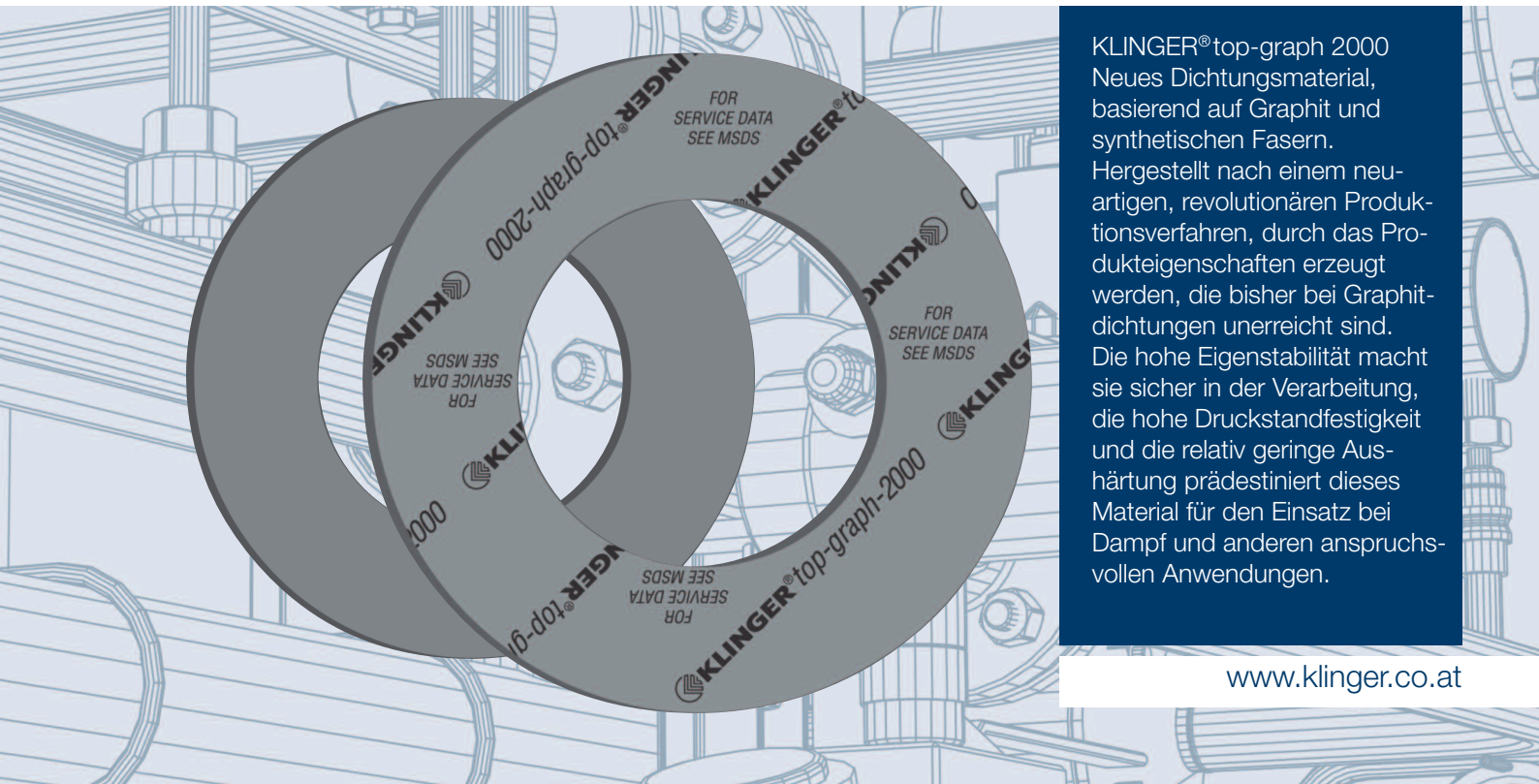
KLINGER
trusted. worldwide.

