

### Hintergrund

Für die Herstellung von regelkonformen Dichtsystemen in der Prozessindustrie existiert eine Vielzahl von Regelwerken. Je nach Art der Anlage sind u.U. unterschiedliche Richtlinien zu berücksichtigen. Viele 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 nicht technisch beschrieben. Ursache für diesen lückenhaften Zustand ist die fehlende Festlegung von sinnvollen Dichtungskennwerten, deren Messmethoden und dazu passenden Berechnungsmodellen zum Zeitpunkt der Entstehung der Regelwerke. Aktuelle Erkenntnisse sind oftmals gar nicht oder nur unzureichend in die jeweils aktualisierten Versionen vieler Regelwerke eingeflossen.

Althergebrachte Berechnungsvorschriften befassen sich mit der Auslegung der Flansche und Schrauben, beschreiben jedoch die Anforderung an Dichtungen und deren Kennwerte ohne einen validierten Praxisbezug. Daher kann keine analytische Aussage zur Dichtheit des Systems abgeleitet werden.

### Begriffsdefinition „Stand der Technik“

Das vom Bundesjustizministerium ausgegebene Handbuch der Rechtsförmlichkeit definiert den „Stand der Technik“ wie folgt: „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

Als erstes und einziges Regelwerk überhaupt ermöglicht die **DIN EN 1591-1** eine analytische Betrachtung sowohl der mechanischen Integrität als auch der Dichtheit eines Dichtsystems. Zu diesem Zweck werden Dichtungskennwerten gemäß **DIN EN 13555** herangezogen. Im diesem Regelwerk wird das gesamte Dichtsystem – bestehend aus Flanschen, Schrauben und Dichtung – betrachtet. Die Anwendung dieser Normen stellt somit den aktuellen Stand der Technik in Bezug auf Dichtsysteme und deren Dichtheit dar. Eine präzise Beschreibung der geeigneten Vorgehensweise findet sich in der VDI Richtlinie 2290.

### 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**, 2021). 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. Für Dichtsysteme, für die ein rechnerischer Nachweis z.B. aufgrund von fehlenden Werkstoffdaten nicht möglich ist, kann die Eignung über einen Bauteilversuch nachgewiesen werden.

Eine ausführliche Anwendungsbeschreibung ist in der **VDI-Richtlinie 2290** (Emissionsminderung – Kennwerte für dichte Flanschverbindungen, 2024) zu finden.

### **Regelwerke, die in Bezug auf Dichtungsanwendungen nicht den aktuellen Stand der Technik widerspiegeln**

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

Andere Regelwerke (z.B. **TRGS 722:2021 (ersetzt TRBS 2152-2)**, **DIN 30690-1:2019**) entsprechen in Bezug auf Dichtungsanwendungen ebenfalls nicht dem Stand der Technik, weil sie die Eignung einer Dichtung ausschließlich an der Flanschart einerseits und dem Dichtungswerkstoff und/oder der Bauform der Dichtung andererseits festmachen.

Beispielsweise dürfen Faserstoff- und Graphitdichtungen gemäß der **DIN 30690-1** Absatz 4.7.3.2.1.1 nur bis 16 bar Innendruck eingesetzt werden. Ist der jeweilige Dichtungswerkstoff mit einem Innenbördel versehen, wird der Einsatz jedoch bis 40 bar erlaubt. Dabei wird die Tatsache vollständig missachtet, dass ein metallischer Innenbördel bei den allermeisten Faserstoffdichtungen zu einer signifikant erhöhten Leckage führt.

Unzählige Leckagemessungen belegen, dass die aufgebrachte Flächenpressung der entscheidende Parameter für die maximale Höhe des abzudichtenden Innendrucks darstellt. Somit wird klar, dass die im jeweiligen Dichtsystem erzielbare Flächenpressung ein wichtigeres Kriterium als Dichtungs- und Flanschtyp darstellt.

Konkrete Anforderungen an die Dichtung werden in den erwähnten Regelwerken nicht genannt. Eine Berücksichtigung von Dichtungskennwerten, die spezifische und entscheidende Dichtungseigenschaften beschreiben, findet nicht statt, womit die generalisierten Aussagen in Bezug auf Dichtungs- und Flanschtypen eine unzulässige Verallgemeinerung darstellen.

