

### Dichtsysteme nach dem Stand der Technik

Für die Herstellung von regelkonformen Dichtsystemen in der modernen Prozessindustrie existiert eine Vielzahl von Regelwerken. Je nach Art der Anlage sind u.U. unterschiedliche Richtlinien zu berücksichtigen. Die überwiegende Mehrheit dieser Regelwerke behandeln Fragen zur Auswahl und zum Einsatz von Dichtungen nur rudimentär. Häufig findet man zwar Angaben zu Flanscharten und/oder Dichtungstypen, jedoch wird deren Zusammenspiel im Dichtsystem technisch nicht beschrieben. Ursache für diesen lückenhaften Zustand ist die fehlende Festlegung von sinnvollen Dichtungskennwerten, deren Messmethoden und dazu passenden Berechnungsmodellen zum Zeitpunkt der Erstellung der Regelwerke. Althergebrachte Berechnungsvorschriften kümmern sich um die Auslegung der Flansche und Schrauben, beschreiben jedoch die Anforderung an Dichtungen nur mit Allgemeinplätzen. Auf diese Art und Weise kann keine rechnerische Aussage zur Dichtheit des Systems abgeleitet werden.

#### Begriffsdefinition „Stand der Technik“

Das vom Bundesjustizministerium ausgegebene Handbuch der Rechtsförmlichkeit definiert den „Stand der Technik“: Zitat: „Stand der Technik ist der Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen und Betriebsweisen, der nach herrschender Auffassung führender Fachleute das Erreichen des gesetzlich vorgegebenen Zieles gesichert erscheinen lässt.“ (Handbuch der Rechtsförmlichkeit, 22.09.2008, Absatz 256)

#### DIN EN 1591-1 und DIN EN 13555 stellen den aktuellen Stand der Technik dar

Erstmalig wird mit der DIN EN 1591-1 (2001) und der dazugehörigen Kennwertenorm DIN EN 13555 (2005) sowohl die mechanische Integrität als auch die Dichtheit eines Dichtsystems berechenbar. Die Anwendung dieser genannten Normen stellt somit den aktuellen Stand der Technik in Bezug auf Dichtsysteme dar.

#### Anwendung des „Standes der Technik“ im Rahmen der TA Luft

Besonders gut nachvollziehbar wird die Anwendung des „Standes der Technik“ am Beispiel des Bundesimmissionsschutzgesetzes (BImSchG) und der dazugehörigen Ausführungsbestimmung „Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft“ (TA Luft, 2002 und Referentenentwurf 2017). Hier wird eine rechnerische Auslegung von Dichtverbindungen unter Verwendung von Dichtungskennwerten gefordert. Dies kann entweder gemäß DIN EN 1591-1 / DIN EN 13555 oder durch eine FEM-Berechnung des Dichtsystems erfolgen. Eine ausführliche Anwendungsbeschreibung ist in der VDI-Richtlinie 2290 (Emissionsminderung – Kennwerte für dichte Flanschverbindungen, 2012) zu finden. Ein Bauteilversuch zur grundsätzlichen Prüfung eines Dichtwerkstoffes auf das Potenzial zur Hochwertigkeit ist in der VDI-Richtlinie 2200 (Dichte Flanschverbindungen, 2007) beschrieben.

### Dichtsysteme nach dem Stand der Technik

#### Regelwerke, die in Bezug auf Dichtungsanwendungen nicht mehr den aktuellen Stand der Technik darstellen

Ältere Regelwerke (z.B. AD 2000) repräsentieren nicht den Stand der Technik, weil sie sich ausschließlich mit der Festigkeitsberechnung des Flansches und der Schrauben beschäftigen.

Andere Regelwerke (z.B. TRBS 2152-2) entsprechen in Bezug auf Dichtungsanwendungen ebenfalls nicht mehr dem Stand der Technik, weil sie die Eignung des Dichtsystems ausschließlich durch Nennung der zu verwendenden Flanschart bzw. des Dichtungstyps beschreiben. Konkrete Anforderungen an den Dichtungstyp werden nicht genannt. Eine Berücksichtigung von Dichtungskennwerten, die konkrete Dichtungseigenschaften beschreiben, findet nicht statt, womit die Aussagen in Bezug auf Dichtungstypen vage bleiben.

#### „technisch dicht“ vs. „auf Dauer technisch dicht“

Unterscheidungen zwischen „technisch dicht“ und „auf Dauer technisch dicht“ bleiben unklar, weil keine überprüfbar und nachvollziehbaren Kriterien festgelegt sind. Im Gegensatz dazu wird „Dichtheit“ im aktuellen Stand der Technik (VDI 2290) über die Festlegung einer anzuwendenden Dichtheitsklasse samt der zugehörigen Testmethode (DIN EN 13555) eindeutig definiert. Im Zusammenspiel mit einer korrekten Montage nach den Vorgaben der Auslegung gemäß DIN EN 1591-1 kann daher stets von einer „dauerhaften“ Einhaltung der Parameter ausgegangen werden. Konkret können Dichtverbindungen, die in den betreffenden Regelwerken als „dauerhaft technisch dicht“ gelten, durchaus unzureichend dicht sein und ausfallen, weil keine Montagevorgaben definiert sind. Erst eine Vorgehensweise nach VDI 2290 (DIN EN 1591-1, DIN EN 13555) schließt diese maßgebliche Lücke.