KLINGER® top-graph 2000

Die wirklich flexible Graphitdichtung



KLINGER®top-graph 2000
Neues Dichtungsmaterial, basierend auf Graphit und synthetischen Fasern.
Hergestellt nach einem neuartigen, revolutionären Produktionsverfahren, durch das Produkteigenschaften erzeugt werden, die bisher bei Graphitdichtungen unerreicht sind.
Die hohe Eigenstabilität macht sie sicher in der Verarbeitung, die hohe Druckstandfestigkeit und die relativ geringe Aushärtung prädestiniert dieses Material für den Einsatz bei Dampf und anderen anspruchsvollen Anwendungen.

www.klinger.co.at

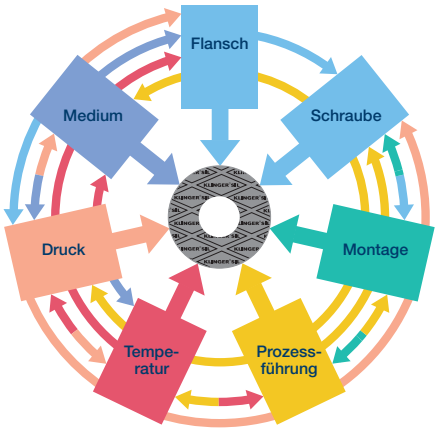
KLINGER® top-graph 2000

Informationen zu Ihrer Sicherheit

Die komplexe Beanspruchung der Dichtung

Die Funktionalität und Dichtheit von Dichtverbindungen hängt von einer Vielzahl von Parametern ab. Viele Anwender von statischen Dichtungen glauben, dass die Angaben max. Anwendungstemperatur oder max. Betriebsdruck Eigenschaften bzw. Kennwerte von Dichtungen oder Dichtwerkstoffen sind.

Dies ist jedoch leider nicht richtig:
Die maximale Einsatzfähigkeit von Dichtungen hinsichtlich Druck und Temperatur definiert sich über eine Vielzahl von Einflussgrößen, wie untenstehende Abbildung zeigt. Demnach ist eine allgemein verbindliche Angabe dieser Werte für Dichtungen prinzipiell nicht möglich.



Eine Aussage über die zu erwartende Dichtheit einer Flanschverbindung ist nur dann möglich, wenn eine qualifizierte und definierte Montage der Dichtung erfolgt.

In Anlagen für die emissionsbegrenzende Anforderungen nach TA Luft festgelegt sind, ist die Richtlinie VDI 2290 für die Beurteilung der technischen Dichtheit von Flanschverbindungen zu beachten.

Warum hat KLINGER trotzdem das pT-Diagramm?

Auch das pT-Diagramm stellt aus den genannten Gründen keine letztlich verbindliche Angabe dar, sondern ermöglicht dem Anwender oder Planer, der häufig nur die Betriebstemperaturen und -drücke kennt, eine überschlägige Abschätzung der Einsatzfähigkeit.

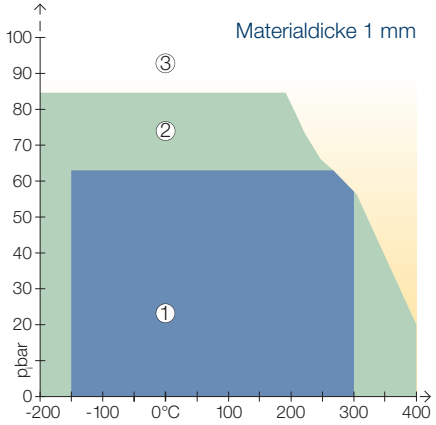
Insbesondere zusätzliche Beanspruchungen durch starken Lastwechsel können die Einsatzmöglichkeiten deutlich beeinflussen.

