

Dichtungen gemäß EN 13555 auswählen

HOLGER SCHROERS

Die Europäische Norm EN 13555 definiert Dichtungskennwerte und deren Prüfverfahren für runde Flanschverbindungen. Betreiber von Anlagen können nun die Eigenschaften der Dichtungen miteinander vergleichen. Im Sommer 2014 wurde die Norm aktualisiert, unter anderem mit einer neuen Definition der maximalen Flächenpressung. Welche Änderungen ergeben sich daraus und welche Kriterien sind bei der Auswahl von Dichtungen gemäß EN 13555 wichtig?

Der ein oder andere Betreiber mag sich eventuell fragen, warum er sich überhaupt mit der Dichtheit der Flanschverbindung in seiner Anlage befassen sollte. Dazu gibt es mehrere gute Gründe (**Bild 1**). Der wichtigste Grund ist, dass er die Arbeits- und Betriebssicherheit erhöhen kann, da keine heißen oder gesundheitsschädlichen Gase und Flüssigkeiten entweichen können. Gleichzeitig kann er mit optimal abgedichteten Anlagen Kosten sparen, weil dadurch Materialverlust durch Leckagen vermieden wird. Zudem schreiben natürlich diverse Regularien die Dichtheit von Anlagen vor, unter anderem aus Gründen der Arbeitssicherheit und des Umweltschutzes.

Weltweit besteht im Grunde das gleiche Verständnis bei Flanschverbindungen: Sie sollen vor allem dicht sein und dicht bleiben. Eine Flanschverbindung bleibt dicht, wenn keine wesentlichen Änderungen der mechanischen Eigenschaften zu erwarten sind. Bezogen auf die Dichtung bedeutet das eine Beständigkeit gegen Alterung, Temperaturen und Chemikalien. Zudem sollte sie ein geringes Kriechverhalten aufweisen. In den unterschiedlichen Ländern und Regionen existieren aber verschiedene Methoden, um diese Anforderungen zu konkretisieren, zu definieren und zu kontrollieren. Zum Beispiel gibt es in Deutschland die Umweltgesetzgebung, etwa mit Bundesimmissionsschutzgesetz respektive der TA Luft und der Störfallverordnung sowie

das Wasserhaushaltsgesetz. Dazu kommen diverse Arbeitsschutzgesetze.

GRENZWERTE STRENGER GEFASST

Im Vergleich zu anderen europäischen Ländern werden in Deutschland die wohl strengsten Anforderungen an die Dichtheit eines Flanschsystems gestellt. Dazu zählt zum Beispiel die 2012 erstellte Richtlinie VDI 2290, die eine Konkretisierung der TA Luft für Stahlflansche darstellt. Darin wird unter anderem ein Leckagegrenzwert für den Betriebszustand, also unter Druck und Temperatur, von $0,01 \text{ mg}/(\text{m}\cdot\text{s})$ Helium festgelegt. Dies kann den Austausch von Dichtungen und Schrauben in Flanschverbindungen erfordern, wenn diese nicht mehr den Dichtheitsnachweis erfüllen. Schließlich sollen die Flanschverbindungen auf Dauer dicht sein, zum Teil bis zu 30 Jahre.

Für den Dichtheitsnachweis von Flanschverbindungen sind vier Parameter zu beachten, die global ungefähr gleich definiert sind: die maximale und die minimale Flächenpressung der Dichtung, die aufgebrauchte Flächenpressung beim Einbau der Dichtung sowie die Leckagerate. Diese Kennwerte und das Kriechverhalten bilden wesentliche Auswahlkriterien für eine Dichtung und sind in der EN 13555 einheitlich definiert. Um einen Festigkeits- und Dichtheitsnachweis unter Anwendung der Berechnungsnorm EN 1591-1 durchzuführen, werden diese Dichtungskennwerte benötigt. Mit der EN 13555



Bild 1: Herausforderungen bei der Dichtungsauswahl

sind die Dichtungskennwerte beziehungsweise die Dichtungen vergleichbar. Dies erleichtert dem Anlagenbetreiber die Auswahl der richtigen Dichtung.

Eine Herausforderung stellt dabei jedoch die neue Definition der maximalen Flächenpressung Q_{Smax} dar. Diesen Wert definierte die EN 13555 bislang als „die maximale Flächenpressung, mit der die Dichtung belastet werden darf, ohne dass ein mechanisches Versagen erfolgt...“. Dies zielte nur auf eine mechanische Beschädigung der Dichtung ab, unabhängig von der Formbeständigkeit. Dabei wurde jedoch nicht betrachtet, dass Kriechen den Innendurchmesser reduziert und somit ein Strömungshindernis innerhalb der Rohrleitung darstellen kann. Doch: „die Möglichkeit von Schäden durch Turbulenzen oder Wirbelbildung ist gebührend zu berücksichtigen“, so die Druckgeräterichtlinie Anhang I Nr. 6 c).

