

KLINGERSIL® C-4430plus

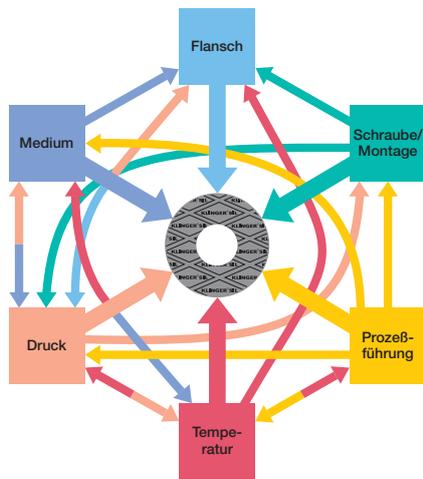
Informationen zu Ihrer Sicherheit

Die komplexe Beanspruchung der Dichtung

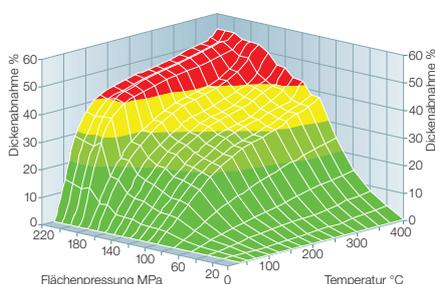
Die Funktionalität von Dichtverbindungen hängt von einer Vielzahl von Parametern ab. Viele Anwender von statischen Dichtungen glauben, dass die Angaben max. Anwendungstemperatur oder max. Betriebsdruck Eigenschaften bzw. Kennwerte von Dichtungen oder Dichtwerkstoffen sind.

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.



Das Diagramm zeigt die zusätzliche Dickenabnahme bei Temperatur.



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.

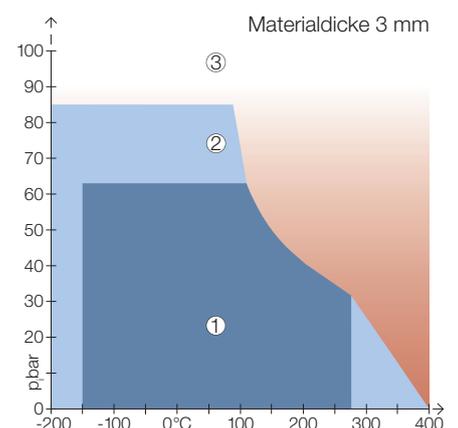
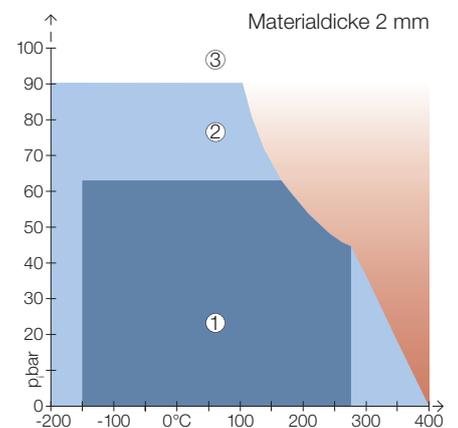
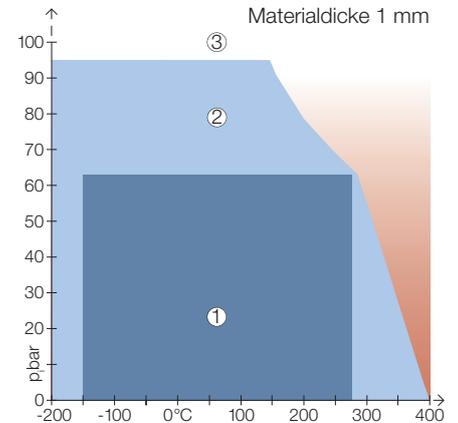
Die neuen pT-Diagramme für die Dicken 1, 2 und 3 mm tragen den unterschiedlichen maximalen Flächenpressungen unter Temperatur Rechnung. Auch diese pT-Diagramme können nur der überschlägigen Abschätzung dienen.

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 Versuchsdauer konstant gehalten. Hierdurch ist die Dichtung wesentlich härteren Bedingungen ausgesetzt.

Gemessen wird die durch konstante Pressung verursachte



Dickenabnahme bei Raumtemperatur von 23°C. 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.

KLINGERSIL® C-4430plus

Vier mal mehr PLUS an Sicherheit

Thermische Stabilität

Mit der Markteinführung von KLINGER®Quantum – dem ersten, ausschließlich mit HNBR gebundenen Faserstoff-Dichtungsmaterial hat KLINGER die Welt der Dichtungstechnik revolutioniert.