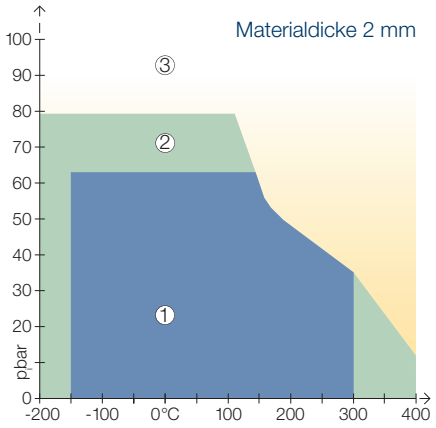
Die Entscheidungsfelder

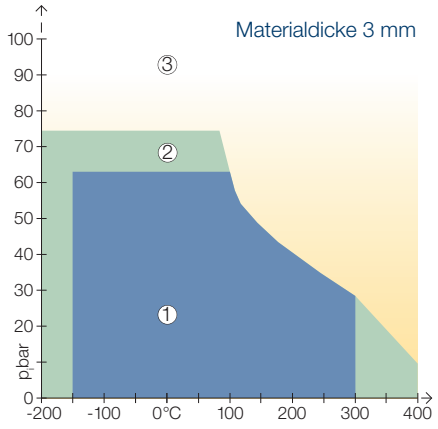
① In diesem Entscheidungsfeld ist eine anwendungstechnische Überprüfung in der Regel nicht erforderlich.
② In diesem Entscheidungsfeld empfehlen wir eine anwendungstechnische Überprüfung.
③ In diesem „offenen" Entscheidungsfeld ist eine anwendungstechnische Überprüfung grundsätzlich erforderlich.

Überprüfen Sie immer die Medienbeständigkeit des Dichtungsmaterials für jeden geplanten Einsatzfall.

Die neuen pT-Diagramme für die Dicken 1, 2 und 3 mm tragen den unterschiedlichen maximalen Flächenpressungen unter Temperatur Rechnung. Auch diese pT-Diagramme können nur der überschlägigen Abschätzung dienen.







Standfestigkeit nach KLINGER

Mit dieser von KLINGER entwickelten Testmethode kann das Druckstandverhalten einer Dichtung im kalten und warmen Zustand beurteilt werden.

Im Gegensatz zu der Methode nach DIN 52913 und BS 7531 wird hier die Flächenpressung während der gesamten Prüfung der Warmverformung konstant gehalten. Hierdurch ist die Dichtung wesentlich härteren Bedingungen ausgesetzt.

Diese Testmethode ist in DIN 28090-2:2014 im Kurzzeitversuch beschrieben.

Nach dem Aufbringen der Flächenpressung von 50 MPa wird die Dickenabnahme bei einer Raumtemperatur von 23°C gemessen. Das beschreibt die Situation beim Einbau.

Anschließend erfolgt Erwärmung auf 300°C und die zusätzliche Dickenabnahme nach Erwärmung wird gemessen. Das beschreibt die Situation bei der ersten Inbetriebnahme.

KLINGER® top-graph 2000

Dichtheit von Flanschverbindungen / Anwendungs- und Einbauhinweise

Spezifische Anforderungen an die Dichtheit von Flanschverbindungen

Steigendes Umwelt- und Sicherheitsbewusstsein führt zu immer höheren Anforderungen an die Dichtheit von Flanschverbindungen. Es wird daher für die Anwender immer wichtiger, die für den jeweiligen Einsatzfall am besten geeignete Dichtung auszuwählen und richtig einzubauen um sicherzustellen, dass die gewünschte Dichtheit erreicht wird.

In Anlagen für die Emissionsgrenzen nach TA Luft oder die Einhaltung entsprechender Dichtheitsklassen gefordert sind, müssen mit steigenden Innendrücken oft entsprechend hohe Flächenpressungen auf die Dichtung aufgebracht werden.

Für solche Betriebsbedingungen muss vom Anlagenbetreiber nachgewiesen werden, dass die vorgesehenen Flanschverbindungen auch geeignet sind, diese Beanspruchungen aufzunehmen, ohne mechanisch überlastet zu werden.

Es dürfen nur Dichtungswerkstoffe mit TA-Luft-Zertifikat verwendet werden. Die erforderlichen Dichtheits- und Festigkeitsnachweise nach EN 1591-1 (oder vergleichbar) müssen mit Dichtungskennwerten nach EN 13555 durchgeführt werden. Der Einbau der Dichtung darf nur durch qualifiziertes Montagepersonal erfolgen (EN 1591-4:2013), da nur durch kontrolliertes Anziehen der Schrauben die bei der Auslegung der Flanschverbindung bestimmte Einbauschraubenkraft mit eng begrenzten Toleranzen eingehalten werden kann.

Dichtheit von Flanschverbindungen im Betriebszustand

Die Flanschverbindung bleibt dicht, wenn die im Betriebszustand vorhandene Flächenpressung auf der Dichtung höher ist, als die für eine bestimmte Dichtheitsklasse L erforderliche Mindestflächenpressung.

Je höher die Flächenpressung bei der Montage der Dichtung, desto sicherer kann die geforderte Dichtheit im Betriebszustand erreicht werden.