Tabelle 1: Q_{Smax} Werte [MPa] nach EN 13555 : 2014

Dichtungsmaterial	Q_{Smax} Werte [MPa] nach EN 13555:2014	Raum Temperatur	
		150 °C	230 °C
GORE® Universelle Rohrleitungsdichtung (Style 800)	> 230	100	80
anderes ePTFE	> 230	50	40
gefülltes PTFE	40	30	25

DEFINITION DEUTLICH ERWEITERT

Die Neufassung der EN 13555 definiert den Q_{Smax} Wert nun als die „maximale Flächenpressung, mit der die Dichtung bei den angegebenen Temperaturen belastet werden darf, ohne dass ein Kollaps oder mechanisches Versagen, eine Bruchstauchung, eine unzulässige Intrusion der Dichtung in die Bohrung oder eine Beschädigung der verpressten Dichtungsfläche auftritt“.

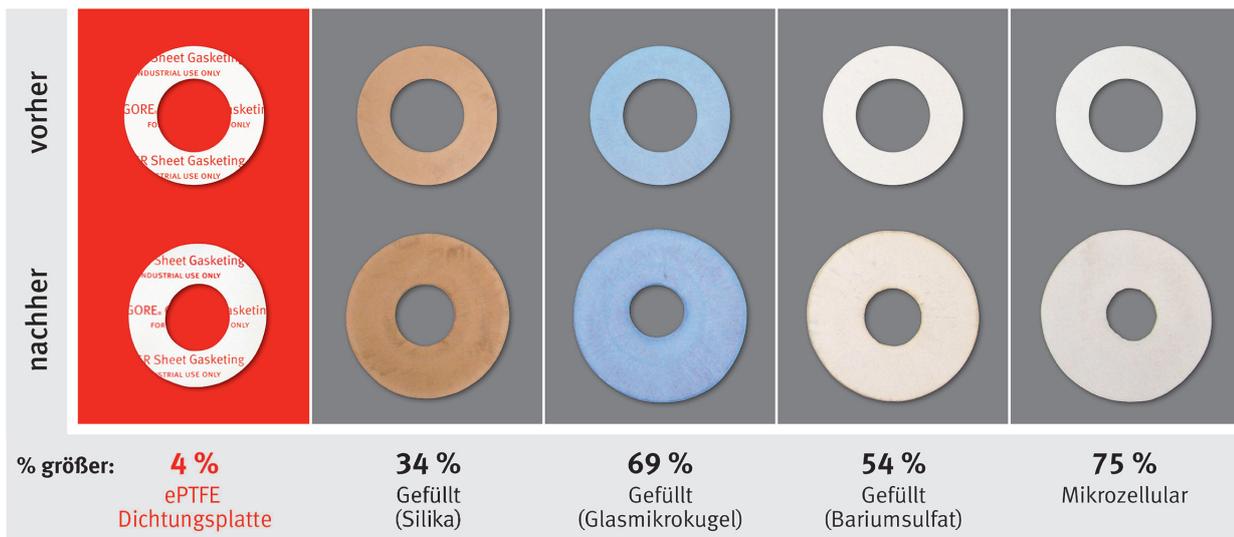
Der Innendurchmesser darf für eine Dichtung DN40/PN40 nicht kleiner als 43,1 mm werden (Original 49 mm). Ansonsten ist der Wert für die maximale Flächenpressung entsprechend zu reduzieren. Dies muss nun für einige Dichtungstypen geschehen, die ein großes Kriechverhalten aufweisen. Je geringer die Einbaufächenpressung, desto höher ist jedoch die Leckagerate. Gleichzeitig verringern sich der Kriech-Relaxationsfaktor (bedeutet größeres Kriechen) und dadurch die Anlagensicherheit. Folglich muss der Flansch häufiger nachgezogen werden.

Kriechen stellt tatsächlich einen der wichtigsten Faktoren für die Anlagensicherheit und Anlagenverfügbarkeit in Flanschverbindungen dar. Der Kriech-Relaxationsfaktor entspricht dem Verhältnis der Dichtungs-Flächenpressung nach Auslagerung (Kriechen, Setzen) zur ursprünglich beim Einbau aufgebrauchten Flächenpressung. Ein Faktor von 0,80 bedeutet zum Beispiel, dass die Restflächenpressung der Dichtung 80 Prozent der ursprünglich aufgebrauchten Flächenpressung beträgt. Wurde eine Dichtung mit ursprünglich 50 MPa eingebaut, so beträgt die Restflächenpressung noch 40 MPa. Je mehr sich dieser Faktor der Zahl 1 (= 100 %) nähert, desto geringer ist das Kriechen der Dichtung.