Die F&E Abteilung von KLINGER hat die aus der Entwicklung von KLINGER®Quantum gewonnenen Erfahrungen und Erkenntnisse nun auch auf die Fertigungsmethode von KLINGER®C-4430, dem faserverstärkten Dichtungsmaterial mit höchster Druckstandfestigkeit, angewendet.

Aus dem Einsatz der "Quantum Technologie" auf KLINGER®C-4430 resultiert ein Faserstoff-Dichtungsmaterial mit erweitertem Eigenschaftsprofil – **KLINGERSIL® C-4430plus**.

Mit **KLINGERSIL®C-4430plus** konnte die thermische Stabilität des Ausgangsmaterials noch weiter verbessert werden und durch die Vorteile der „Quantum-Technologie“ als Fertigungsmethode die Temperatureinsatzgrenzen noch weiter nach oben verschoben werden.

Erzielt wurde diese Verbesserung der Eigenschaften durch technisch-chemische Methoden, die dem eingesetzten Bindemittel NBR eine höhere Temperaturbeständigkeit verleihen.

Die Bindungen innerhalb des Elastomers wurden insofern modifiziert, als dass es mehr Energie benötigt, um diese aufzubrechen, was zu einer Verbesserung der mechanischen Eigenschaften führt.

Eine thermogravimetrische Analyse, durchgeführt an **KLINGERSIL® C-4430plus**, zeigt den erst bei etwa 400°C einsetzenden Abbau des Dichtungsmaterials, welcher deutlich höher liegt als bei herkömmlichen faserverstärkten Dichtungsmaterialien.

Lebensdauer

Die Lebens- oder Einsatzdauer eines Dichtungsmaterials ist heute ein nicht mehr wegzudenkender wirtschaftlicher und sicherheitsrelevanter Faktor.

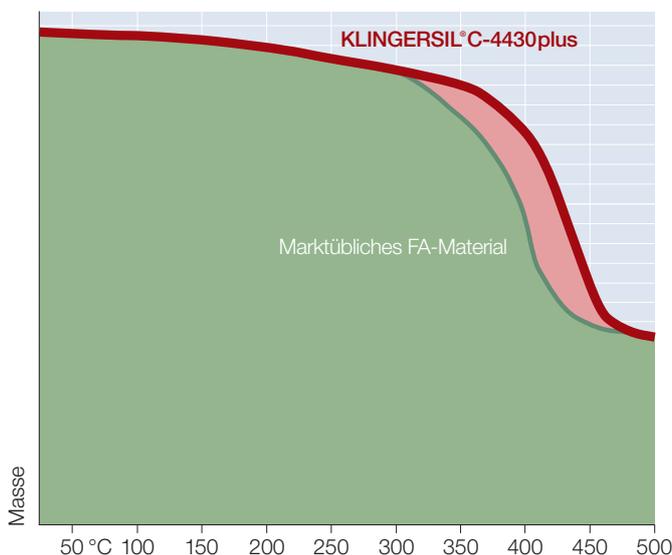
Das optimale Dichtungsmaterial verursacht keine ungeplanten Stillstände in der Anlage, wodurch auch keine zusätzlichen Kosten durch Wartung, Produktionsausfälle sowie zu hohe Lagerhaltung entstehen.

Durch die als Fertigungsmethode verwendete „Quantum-Technologie“ bei **KLINGERSIL® C-4430plus** wird das Alterungsverhalten des Dichtungsmaterials verbessert und somit eine längere Einsatzdauer erreicht.

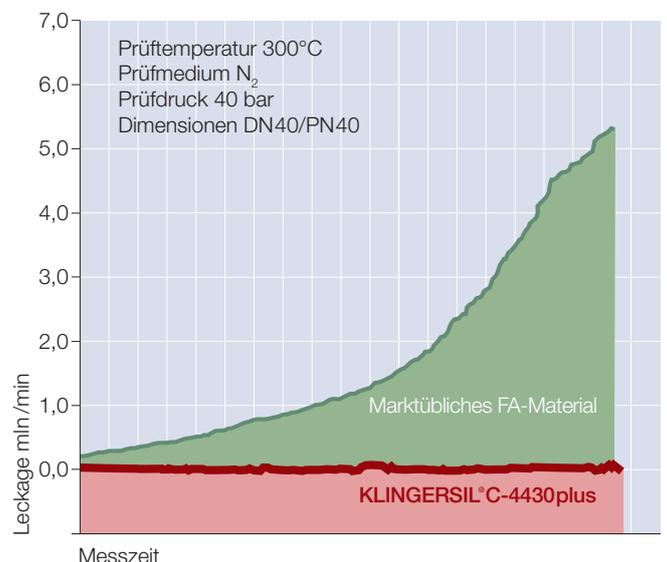
Die verminderte Alterung zeigt sich über konstante Materialeigenschaften bei hohen Temperaturen und längeren Zeiträumen. Im unten angeführten Diagramm wird dies durch eine konstant hohe Dichtheit von **KLINGERSIL®C-4430plus** bei einer Temperatur von 300°C verdeutlicht.

