

Dichtungsplatten auf Basis von PTFE mit hoher maximaler Flächenpressung für die chemische Industrie

WOLFGANG ABT

Um eine Flanschberechnung nach DIN EN 1591-1 durchführen zu können, sind Dichtungskennwerte erforderlich, zu denen die maximal zulässige Flächenpressung Q_{Smax} gehört. Da die verschiedenen Dichtungswerkstoffe in Bezug dazu jedoch ein unterschiedliches Ausfallverhalten zeigen und somit ein eindeutiges, allgemein gültiges Versagenskriterium nicht festgelegt werden konnte, wurde in der aktuellen Ausgabe der DN EN 13555 von 2014 ein zusätzliches Ausfallkriterium eingeführt, das sogenannte „Intrusionskriterium“. Hier wird davon ausgegangen, dass eine Dichtung nur so stark verformt werden darf, dass sie nicht in den Rohrleitungsquerschnitt ragt. Wird dabei ein gewisser Wert überschritten, gilt auch der Q_{Smax} -Wert als überschritten. Somit wurde ein eindeutig messbares Ausfallkriterium definiert.

Wie gefüllte PTFE-Dichtungen in diesem Zusammenhang zu bewerten sind, zeigt der folgende Beitrag.

DIE PROBLEMATIK DER ERMITTLUNG VON

Q_{SMAX}

Eine Flanschberechnung nach DIN EN 1591-1 [1] ist inzwischen Stand der Technik, da sowohl ein Dichtheitsnachweis für eine vorher festgelegte Dichtheitsklasse, als auch ein Festigkeitsnachweis erbracht werden.

Um eine Flanschberechnung nach DIN EN 1591-1 durchführen zu können, sind Dichtungskennwerte erforderlich, deren Bestimmung in DIN EN 13555 [2] beschrieben wird. Von allen Dichtungskennwerten hat sich die Ermittlung der maximal zulässigen Flächenpressung Q_{Smax} in der Vergangenheit am problematischsten erwiesen. Grund dafür war, dass die verschiedenen Dichtungswerkstoffe ein unterschiedliches Ausfallverhalten zeigen und somit ein eindeutiges, allgemein gültiges Versagenskriterium nicht festgelegt werden konnte. So werden in der Norm unter anderem ein „plötzliches Versagen“ bzw.

„plötzlicher Zusammenbruch“ als Kriterien genannt. Dies tritt typischerweise nur bei Graphit-Dichtungen auf. Faser- und PTFE-Dichtungen zeigen in der Regel jedoch keinen „plötzlichen Zusammenbruch“ unter zunehmender Flächenpressung. Als Versagenskriterium gilt hier „ein starker Anstieg der Dickenabnahme, verglichen mit dem Verlauf der vorherigen Werte“. Während bei Faser-Dichtungen diese Definition brauchbare Ergebnisse lieferte, war dies bei PTFE-Dichtungen häufig nicht der Fall. Grund war, dass bereits bei der ersten Flächenpressungsstufe des Prüfprogramms eine große Verformung erfolgte und danach kein „starker Anstieg der Dickenabnahme“ eindeutig zu ermitteln war. In der Folge wurden hohe Q_{Smax} -Werte an stark verformten und platt gedrückten Probekörpern bestimmt. Auf diese Problematik wurde bereits 2008 ausführlich hingewiesen [3].

Bild 1 zeigt beispielhaft eine typische, mit Mikro-Hohlglaskugeln gefüllte PTFE-Dichtung bei der Ermitt-

lung von Q_{Smax} . Das Fließen über den Außen- und Innendurchmesser hinaus ist deutlich zu erkennen.

