist zu gering. Für Metallringe ist dieses Material zu weich. Das Material der Ummantelung wird entsprechend den Betriebsbedingungen festgelegt und reicht von Aluminium über Weicheisen, Kupfer, verschiedene Edelstähle bis hin zu Hochnickellegierungen und Titan. Auf diese Aussenhülle wird eine weiche an die Oberflächenrauhigkeit anschmiegsame Beschichtung aufgebracht, welche aus Silber, Gold, Kupfer oder PTFE bestehen kann. Die erforderliche Oberflächengüte der Dichtflächen für den Einsatz dieser Dichtungen liegt je nach Werkstoff der Ummantelung zwischen $\text{Ra } 1,6$ bis $3,2\ \mu\text{m}$. Das heisst, es sind keine geschliffe-

nen oder polierten Dichtflächen notwendig. Die zu dichtenden Flächen können wie gewohnt spanabhebend bearbeitet werden.

Gute Eigenschaften für Druckwechsel

Der Dichtungstyp Helicoflex der Firma Kubo Tech AG besteht aus einer Spiralfeder, die in der Regel zweifach metallisch ummantelt ist. Grundsätzlich gilt, dass von jedem Material, aus welchem auch Bleche hergestellt werden, solche Dichtungen gefertigt werden können. Das federelastische Verhalten ist für den Einsatz bei Druck- und Temperaturwechseln ausgelegt, und die Dichtungen dürfen keine Leckagen über die gesamte Lebensdauer des abzudichtenden Bauteils zulassen. Das Pressungs- und Rückfederungsverhalten kann nahezu mit jenem von gummielastischen Dichtungen verglichen werden. Vorzugsweise werden diese Dichtungen

analog den Elastomer O-Ringen in eingestochene Nuten eingelegt. Die Nuttiefe limitiert dabei die maximale Verpressung und verhindert eine übermässige Deformation des Querschnitts. Beim Einbau auf glatten Flanschen wird die Dichtung durch einen Distanzring vor dem Überpressen geschützt. Sie muss dabei immer im Kraftneben-schluss liegen. Das hat den Vorteil, dass die Flansche über einen Metall-Metall Kontakt verfügen und die gesamten Kräfte des Flanschhauptschlusses aufnehmen. Die Dichtung liegt geschützt in der Nut und ist so konzipiert, dass die Verformungskräfte die äussere Ummantelung beim Verpressen zum Teil plastisch verformen – die Ummantelung passt sich der abzudichtenden Flanschoberfläche an. Dadurch werden Dichtungskennwerte unter dem Fachbegriff Heliumdichtheit erlangt.



Metалldichtungen unterliegen keiner Alterung.

Vorteile gegenüber Kunststoffdichtungen

Als Leckagekennwert unter optimalen Bedingungen und abgestimmten Materialien sind 1×10^{-10} mbar l·sec möglich. Das entspricht einem Verlust in der Größenordnung einer Heliumblase mit einem Durchmesser von 3 mm während einer Zeitdauer von 8 Jahren. Dennoch ist die notwendige Kraft

zum Verformen der Dichtungen geringer als die benötigten Schraubkräfte für eine vergleichbare Spiral- oder Kammprofilabdichtung. Ausschlaggebend hierfür sind die weichen Metall-Ummantelungen und die Eigenschaft, dass die Dichtungen nach dem Verpressen nur einen linearen Kontakt mit den Flanschflächen haben. Jegliche Dichtungs- bzw. Verformungskennwerte sind in Abhängigkeit der unterschiedlichen Werkstoffe eindeutig bestimmt. Das Einsatzgebiet solcher Dichtungen ist umfangreich. Ausführungen mit einem Durchmesser bis 5500 mm werden in Ethylreaktoren bei der Kunststoffherstellung verwendet. Auch bei Flanschabdichtungen in Hochdruckventilen wird dieser Typ mit einem Durchmesser von 800 mm bei Drücken bis 700 bar eingesetzt. Die kleinsten bis heute hergestellten Dichtungen haben einen Innendurchmesser von 5 mm. Diese Art findet in

der Mess- und Regel- oder Halbleiterindustrie Anwendung. Der entscheidende Vorteil gegenüber O-Ringen aus Perfluorelastomeren ist, dass Metалldichtungen keiner Alterung unterliegen und auch nicht ausgasen.

Dichtung für Hochvakuumtechnik

In der Forschung werden Neutronenquellen eingesetzt. Spezielle Neutronenoptiken bündeln Neutronenstrahlen und fokussieren sie etwa auf Materialproben. So können unter anderem magnetische Eigenschaften in Legierungen untersucht werden. Ein wesentlicher Bestandteil solcher Neutronenoptiken sind sogenannte Neutronen-Superspiegel. Dies sind hochkomplexe, metallische Beschichtungen mit bis zu 10 000 Einzelschichten, deren Dicke zwischen etwa zwei und sieben Milliardenstel Metern variiert. Moderne Neutronenleiter und

–optiken tragen wesentlich zu einer hohen Qualität der Experimente bei. Die Firma SwissNeutronics fertigt und liefert neutronenoptische Komponenten wie Neutronen-Superspiegel. Neutronenoptiken zu installieren erfordert hohe Präzision, da die Reflexionswinkel sehr klein sind. Diese Genauigkeit wird durch Präzisionsmechanik erzielt, welche mitunter noch weitere Funktionen wie zum Beispiel Vakuumdichtigkeit und Strahlenabschirmung erfüllen müssen. Da sind Standarddichtungen aus Gummi nicht verwendbar, da diese unter Bestrahlung keine ausreichende Lebensdauer haben. Metallische Dichtungen sind jedoch geeignet, wenn sie eine ähnliche Flexibilität aufweisen wie Gummi. Ebenfalls ist die Kompatibilität mit Bauteilen, die ursprünglich für Gummidichtungen ausgelegt sind, wünschenswert. 