Andere ebenfalls auf NBR basierende marktübliche Faserstoffdichtungen ohne „Quantum Technologie“ zeigen unter den selben Bedingungen hingegen bereits einen durch die Alterung bedingten Anstieg der Leckage.

Thermogravimetrische Analyse



Hochtemperatur-Leckage



KLINGERSIL® C-4430plus

Vier mal mehr PLUS an Sicherheit

Sicherheit

Die häufigsten Dichtungsausfälle bei der Verwendung von FA-Materialien entstehen in diskontinuierlichen Anwendungen, bei denen es zu Druck- oder Temperaturschwankungen kommen kann (z.B. Dampfanwendungen, geplante Abschaltungen, Vibrationen in der Rohrleitung, etc).

Jedes Faserstoff-Dichtungsmaterial versprödet unter Temperatureinfluss. Der Dichtung fehlt dadurch die Flexibilität, evtl. Zusatzbeanspruchungen unbeschadet aufzunehmen.

Dies kann zu Undichtheiten oder schlimmeren Unfällen führen und daher in weiterer Folge zusätzliche Kosten für den Anlagenbetreiber bedeuten.

Durch die bereits oben erwähnte verminderte Alterung von **KLINGERSIL® C-4430plus** bleibt diesem Material ein höheres Maß an Sicherheitsreserven um die Auswirkungen von dynamisch geführten Anwendungen ohne Verlust der Dichtfunktion zu kompensieren.

Hochtemperaturdichtheit

Ein wichtiges Kriterium eines optimalen Dichtungsmaterials ist selbstverständlich eine hohe Dichtheit im Einbauzustand, aber darüber hinaus natürlich eine anhaltende Dichtheit bei Betriebstemperaturen. Die immer höheren Anforderungen von mittlerweile vielzähligen Regelwerken an die Dichtheit von Faserstoff-Dichtungsmaterialien erfordert unbedingt eine diesbezügliche Betrachtung im Zusammenhang mit neu entwickelten Dichtungswerkstoffen.

Die VDI 2440 als Beispiel definiert als Dichtheitskriterium für die Hochwertigkeit einer Dichtung eine maximal erlaubte Leakage von $1,0 \times 10^{-4}$ mbar x l/s x m bei einem Prüfdruck von 1 bar Helium.

Die Prüfung erfolgt an einer Dichtung eingebaut in einem Flansch, welcher bei der maximalen Betriebstemperatur vor der Prüfung ausgelagert wird. Führt man diese Prüfung an immer neuen Dichtungen bei unterschiedlichen Temperaturen durch, ergibt sich für **KLINGERSIL® C-4430plus** das unten angeführte Diagramm.

Die ermittelte Kurve für **KLINGERSIL® C-4430plus** zeigt ein weit über den Anforderungen liegendes Verhalten über den gesamten Temperatureinsatzbereich.

Anwendungsparameter

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 Abhängigkeit der hohen Anforderungen an die Dichtheit (z.B. Dichtheitsklasse L0,01) müssen mit steigenden Innendrücken oft entsprechend hohe Flächenpressungen auf die Dichtung aufgebracht werden.

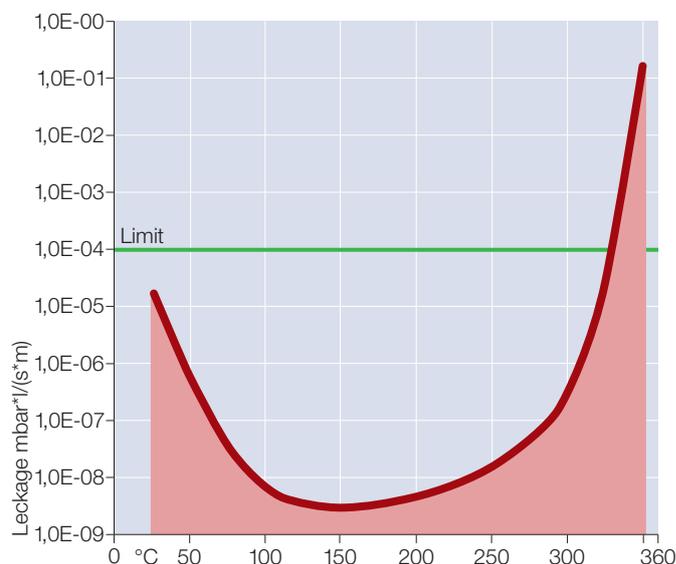
Für solche Betriebsbedingungen muss überprüft werden, ob die vorgesehene Flanschverbindung auch geeignet ist, diese Beanspruchungen aufzunehmen, ohne mechanisch überlastet zu werden.