Die maximal zulässige Flächenpressung der Dichtung im Betriebszustand darf nicht überschritten werden.

Das Dichtungsberechnungsprogramm KLINGER®expert enthält wichtige Informationen betreffend der Leistungsfähigkeit von KLINGER Dichtungsmaterialien.

Diskontinuierlicher Betrieb

Kann nicht sichergestellt werden, dass die eingebaute Dichtung ausschließlich statisch belastet wird, oder ist bei diskontinuierlichem Betrieb mit Spannungsschwankungen zu rechnen, sind Dichtungswerkstoffe zu verwenden, die keine oder geringe Versprödung unter Temperatur aufweisen (z.B. KLINGER® graphit Laminat, KLINGER® top-chem, KLINGER® Quantum).

Für Dichtungen, die im diskontinuierlichen Betrieb von Wasser-Dampf-Kreisläufen eingesetzt sind, empfehlen wir als Faustregel eine Mindestflächenpressung im Betriebszustand von ca. 30 MPa.

In solchen Fällen sollte die Dichtungsdicke so gering wie technisch möglich und sinnvoll sein.

Von einer Mehrfachverwendung von Dichtungen ist aus sicherheits- und funktionstechnischen Gründen generell abzusehen.

Die folgenden Hinweise sind zu beachten, damit eine zuverlässige Flanschverbindung hergestellt werden kann.

1. Auswahl der Dichtung

Das am besten geeignete Dichtungsmaterial für einen bestimmten Einsatzfall kann man, unter Berücksichtigung der verschiedenen Anwendungshinweise, mit Hilfe der in unseren KLINGER Datenblättern vorhandenen Informationen auswählen.
Insbesondere das pT-Diagramm, die Medienbeständigkeitstabelle, die technischen Daten, die Einbauhinweise sowie das Dichtungsberechnungsprogramm KLINGER®expert – der sichere Weg zur richtigen Dichtung, enthalten wichtige Hinweise, die für die richtige Auswahl der Dichtung unerlässlich sind.

Für spezielle Fragen steht Ihnen die KLINGER Anwendungstechnik gerne zur Verfügung.

2. Beständigkeit gegen das abzudichtende Medium

Bei der Materialauswahl muss darauf geachtet werden, dass die Medienbeständigkeit des Dichtungsmaterials auch unter Betriebsbedingungen gegeben ist. Gut gepresste Dichtungen widerstehen Medieneinflüssen im Allgemeinen besser, als gering gepresste.

3. Dichtungsdicke – Dichtungsbreite

Eine allgemein verbindliche Regel zur Bestimmung der notwendigen Dichtungsdicke gibt es nicht. Die Dichtung soll so dünn wie technisch sinnvoll gewählt werden. Meist ist eine Dicke von 2 mm bei kleinen und mittleren Nennweiten ausreichend. Ein Dicken-/ Breitenverhältnis von 1/5 (ideal 1/10) sollte nicht unterschritten werden.

4. Flansche

Vor dem Einbau einer neuen Dichtung stellen Sie sicher, dass alle Reste des alten Dichtungsmaterials entfernt worden sind und die Flansche sauber, in einem guten Zustand und parallel sind.

KLINGER® top-graph 2000

Anwendungs- und Einbauhinweise

5. Dichtungshilfsmittel

Stellen Sie sicher, dass die Dichtungen in trockenem Zustand eingebaut werden. Die Verwendung von Dichtungshilfsmitteln ist nicht empfehlenswert, da diese einen negativen Einfluss auf die Standfestigkeit des Dichtungsmaterials haben. Die ungepresste Dichtung kann Flüssigkeiten absorbieren, was zu einem Versagen der Dichtung im Betriebszustand führen kann. Zur leichteren Entfernung der Dichtung sind KLINGER Dichtungsmaterialien grundsätzlich mit einer Antihaftbeschichtung ausgestattet.

Bei schwierigen Einbausituationen können Trennmittel wie Trockensprays auf Molybdensulfidbasis oder PTFE, z.B. KLINGER®flon Spray, in sehr geringen Mengen verwendet werden. Achten Sie darauf, dass die Lösungs- und Treibmittel vollständig verdunsten.

6. Dichtungsgröße

Stellen Sie sicher, dass die Dichtungsgröße korrekt ist. Die Dichtung sollte nicht in die Rohrleitung hineinragen und soll zentriert eingebaut werden.