Um diese Problematik zu beseitigen, wurde in der aktuellen Ausgabe der DN EN 13555 von 2014 gegenüber der Ausgabe 2005 ein weiteres Ausfallkriterium eingeführt, das sogenannte „Intrusionskriterium“. Dabei wird davon ausgegangen, dass eine Dichtung nur so stark verformt werden darf, dass sie nicht in den Rohrleitungsquerschnitt ragt. Bei den für die Prüfung verwendeten Dichtringen der Abmessung PN40/DN40 beträgt dieses Maß 43,1 mm. Wird dieser Wert überschritten, gilt auch der Q_{Smax} -Wert als überschritten. Damit wurde ein eindeutig messbares Ausfallkriterium definiert. Die führte allerdings dazu, dass bei Anwendung des Intrusionskriteriums die Werte für Q_{Smax} für viele PTFE-Dichtungen reduziert werden mussten. Diese Anpassungen des Q_{Smax} -Wertes waren zum Teil beträchtlich, teilweise auf bis zu ein Drittel des ursprünglichen Wertes, was wiederum Auswirkungen auf die berechneten Rohrleitungsklassen in der chemischen Industrie zur Folge haben kann.

AUSWIRKUNGEN AUF DIE CHEMISCHE INDUSTRIE

Zur praktischen Umsetzung der Dichtheitsanforderungen der VDI Richtlinie 2290 [4] wurde vom Verband der chemischen Industrie ein Montageleitfaden erstellt [5]. Dieser Montageleitfaden enthält in Anhang B Anzugsmomente für verschiedene Dichtungswerkstoffe, bei deren Anwendung die Einhaltung der Anforderungen der VDI 2290 sichergestellt sind.

In Anhang C sind die Berechnungsgrundlagen für die ermittelten Anzugsmomente enthalten, so auch Anforderungen an die zugrunde gelegten Dichtungskennwerte (**Tabelle 1**). Dort wird unter anderem gefordert: „Der Q_{Smax} -Wert muss bei Raumtemperatur mindesten 150 MPa betragen“. Diese Forderung können nun bei Anwendung des Intrusionskriteriums die allermeisten PTFE-Dichtungen nicht mehr erfüllen. Da aber bereits viele Rohrleitungsklassen mit den alten Dichtungskennwerten berechnet waren und in der Praxis auch keine nennenswerten Ausfälle bekannt wurden, wurde als Kompromisslösung in der aktuellen Ausgabe des Anhang C die Ermittlung der Q_{Smax} -Werte weiterhin nach DIN EN 13555, Ausgabe 2005-02 zugelassen. Als Begründung wird angeführt: „Dieses Vorgehen ist sicherheitstechnisch unbedenklich, da die hohen Flächenpressungen an der Innenseite der Dichtung z. B. durch die Flanschblattnähe nicht erreicht werden können“. Allerdings