KONSEQUENZEN AUS DEN NEUEN REGELN

Aufgrund der neuen Definition der maximalen Flächenpressung entsteht jedoch erheblicher Klärungsbedarf, was mit den derzeit eingesetzten Dichtungen geschehen soll, die jetzt den Regularien nicht mehr entsprechen. Außerdem ist die maximale Flächenpressung mit anderen Regulierungen wie dem „Leitfaden zur Montage von Flanschverbindungen in verfahrenstechnischen Anlagen“ des VCI, der EN 1092-1 oder AD 2000 B 7 verknüpft. Einige Dichtungen erreichen die hier vorgegebenen Werte gemäß der neuen Definition der maximalen Flächenpressung bei weitem nicht mehr (Tabelle 1).

So sollten Anlagenbetreiber Dichtungen wählen, die nach der neuen Definition die Werte einhalten. Über



Testverfahren: 34,5 MPa Last, +230°C, 15 Minuten

Bild 2: Kriechbeständigkeit und Dimensionsstabilität

die Dichtungsdatenbank www.gasketdata.org können die Dichtungskennwerte abgerufen werden, um die optimale Dichtung für eine Flanschverbindung zu wählen. Die dort hinterlegten Datenblätter sollten das Herstellungsdatum 2016 aufweisen.

Die Datenbank zeigt die großen Unterschiede zwischen den verschiedenen Materialien, aber auch zwischen den gleichen Materialien von unterschiedlichen Herstellern. Dies zeigt als Beispiel schon ein einfacher Kriech-Test. Unter 35 MPa Flächenpressung und 230 °C ergaben diese Tests

bereits nach 15 Minuten eine Vergrößerung der Dichtungen um nur 4 % für ePTFE, 34 % für Silica-Füllung, 54 % für Bariumsulfat-Füllung, 69 % für Glasmikrokugel-Füllung, 75 % für mikrozelluläres PTFE und sogar 125 % für gesintertes PTFE. Bei letzterem bedeutet dies eine Vergrößerung der Dichtung auf mehr als die doppelte Fläche (**Bild 2**). Entsprechend ist durch das Hineinragen der Dichtung in den Rohrendurchmesser eine große Störung des Materialflusses in der Anlage zu erwarten.

Belastet man weniger kriechstabile Materialien mit den gleich hohen Flächenpressungen (Q) (hier: 80 MPa bei 230 °C), ist dieses Hineinragen deutlich zu sehen (**Bild 3**). Dies bedeutet, dass etwa die GORE® Universelle Rohrleitungsichtung (Style 800) bis zu 80 MPa bei 230 °C belastet werden kann im Vergleich zu gefülltem PTFE, bei dem bereits bei 25 MPa die Intrusion in das Rohr zu befürchten ist. Zudem führt das enorme Kriechen zu Flächenpressungsverlusten. Dies wiederum steigert die Leckagerate.

Anlagenbetreiber sollten beim Vergleich der Dichtungen jedoch sicherstellen, dass sie die gleichen Parameter betrachten. Schließlich werden die Werte bei unterschiedlichen Dichtungsdicken, Einbaufächenpressungen, Druckstufen und Temperaturen gemessen. Bei gleicher Dichtungsdicke, Druckstufe und Einbaufächenpressung bedeutet dann eine niedrigere minimale Flächenpressung im Betriebszustand eine höhere Sicherheit und Verfügbarkeit der Anlage (**Bild 4**).

Bei gleicher Temperatur und Dichtungsdicke weist eine höhere maximale Flächenpressung im Betriebs-