7. Schrauben

Verwenden Sie eine Drahtbürste, um sämtlichen Schmutz von den Gewinden der Schrauben und Muttern (falls notwendig) zu entfernen. Stellen Sie sicher, dass die Muttern vor Gebrauch leicht auf das Gewinde der Schrauben gedreht werden können. Schmieren Sie die Gewinde der Bolzen und Muttern sowie die Stirnseite der Muttern, um die Reibung beim Anziehen zu verringern.

Verwenden Sie eine Schraubenmontagepaste mit der ein Reibwert von ca. 0,10 bis 0,14 eingestellt werden kann.

8. Einbau der Dichtung

Es wird empfohlen, die Schrauben kontrolliert festzuziehen. Die Verwendung von Drehmomentschlüsseln führt zu einer größeren Genauigkeit und Gleichmäßigkeit als wenn die Schrauben unkontrolliert angezogen werden. Falls ein Drehmomentschlüssel verwendet wird, versichern Sie sich, dass er richtig kalibriert ist.

Die entsprechenden Anzugsmomente entnehmen Sie bitte dem KLINGER®expert Dichtungsberechnungsprogramm oder kontaktieren Sie unsere Anwendungstechnik, die Ihnen gerne behilflich ist.

Bringen Sie die Dichtung sorgfältig in Position und beachten Sie, dass die Dichtung nicht beschädigt wird. Beim Anziehen ziehen Sie die Schrauben in drei Stufen bis zu dem gewünschten Drehmoment wie folgt fest:
Ziehen Sie die Muttern zuerst mit der Hand fest. Das Anziehen soll dann in mindestens drei vollständigen, diagonalen Sequenzen erfolgen, z.B. 30%, 60% und 100% des endgültigen Drehmomentwertes.
In einer letzten Sequenz ziehen Sie die Schrauben noch einmal mit 100% des Drehmomentwertes im Uhrzeigersinn fest.

Ist in kritischen Anlagen das Erreichen bestimmter Dichtheitsklassen gefordert, darf der Einbau von Dichtungen nur von Monteuren durchgeführt werden, die dazu nach EN 1591-4 qualifiziert und befähigt sind.

9. Dichtheit der Flanschverbindung

Die Dichtheit hängt u. a. wesentlich von der beim Einbau aufgebrachten, sowie im Betrieb verbleibenden Flächenpressung ab.

Höher gepresste, aber nicht überpresste Dichtungen weisen eine längere Lebensdauer auf, als gering gepresste.

10. Nachziehen

Vorausgesetzt, dass die oben genannten Hinweise befolgt wurden, sollte ein "Nachziehen" der Dichtungen nicht notwendig sein. Falls das "Nachziehen" als notwendig erachtet wird, dann sollte das nur bei Raumtemperatur vor oder während der ersten Inbetriebnahme der Rohrleitung oder der Anlage durchgeführt werden.

Das "Nachziehen" von gepressten Faserstoffdichtungen, die schon längere Zeit bei höheren Betriebstemperaturen eingebaut sind, kann zu einem Versagen der Dichtverbindung führen und sollte vermieden werden.

11. Einsatz im Tieftemperaturbereich

KLINGER Dichtungen sind auch bei sehr tiefen Temperaturen problemlos einsetzbar. Voraussetzung für die Dichtheit der Verbindung ist, dass die erforderliche Flächenpressung im gesamten auftretenden Temperaturbereich erhalten bleibt. Das Material darf im Tieftemperaturbereich keinen zusätzlichen Belastungen ausgesetzt sein.

12. Mehrfachverwendung

Von einer Mehrfachverwendung von Dichtungen ist aus sicherheits- und funktionstechnischen Gründen abzusehen.

KLINGER®expert
die leistungsfähige Dichtungsberechnung.
Das leistungsfähige Rechenprogramm KLINGER®expert für den erfahrenen Fachmann.
Es lässt bei Konstruktion, Planung und Instandhaltung keine Frage offen.
Kostenloser Download.
Auch als App für Android und Apple.