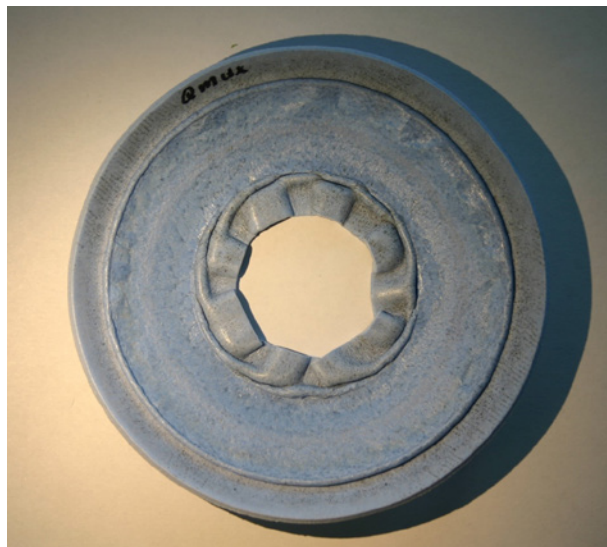


Bild 1: Typische mit Mikro-Hohlglaskugeln gefüllte PTFE-Dichtung bei Q_{Smax}

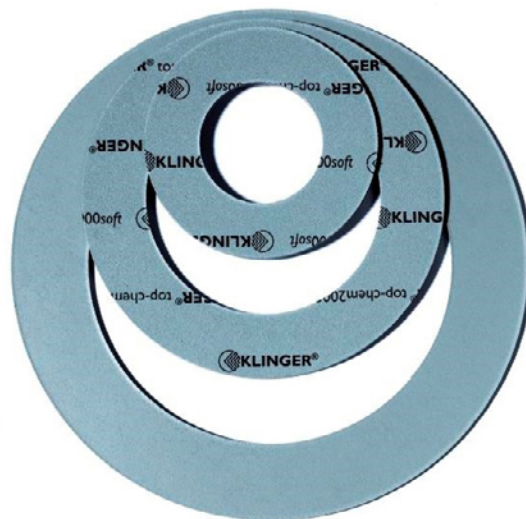


Bild 2: Dichtringe aus KLINGER®top-chem 2000

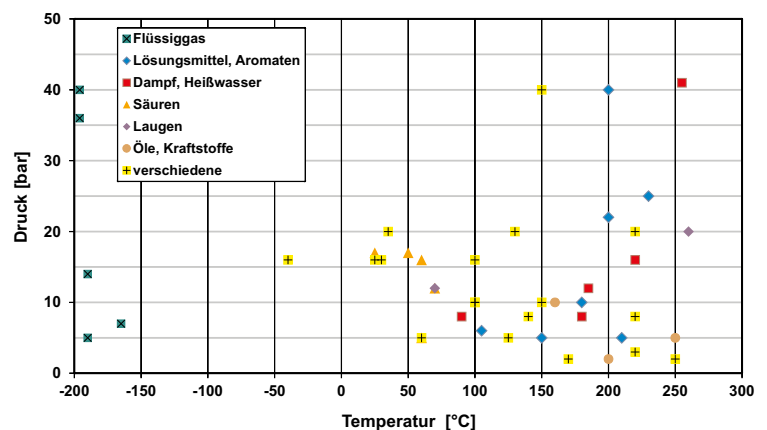


Tabelle 1: Dichtungskennwerte, Anforderungen VCI-Montageleitfaden Anhang C

Kennwert (DIN EN 13555:2014-07)	Parameter	p			Anforderung nach Anhang C	KLINGER top-chem 2000	
		T	Q _A				
LN		[bar]	[°C]	[MPa]			
Q _{min}	[MPa]	0,01	40	RT	-	≤ 30	19
Q _{Smin}	[MPa]	0,01	40	RT	30	≤ 10	10
P _{QR}	[-]	-	-	RT	30	≥ 0,75	0,98
P _{QR}	[-]	-	-	T _{max}	30	≥ 0,45	0,97
Q _{Smax} *)	[MPa]	-	-	RT	-	≥ 150	200
E _G	[MPa]	-	-	RT	60	≥ 1000	8.470

*) Q_{Smax} unter Berücksichtigung des Intrusionskriteriums ermittelt

wurden bisher noch keine Ergebnisse veröffentlicht, die diese These belegen.

KLINGER®TOP-CHEM 2000, DIE BEWÄHRTE STANDFESTE PTFE-DICHTUNG

Aus den vorherigen Ausführungen könnte nun vor schnell gefolgert werden, dass bei Anwendung des Intrusionskriteriums die Anforderungen des Anhangs C der VCI-Montagerichtlinie mit gefüllten PTFE-Dichtungen generell nicht mehr erfüllt werden können. Damit stünde in letzter Konsequenz diese wichtige Werkstoffgruppe für die chemische Industrie nicht mehr zur Verfügung. Dem ist jedoch nicht so.

Mit KLINGER®top-chem 2000 steht eine seit mehr als 20 Jahren bewährte PTFE-Dichtung zur Verfügung, die die genannten Anforderungen einschließlich des Intrusionskriteriums erfüllt (siehe **Tabelle 1**).

KLINGER®top-chem 2000 ist mit Siliciumcarbid gefüllt, was dem Produkt seine herausragenden Eigenschaften und seine charakteristisch graue Eigenfarbe verleiht (**Bild 2**). Siliciumcarbid ist gegen Säuren und Laugen gleich gut beständig, was eine universelle Einsetzbarkeit von KLINGER®top-chem 2000 ermöglicht. Getrennte PTFE-Dichtungen für Säuren und Lau-

gen sind daher nicht erforderlich. In **Bild 3** sind einige Referenzanwendungen aus der internen Datenbank für verschiedene Mediengruppen in einem p,T-Diagramm dargestellt. Dabei fällt auf, dass die Mehrzahl der Anwendungen bei erhöhten Einsatztemperaturen zwischen 100 °C und 250 °C liegt.