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

Die in einigen Regelwerken (z.B. TRGS 722) zu findende Unterscheidung zwischen „technisch dicht“ und „auf Dauer technisch dicht“ bleibt unklar, weil keine überprüfbaren und nachvollziehbaren Kriterien genannt werden. Im Gegensatz dazu wird „Dichtheit“ im aktuellen Stand der Technik (**VDI 2290:2024**) über die Festlegung einer anzuwendenden Dichtheitsklasse samt der zugehörigen Testmethode (**DIN EN 13555:2021**) 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.

Vielmehr können Dichtverbindungen, die in den erwähnten Regelwerken als „dauerhaft technisch dicht“ gelten, durchaus unzureichend dicht sein und sogar versagen, weil z.B. keine Montagevorgaben definiert sind. Erst eine Vorgehensweise nach **VDI 2290** (z.B. durch Anwendung der **DIN EN 1591-1**) schließt diese maßgebliche Lücke und repräsentiert den Stand der Technik.

### Ausblassicherheit

In der TRGS 722, auf die von zahlreichen verwandten Regelwerken verwiesen wird, erwähnt im Absatz 4.5.2 dass die „Dichtung gegen Ausblasen sicher“ sein muss. Der Begriff „Ausblasen“ wird jedoch technisch nicht definiert, so dass der Anwender aus dieser Formulierung keinen konkreten Nutzen ziehen kann.

Offensichtlich kam es in diversen Regelwerken (z.B. **TRBS 2141-3**, mittlerweile zurückgezogen) 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 bzw. es werden höhere Innendrucke zugelassen. Die **VDI Richtlinie 2200** (2007) erwähnt im Absatz 2.5 beispielsweise die **TRbF**, in der Ausblassicherheit gleichbedeutend mit einer Dichtung ist, die nicht aus dem Sitz gedrückt werden kann. Dazu entgegnet die **VDI 2200**: „Eine Dichtung allein erreicht keine Ausblassicherheit.“ Im Anhang A beschreibt die **VDI 2200** daher ein Testverfahren, bei dem das gesamte Dichtsystem betrachtet wird.

Eine technische Definition des Begriffs „Ausblassicherheit“ inklusive überprüfbarer und messbarer Parameter ist erstmals in einem 2009 abgeschlossenem Forschungsprojekt ([AiF 15935 N](#)) der Materialprüfanstalt (MPA) der Universität Stuttgart erfolgt. Das „Ausblasen“ einer Dichtverbindung wird hier als der plötzliche Anstieg der Leckage um den Faktor 100 definiert. Dies stellt eine wesentlich kritischere Betrachtung als das „Herausdrücken der Dichtung aus dem Sitz“ dar. Der beschriebene plötzliche Leckageanstieg geschieht 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 Ausblassicherheit des Dichtsystems. Einem Dichtungswerkstoff allein ist die Eigenschaft ausblassicher nicht zuzuordnen.

Selbstverständlich hat der verwendete Dichtungstyp einen Einfluss auf die Ausblassicherheit. Unterhalb einer bestimmten Flächenpressung ( $\ll 5$  MPa) kommt es unabhängig vom Dichtungs- und Flanchstyp – sogar bei metallischen Dichtungen – 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 und Dichtheit

„Metallinnenrandgefasste“ Dichtungen gelten in den einschlägigen Regelwerken als „leistungsfähiger“ im Vergleich zu nicht gebördelten Dichtungen und „erfüllen“ im Gegensatz zu Letzteren auch oberhalb von 25 bar Innendruck das Kriterium „auf Dauer technisch dicht“ (**TRGS722**). Die neu aufgelegte **DIN 30690-1:5-2019** begrenzt den maximalen Innendruck für Weichstoffdichtungen ohne Innenbördel sogar auf nur 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 metallinnenrandgefasste Dichtungen.

## Dichtsysteme nach dem Stand der Technik

## TechInfo 15



Moderne Dichtungswerkstoffe wie z.B. novapress® 850 und novapress® 880 erfahren aufgrund ihrer überdurchschnittlich hohen Anpassungsfähigkeit auch mit einem Innenbördel keine nennenswerte Erhöhung der Leckage!

### 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. Kennwerte nach DIN EN 13555 besitzen und
2. 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:

[application@frenzelit.com](mailto:application@frenzelit.com)

Status: Dezember 2025