#### Ausblässicherheit

Offensichtlich kam es in diversen Regelwerken (TRBS 2141-3) zu einer Einschränkung für die Verwendung bestimmter Flanscharten, weil man ein „Ausblasen“ bzw. „Herausdrücken der Dichtung aus dem Sitz“ befürchtete. So wird dort konkret ein Flansch mit einer Nut- und Feder-Dichtfläche einem Flansch mit glatter Dichtleiste vorgezogen. Auch in dieser Thematik erfolgte erst viel später in der VDI-Richtlinie 2200 erstmalig eine Definition des Messverfahrens der Ausblässicherheit. In einem 2009 abgeschlossenen Forschungsprojekt (AiF 15935F) der Universität Stuttgart erfolgte ungefähr zeitgleich eine Definition für das „Ausblasen“ einer Dichtverbindung, nämlich der plötzliche Anstieg der Leckage um den Faktor 100. Dies stellt eine wesentlich kritischere Betrachtung als das „Herausdrücken der Dichtung aus dem Sitz“ dar. Der beschriebene Leckageanstieg geschieht lange bevor eine Dichtung möglicherweise aus dem Sitz gedrückt wird. In einem Satz kann man das Ergebnis dieses Forschungsprojekts so zusammenfassen: abhängig vom Innendruck bestimmt ausschließlich das Niveau der vorhandenen Flächenpressung die Ausblässicherheit des Dichtsystems.

### Dichtsysteme nach dem Stand der Technik

Selbstverständlich hat der verwendete Dichtungstyp einen Einfluss auf die Ausblassicherheit. Unterhalb einer bestimmten Flächenpressung ( $\ll 5$  MPa) kommt es unabhängig vom Dichtungs- und Flanschtyp zum Ausblasen. Die moderne Dichtungsauslegung nach VDI 2290 gewährleistet, dass im Betrieb die Flächenpressung nicht unter den kritischen Wert abfällt.

Nur durch eine Auslegung nach dem aktuellen Stand der Technik ist eine Sicherheit hinsichtlich des Ausblasens von Dichtverbindungen nachweisbar.

#### Innenbördel

„Metallinnenrandgefaste“ Dichtungen gelten in den einschlägigen Regelwerken als leistungsfähiger im Vergleich zu nicht gebördelte Dichtungen und „erfüllen“ im Gegensatz zu Letzteren auch oberhalb von 25 bar Innendruck das Kriterium „auf Dauer technisch dicht“ (TRBS 2151-2). Die in 2015 neu aufgelegte DIN 30690-1 begrenzt den maximalen Innendruck für Weichstoffdichtungen ohne Innenbördel sogar auf 16 bar. Dies ist nach dem heutigen Stand der Technik weder hinsichtlich der Ausblassicherheit noch der Dichtheit nachvollziehbar. Zahlreiche Leckagemessungen zeigen – abhängig von den Eigenschaften des Dichtwerkstoffes – eine deutlich höhere Leckagerate für die gebördelte Variante.

#### Ausblick

Erfreulicherweise findet der aktuelle Stand der Technik bereits Berücksichtigung in der jüngsten Überarbeitung der DWA-A 780-1 (ex. ATV-DWKA-A 780-1, TRwS 780), in der eine Auslegung der Dichtverbindung mit der Leckageklasse  $L_{0,1}$  gemäß DIN EN 13555 ebenfalls als „auf Dauer technisch dichte“ Verbindung beschrieben wird.

#### Fazit

Mit allen Dichtungswerkstoffen, die

1. die Hochwertigkeit und Ausblassicherheit gemäß TA Luft erfüllen (VDI 2200),
2. Kennwerte nach DIN EN 13555 besitzen,
3. mit denen eine sinnvolle Auslegung gemäß DIN EN 1591-1 möglich ist,

können „hochwertige“ oder nach alter Lesart „auf Dauer technisch dichte“ Verbindungen hergestellt werden. Bis zur Höhe des in der DIN EN 1591-1 angesetzten Innendrucks besteht keine Gefahr des Ausblasens bzw. des „aus dem Sitz gedrückt werdens“.

Bei anwendungstechnischen Fragen unterstützen wir Sie gerne:

dichtungen@frenzelit.com, Phone: +49 9273 72-140

Status: Dezember 2017