Tabelle 2 zeigt ergänzend die Q_{Smax} - und PQR-Werte für die Dichtungsdicken 2,0 und 3,0 mm. Vergleicht man mit **Tabelle 1** so erkennt man, dass auch für die Dicke 3,0 mm die Anforderungen des VCI-Leitfadens hinsichtlich Q_{Smax} - und P_{QR}-Wert erfüllt sind. Alle Dichtungskennwerte sind in der Dichtungsdatenbank www.gasketdata.org veröffentlicht.

AUSBLICK: NEUENTWICKLUNG KLINGER®TOP-CHEM 2000SOFT

KLINGER®top-chem 2000 wurde ursprünglich als besonders standfeste Flanschdichtung speziell für den Einsatz in der chemischen Industrie entwickelt und hat sich seit vielen Jahren in den verschiedensten Anwendungen bewährt. Aufgrund des Materialkonzeptes, hoher Füllgrad an Siliciumcarbid, wurde vereinzelt kritisiert, dass die Dichtung „zu hart“ sei. KLINGER hat daher zur Sortimentsabrundung die Variante KLINGER®top-chem 2000soft entwickelt, die eine höhere Anpassungsfähigkeit bei niedrigen Flächenpressungen aufweist. Dies wird durch eine während des Herstellprozesses erzeugte besondere poröse Struktur erreicht. Das Materialkonzept bleibt dabei unverändert. KLINGER®top-chem 2000soft befindet sich derzeit in der Markteinführung. Ein ausführlicher Bericht erfolgt zu einem späteren Zeitpunkt.

FAZIT

Die Anforderungen des VCI-Leitfadens, Anhang C, lassen sich mit speziellen hochgefüllten PTFE-Dich-

Tabelle 2: Q_{Smax} - und P_{QR}-Werte für KLINGER®top-chem 2000

Dicke	2,0 mm		3,0 mm		
	T	Q _{Smax}	P _{QR} @ Q _{Smax}	Q _{Smax}	P _{QR} @ Q _{Smax}
	[°C]	[MPa]	[-]	[MPa]	[-]
	25	200	0,96	200	0,90
	100	160	0,76	100	0,89
	200	140	0,69	60	0,84
	250	50	0,85	-	-

tungen erfüllen, deren Q_{Smax} -Wert nach der aktuellen Ausgabe der DIN EN 13555 unter Berücksichtigung des Intrusionskriteriums ermittelt wurde. KLINGER bietet mit KLINGER®top-chem 2000 seit vielen Jahren ein solches Produkt an. Die Anziehdrehmomente des VCI-Leitfadens können somit ohne Einschränkung und ohne zusätzliche individuelle Flanschberechnung weiterhin angewandt werden.

LITERATURHINWEISE

- [1] DIN EN 1591-1:2014-04: Flansche und ihre Verbindungen – Regeln für die Auslegung von Flanschverbindungen mit runden Flanschen und Dichtung – Teil 1: Berechnung.
- [2] DIN EN 13555:2014-07: Flansche und ihre Verbindungen – Dichtungskennwerte und Prüfverfahren für die Anwendung der Regeln für die Auslegung von Flanschverbindungen mit runden Flanschen und Dichtungen.
- [3] Forstner, Piringer, Rödel: Erfahrungen bei den Prüfungen von Q_{Smax} - und PQR-Werten nach EN 13555 am

Beispiel von Dichtungen auf PTFE-Basis. Dichtungstechnik Heft 1/2008

- [4] VDI-2290:2012-06: Emissionsminderung – Kennwerte für dichte Flanschverbindungen.
- [5] VCI Leitfaden:2016-03: Leitfaden zur Montage von Flanschverbindungen in verfahrenstechnischen Anlagen.

Autor



DIPL.-ING. (FH) WOLFGANG ABT

Produktmanagement

KLINGER GmbH

65510 Idstein

Tel.: +49 6126 4016-35

wolfgang.abt@klinger.de