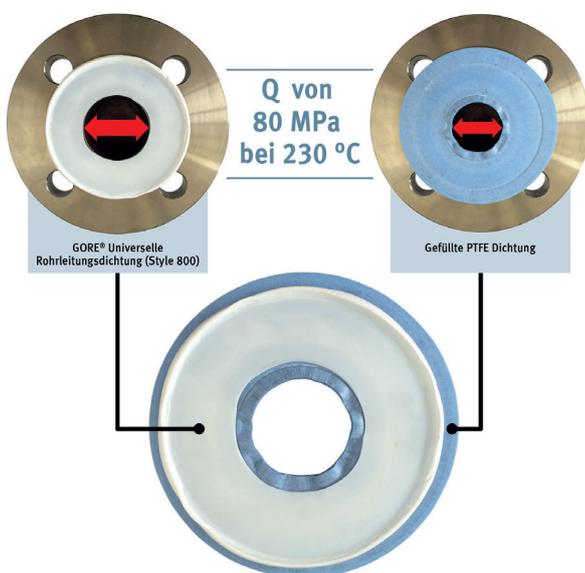


Bild 3: Q-Vergleichstest gemäß EN 13555:2014

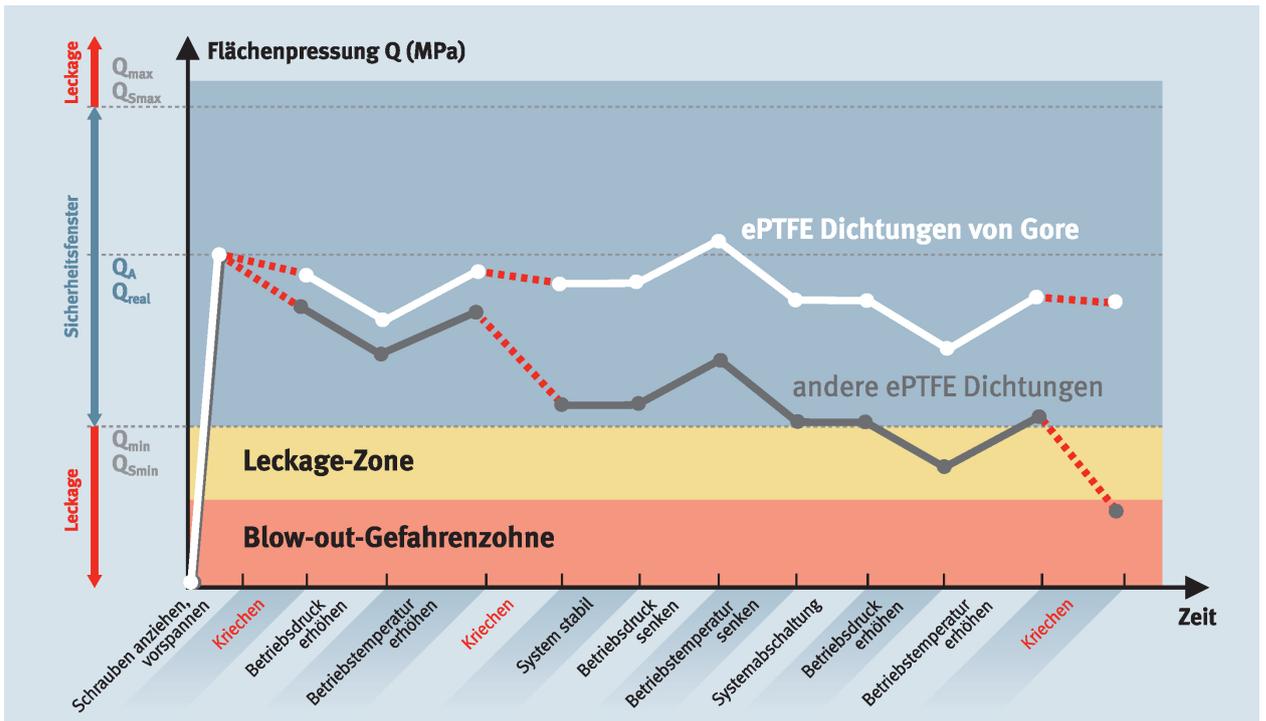


Bild 4: Sicherheitsfenster – Dynamik in Flanschsystemen

zustand ebenfalls auf eine größere Anlagensicherheit und -verfügbarkeit hin sowie auf eine höhere mögliche Einbaufächenpressung bei Montage. Bei gleicher Temperatur, Dichtungsdicke und Einbaufächenpressung zeigt ein höherer Kriech-Relaxations-Faktor, dass die Dichtung weniger kriecht. Zudem sind geringere Leckage, selteneres Nachziehen, höhere Restflächenpressung sowie größere Anlagensicherheit und -verfügbarkeit zu erwarten.

FAZIT

Anlagenbetreiber sollten unabhängig von den gesetzlichen Vorgaben hochwertige Dichtungen wählen. Denn Leckage bedeutet eine erhebliche Gefahr für die Arbeitssicherheit durch austretende Stoffe, eine große Umweltbelastung, Korrosion der

Anlagenteile durch aggressive Medien, Produktverlust und nicht zuletzt auch vermeidbare Kosten.

Autor



DIPL.-ING. HOLGER SCHROERS

W. L. Gore & Associates GmbH
 85640 Putzbrunn
 Tel. +49 2161 3084415
 holger.schroers@wlgore.com