KLINGER® top-graph 2000

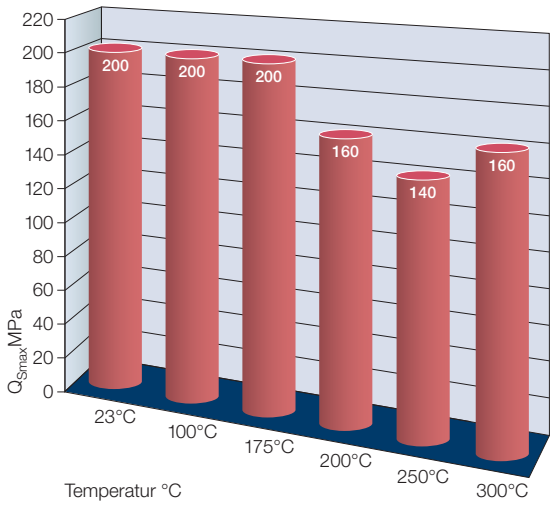
Dichtungskennwerte nach EN 13555

Maximale Flächenpressung im Betriebszustand Q_{Smax} nach EN 13555

Die maximale Flächenpressung im Betriebszustand ist die maximal zulässige Flächenpressung mit der die Dichtung bei den angegebenen Temperaturen belastet werden darf, ohne dass eine unzulässige plastische Verformung und/oder Zerstörung der Flanschdichtungen auftritt.

Für die Gültigkeit des Prüfergebnisses von Q_{Smax} sind P_{QR} Prüfungen vorgesehen, sowie anschliessende Untersuchungen der Prüfdichtung hinsichtlich eines Eindringens der Dichtung in die Bohrung sowie einer Beschädigung der Dichtung.

Das Diagramm zeigt diese Werte für die unterschiedlichen Temperaturstufen.



Kriechrelaxationsfaktor P_{QR} nach EN 13555

Dieser Kennwert berücksichtigt den Relaxationseinfluss auf die Dichtungsbelastung zwischen dem Anziehen der Schrauben und der Langzeiteinwirkung der Betriebstemperatur.

P_{QR} Werte / Steifigkeit 500 kN/mm, Dichtungsdicke 2 mm

Temperatur	Flächenpressung 30 MPa	50 MPa	P_{QR} bei Q_{Smax}	Q_{Smax} (MPa)
23°C	0,96	0,97	0,99	200
100°C	0,83	0,89	0,91	200
175°C	0,79	0,87	0,85	200
200°C	0,77	0,87	0,80	160
250°C	0,71	0,79	0,75	140
300°C	0,61	0,71	0,36	160

Elastizitätsmodul E_G und Dichtungsdicke e_G nach EN 13555

Elastizitätsmodul E_G (MPa) der Dichtung bei Entlastung und Dichtungsdicke e_G (mm)

Flächenpressung	Raumtemperatur		Temperatur 100°C		Temperatur 175°C		Temperatur 200°C		Temperatur 250°C		Temperatur 300°C	
MPa	E_G MPa	e_G mm	E_G MPa	e_G mm	E_G MPa	e_G mm	E_G MPa	e_G mm	E_G MPa	e_G mm	E_G MPa	e_G mm
1		2,015		2,013		2,032		1,999		1,999		1,982
20	2632	1,908	1313	1,874	1617	1,887	1620	1,834	8350	1,846	2366	1,792
30	3923	1,886	2404	1,857	2243	1,872	2769	1,822	7234	1,836	4361	1,781
40	3336	1,864	4077	1,839	2887	1,860	4167	1,810	9698	1,828	10640	1,769
50	5771	1,850	3972	1,823	4132	1,850	3988	1,797	15989	1,820	8447	1,758
60	7377	1,837	4517	1,809	4801	1,840	5172	1,787	9627	1,808	5955	1,746
80	12917	1,817	5717	1,785	5698	1,817	4426	1,759	9640	1,781	5977	1,731
100	12728	1,798	8376	1,746	8259	1,782	5293	1,729	9954	1,743	8048	1,718
120	13711	1,783	8055	1,737	7576	1,732	6045	1,690	9743	1,695	8915	1,705
140	16267	1,770	8859	1,711	8784	1,678	7023	1,639	8311	1,628	8369	1,691
160	13677	1,757	7920	1,680	8230	1,619	6166	1,574			9562	1,682
180	14160	1,747	9672	1,652	8431	1,563						
200	14210	1,737	9939	1,623	8230	1,491						

