

# Ventile sauber regeln

## TA-Luft-konforme Spindelabdichtungen

Durch das veränderte Umweltbewusstsein, untermauert durch die seit dem Jahr 2000 gültige TA-Luft 2, bekommen Regelventilabdichtungen eine neue Bedeutung. Die ideale Spindelabdichtung sollte die Forderungen der TA-Luft erfüllen, ohne dass die wesentlich höheren Anforderungen an die Dichtheit der Armatur dazu führen, dass zusätzliche Kosten auftreten, höhere Antriebskräfte erforderlich sind oder die Reibungskräfte an der Packung die Regelbarkeit negativ beeinflussen.

Im Anlagenbau gibt es viele Situationen, bei denen Komponenten gegen austretende Medien oder eindringenden Schmutz abgedichtet werden müssen. Hier unterscheidet man zwischen statischen Abdichtungen (z. B. bei Flanschverbindungen oder Deckeln) und dynamischen Abdichtungen, die zum Einsatz kommen, wenn sich die abzudichtenden Bauteile relativ zueinander bewegen, z. B. bei Regelarmaturenspindeln. Zu berücksichtigen ist die Einhaltung der die seit dem Jahr 2000 gültige TA-Luft 2. Die hier geforderte hohe Dichtheit kann jedoch zur Beeinträchtigung

der Regelgüte der Armatur durch das konstruktionsbedingte Gleitverhalten (Slipstick-Effekt) sowie zu höheren Antriebskräften oder größeren Bauhöhen der Armatur führen.

Bei Hubarmaturen werden zur Einhaltung der TA-Luft meist Faltenbälge aus Metall oder Kunststoff eingesetzt. Derartige Faltenbälge haben wesentlich geringere Leckagewerte als die TA-Luft vorschreibt, sind aber nicht frei von Nachteilen. Beim Einsatz von austenitischem Edelstahl als Balgmaterial dürfen nur sehr geringe Dehnungen und Stauchungen auftreten, damit die Lebensdauer des Faltenbalges nicht verringert wird. Dementsprechend kann sich die Bauhöhe der kompletten Armatur im Vergleich zur Höhe von Armaturen mit Stopfbuchse um bis zu 40 % vergrößern. Außerdem treten durch den Balg in höheren Nenndruckstufen weitere, nicht unerhebliche Kräfte auf, die der Antrieb zusätzlich aufbringen muss. Die Beständigkeit insbesondere gegen starke Säuren ist eingeschränkt. Hinzu kommt der Mehrpreis für die aufwendige Ausführung der Spindelabdichtung.

Bei der Verwendung von PTFE als Balgmaterial, das auch gegen starke Säuren resistent ist, sind Temperatur- und Druckbereich stark begrenzt. Aufgrund der Elastizität des Materials treten jedoch kaum erhöhte Antriebskräfte auf und die Bälge können relativ kurz sein, sodass die Bauhöhe der gesamten Armatur gegenüber der Ausführung mit Stopfbuchse nur um ca. 20 % steigt. Auch hier treten aber erhebliche Mehrkosten auf.

### Dauerhafte Abdichtung

Bei der Beurteilung der technischen Wertigkeit von Bauteilen mit relativer Bewegung zueinander ist zu beachten, dass hier drei

mögliche Leckagen entstehen können, nämlich zwischen Spindel und dem Abdichtelement, zwischen Gehäuse und dem Packungselement und in Form von Diffusion durch das oder die Packungselemente. Die ideale Stopfbuchsabdichtung sollte die Forderungen der TA-Luft erfüllen, ohne dass die wesentlich höheren Anforderungen an die Dichtheit der Armatur dazu führen, dass die Reibungskräfte an der Packung stark ansteigen und somit die Regelbarkeit negativ beeinflussen. Um dies zu erreichen werden für die meisten Anwendungsfälle Compoundmaterialien, die meist PTFE in Kombination mit anderen Materialien wie Reingraphit enthalten, verwendet.

Den Anforderungen der TA-Luft und der Regelungstechnik wird bei dem Arca-Econtrol-Regelventil (Bild 1) auf besondere Weise Rechnung getragen. Für eine dauerhafte dynamische Abdichtung zwischen Spindel und dem federbelasteten Packungspaket sorgen eine feinstbearbeitete Ventilspindel, vier Dachmanschetten (Teil 156, Bild 2) und ein zusätzliches Vierlippen-Elastomer-Abdichtelement (Teil 167). Alle dynamischen Abdichtelemente (Teil 156 und 167) sind so konzipiert, dass die Pressung auf die Dichtfläche (Dichtwirkung) durch den Systemdruck erhöht wird.