KLINGER® top-graph 2000

Dichtungskennwerte nach EN 13555

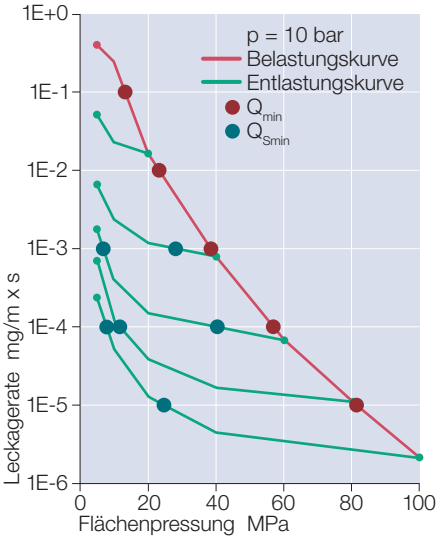
Mindestflächenpressung $Q_{min(L)}$ nach EN 13555 (Montage)
Die Mindestflächenpressung im Einbauzustand ist die mindest erforderliche Flächenpressung, die auf die Dichtungsoberfläche bei Montage bei Raumtemperatur ausgeübt werden muss, um sicherzustellen, dass sich die Dichtung an die Rauhheit der Flanschdichtflächen anpassen kann, innere Leckagewege abgedichtet werden und die geforderte Dichtheitsklasse L für den gegebenen Innendruck erreicht wird.

Mindestflächenpressung $Q_{Smin(L)}$ nach EN 13555 (Betrieb)
Die Mindestflächenpressung im Betrieb ist die mindest erforderliche Flächenpressung, die auf die Dichtungsoberfläche unter Betriebsbedingungen, d.h. nach Entlastung im Betrieb bei Betriebstemperatur ausgeübt werden muss, damit die geforderte Dichtheitsklasse L für den gegebenen Innendruck gehalten werden kann.

Erforderliche Mindest-Flächenpressung für Dichtheitsklasse L
$Q_{min(L)}$ bei Montage/ $Q_{Smin(L)}$ nach Entlastung (Betrieb) 10 bar

L	$Q_{min(L)}$	$Q_{Smin(L)}$ MPa				
mg/ s x m	MPa	Q_A= 20 MPa	Q_A= 40 MPa	Q_A= 60 MPa	Q_A= 80 MPa	Q_A= 100 MPa
10^{-0}	5	5	5	5	5	5
10^{-1}	13	5	5	5	5	5
10^{-2}	23		5	5	5	5
10^{-3}	38		28	7	5	5
10^{-4}	57			40	12	8
10^{-5}	81					25

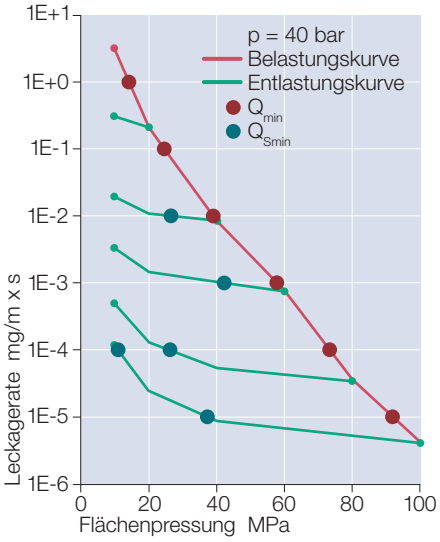
Q_A = Flächenpressung der Dichtung bei Montage vor der Entlastung



Erforderliche Mindest-Flächenpressung für Dichtheitsklasse L
$Q_{min(L)}$ bei Montage/ $Q_{Smin(L)}$ nach Entlastung (Betrieb) 40 bar

L	$Q_{min(L)}$	$Q_{Smin(L)}$ MPa				
mg/ s x m	MPa	Q_A= 20 MPa	Q_A= 40 MPa	Q_A= 60 MPa	Q_A= 80 MPa	Q_A= 100 MPa
10^{-0}	14	10	10	10	10	10
10^{-1}	24		10	10	10	10
10^{-2}	39		26	10	10	10
10^{-3}	57			42	10	10
10^{-4}	73				26	11
10^{-5}	91					37

Q_A = Flächenpressung der Dichtung bei Montage vor der Entlastung



KLINGER® top-graph 2000

Technische Werte

Hergestellt nach einem neuartigen, revolutionären Produktionsverfahren, durch das Produkteigenschaften erzeugt werden, die bisher bei Graphitdichtungen unerreicht sind.
Die hohe Eigenstabilität macht sie sicher in der Verarbeitung, die hohe Druckstandfestigkeit und die relativ geringe Aushärtung prädestiniert dieses Material für den Einsatz bei Dampf und anderen anspruchsvollen Anwendungen.

Basis

Neues Dichtungsmaterial, basierend auf Graphit und synthetischen Fasern.

Eigenschaften

Das Material besticht durch sein sehr gutes Handling in Verbindung mit sehr hoher Druckstandfestigkeit und geringster Aushärtung bei Temperaturen bis 300°C.

Diese Eigenschaften führen zu einer hohen Sicherheit gegen Dichtungsschäden während der Montage und Betrieb durch Schraubenkraftverlust und Rissbildung bei hohen Temperaturen. Das Material eignet sich besonders für den Dampfeinsatz bis 300°C und weitere Einsatzfälle bis über 500°C, bei denen diese Materialeigenschaften gefordert sind.

Es vereint die Vorteile der bei Praktikern beliebten faserverstärkten Dichtungen mit wichtigen Leistungsmerkmalen des flexiblen Graphits.

Typische Werte für 2,0 mm Dicke			
Kompressibilität ASTM F 36 J		%	10
Rückfederung ASTM F 36 J		%	60
Druckstandfestigkeit DIN 52913	50 MPa, 16 h/300°C	MPa	30
Druckstandfestigkeit BS 7531	40 MPa, 16 h/300°C	MPa	27
Standfestigkeit nach KLINGER	Dickenabnahme bei 23°C	%	10
50 MPa	Dickenabnahme bei 300°C	%	10
Dichtheit	DIN 28090-2	mg/s x m	0,05
Spezifische Leckrate λ	VDI 2440	mbar x l/s x m	1,84E-05
Dickenquellung ASTM F 146	Öl IRM 903: 5 h/150°C	%	5
	Fuel B: 5 h/23°C	%	7
Dichte		g/cm³	1,8
Mittl. spezif. Durchgangswiderstand	ρ_D	Ω cm	6,7x10E3
Wärmeleitfähigkeit	λ	W/mK	0,69
ASME-Code Dichtungsfaktoren	Leckraten DIN 28090		
für Dichtungsdicke 1,0 mm	Basisleckrate 0,1 mg/s x m	MPa	y 20 m 2,4
für Dichtungsdicke 2,0 mm	Basisleckrate 0,1 mg/s x m	MPa	y 20 m 4,2
für Dichtungsdicke 3,0 mm	Basisleckrate 0,1 mg/s x m	MPa	y 20 m 6,7
Klassifizierung nach BS 7531:2006	Grade AX		

Maße der Standardplatten

Größen:
1000 x 1500 mm, 2000 x 1500 mm
Dicken:
0,5 mm, 1,0 mm, 1,5 mm, 2,0 mm, 3,0 mm
Toleranzen:
Dicke nach DIN 28091-1
Länge ± 50 mm, Breite ± 50 mm

Andere Dicken, Abmessungen und Toleranzen auf Anfrage.

Oberflächen

Das Material ist serienmäßig bereits so ausgerüstet, dass die Oberfläche eine äußerst geringe Haftung hat.

Funktion und Haltbarkeit

Die Funktion und Haltbarkeit von KLINGER Dichtungen hängt weitgehend von den Einbaubedingungen ab, auf die wir als Hersteller keinen Einfluss haben.
Wir gewährleisten daher nur eine einwandfreie Beschaffenheit unseres Materials.

Bitte beachten Sie hierzu auch unsere Einbauhinweise.

Prüfungen und Zulassungen

BAM geprüft
DIN-DVGW
KTW-Leitlinie
Germanischer Lloyd
TA-Luft

Zertifiziert nach
DIN EN ISO 9001:2008

Technische Änderungen vorbehalten.
Stand: September 2015

Rich. Klinger Dichtungstechnik GmbH & Co KG
Am Kanal 8-10
A-2352 Gumpoldskirchen, Austria
Tel +43 (0) 2252/62599-137
Fax +43 (0) 2252/62599-296
e-mail: marketing@klinger.co.at
http://www.klinger.co.at