Nachdem eine dauerhafte und zuverlässige dynamische Abdichtung nur bei einer entsprechenden Oberflächenbeschaffenheit der abzudichtenden Fläche (Ventilspindel) gewährleistet ist, wird die Spindel durch ein kunststoffbeschichtetes Gleitlager (Teil 164) so gelagert, dass kein metallischer Kontakt mit dem Vorspannelement und/oder dem Gehäuse möglich ist. Darüber hinaus sind die Packungselemente (Teil 156) und das Feinabdichtungsselement (Teil 167) so platziert, dass auch dann, wenn die Ventilspindel durch unsachgemäße Behandlung im freiliegenden Bereich beschädigt wird, diese Beschädigung garantiert nicht in den Bereich gelangt, der während des Ventilhubes abgedichtet werden muss.

Um Undichtigkeiten im Bereich der statischen Abdichtungen zwischen Abdichtelement und Gehäuse zu vermeiden, wird der Packungsraum ebenfalls feinstbearbeitet und zusätzlich durch ein statisches Dichtelement (O-Ring, Teil 166) abgedichtet. Um ein Eindringen von Schmutz zu vermeiden, wurde die Spindelabdichtung um ein Abstreifelement (Teil 151) ergänzt. Das statische Dichtelement (Teil 166) reduziert zudem Leakage durch Diffusion. Im Zusammenhang mit der TA-Luft-Zertifizierung (auf der Grundlage der VDI 2440 bzw. EN ISO 15848) wurden umfangreiche Tests durchgeführt.



Bild 1: Das Econtrol-Regelventil erfüllt die Anforderungen der TA-Luft

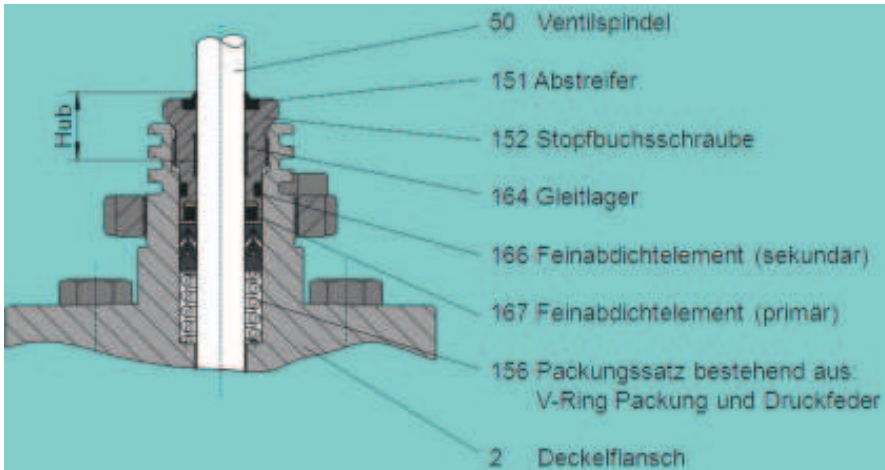


Bild 2: Spindelabdichtung beim Econcontrol-Regelventil: Für eine dauerhafte dynamische Abdichtung sorgen eine feinstbearbeitete Ventilspindel, vier Dachmanschetten und ein zusätzliches Vierlippen-Elastomer-Abdichtelement

### Hermetische Trennung

Die Notwendigkeit einer betriebssicheren, leckagefreien und hermetisch dichten Spindelabdichtung hat darüber hinaus zu diversen Neuentwicklungen geführt. Eine sehr interessante Alternative zu den bekannten Balgabdichtungen ist die hydraulisch abgestützte Doppelmembranabdichtung Optiseal (Teil 6, Bild 3). Die Abdichtung des Medienraums gegenüber der Umgebung ist hier zweifach vorhanden: als hermetisches Dichtelement (Primärabdichtung) gegenüber dem Medium dient eine

vorgeformte elastische Membran. Die Abdichtung des Hydraulikraums im Bereich der Ventilspindel erfolgt nach außen durch dauerhafte Primär- und Sekundär-Spezialdichtelemente. Beide Barrieren sind auch für sich funktionsfähig.

Der Clou dieser Konstruktion ist die hydraulische Abstützung der Ringmembran, wodurch diese auch bei Betriebsdrücken von bis zu 320 bar nur vernachlässigbar geringen Belastungen ausgesetzt ist. Bei der Hydraulikflüssigkeit handelt es sich um eine dem Medium gegenüber indifferente, inkompressible Flüssigkeit, auf Wunsch

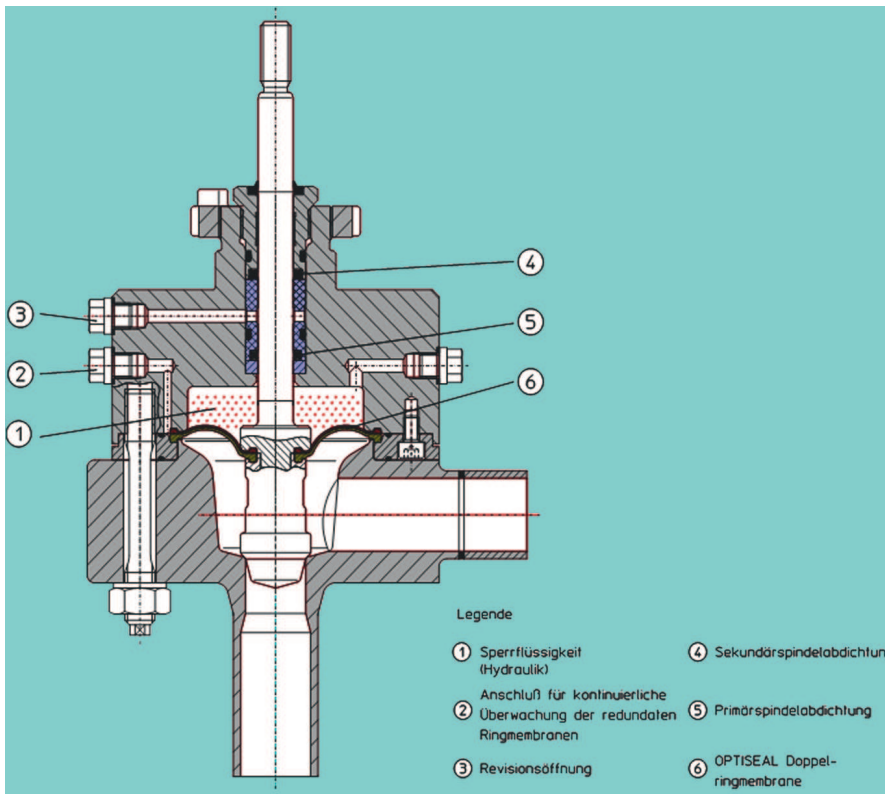


Bild 3: Eine Alternative zu den bekannten Balgabdichtungen ist die hydraulisch abgestützte Doppelmembranabdichtung Optiseal

auch physiologisch unbedenklich. Bei der Hubbewegung der Spindel von geschlossener in offene Ventilstellung wird die Raumveränderung im Bereich der Vorlageflüssigkeit (Teil 1) dadurch kompensiert, dass sich die Membran von der ursprünglich vorgeformten konkaven Form in eine konvexe Form verformt.

Die Optiseal-Konstruktion, geeignet für Drücke bis zu 320 bar bei einer Betriebstemperatur von bis zu 200 °C, baut kompakt und ist für eine Million Vollhubzyklen ausgelegt. Die redundante Doppelmembrankonstruktion erlaubt eine prädiktive Wartung. Die Komplementärmembran, d. h. die der Hydraulikflüssigkeit zugewandte Membran, besitzt stern- und ringförmige Kanäle, die in einer zentralen Übergabe münden. Diese Kanäle sind von Haus aus drucklos. Für den Fall, dass eine Membranhälfte bricht, gelangt Medium oder Vorlageflüssigkeit in die Leckagekanäle. Von dort aus gelangt das Medium durch den bei einem Membranbruch entstehenden Druckaufbau bis zum Betriebsdruck zwangsläufig in den Bereich der kontinuierlichen Membranüberwachung. Auf jeden Fall ist die Funktionstüchtigkeit auch nach einem einseitigen Membranbruch noch gewährleistet. Auch die Sterilverhältnisse bleiben jederzeit erhalten.

Die Optiseal-Ringmembran wird je nach Einsatzfall aus den bekannten Elastomerwerkstoffen und/oder PTFE gefertigt. Einsatzgebiete liegen überall dort, wo eine hermetische Trennung des Prozessmediums dringend erforderlich ist. Das Spindelabdichtungssystem ist weiterhin für alle Einsatzfälle bestens geeignet, wo aufgrund abrasiver, stark schleißender, z. B. scheuernder Medien, keine gleitenden Abdichtelemente verwendet werden können. Dabei zeigt dieses Abdichtungssystem für den Betrieb von Regelventilen ein bemerkenswertes Potenzial auf:

- 100%ige Dichtheit
- hohe Betriebssicherheit auch im Störfall
- hohe Lebensdauer und damit reduzierter Wartungsaufwand bei verbesserter Verfügbarkeit
- tottraumfrei, keine Spindeldurchführung, keine Spalten
- gleiche Leistungswerte in Druck- und Vakuumbetrieb
- einfaches und effektives Reinigen (SIP- und ZIP-fähig)

Ein letzter, nicht unwesentlicher Pluspunkt ist die Tatsache, dass die Investitionskosten durch den Wegfall aufwendiger Überwachungssysteme und durch eine kompakte Bauweise relativ niedrig sind.

**Online-Info**  
[www.cav.de/0809###](http://www.cav.de/0809###)