Die Dichtverbindung bleibt dicht, wenn die im Betriebszustand vorhandene Flächenpressung höher ist, als die erforderliche Mindestflächenpressung, und die maximal zulässige Flächenpressung der Dichtung im Betriebszustand nicht überschritten wird. Höher gepresste, aber nicht überpresste Dichtungen weisen eine längere Lebensdauer auf, als gering gepresste.

Kann nicht sicher gestellt 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. Die Dichtungsdicke sollte so dünn wie technisch möglich und sinnvoll sein.

Leakage nach VDI 2440



KLINGERSIL® C-4430plus

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 Prördichtung hinsichtlich eines Eindringens der Dichtung in die Bohrung sowie einer Beschädigung der Dichtung.

Kriechrelaxationsfaktor P_{QR} nach EN 13555

Dieser Kennwert ist definiert als das Verhältnis der Flächenpressungen der Dichtung vor und nach der Relaxation (Setzverhalten, Dickenabnahme, Entspannung) und berücksichtigt den Relaxationseinfluss auf die Dichtungsbelastung zwischen dem Anziehen der Schrauben und der Langzeiteinwirkung der Betriebstemperatur.

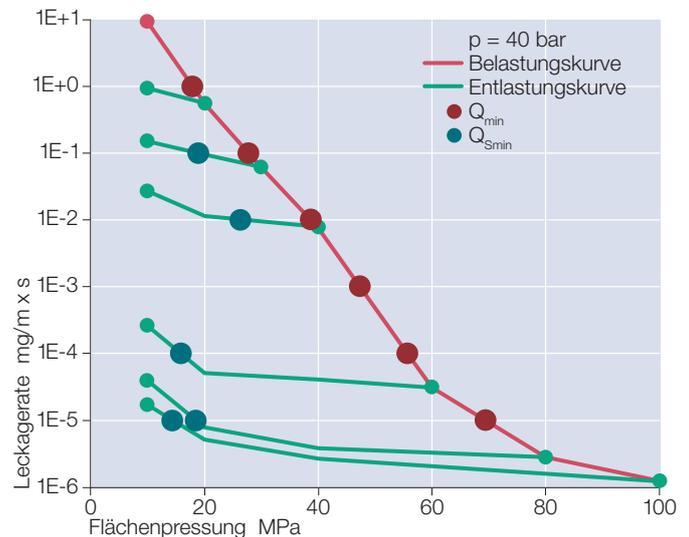
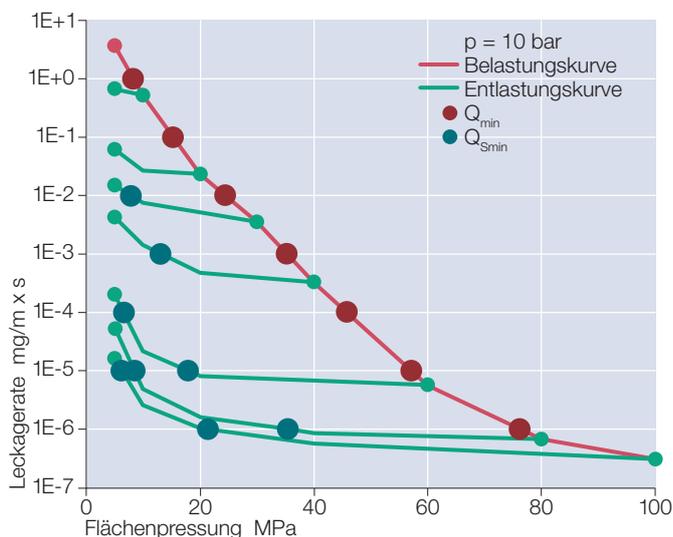
P_{QR} Werte / Steifigkeit 500 kN/mm, Dichtungsdicke 2 mm				
Temperatur	Flächenpressung		P_{QR} bei Q_{Smax}	Q_{Smax} (MPa)
	25 MPa	40 MPa		
23°C	0,93	0,95	0,98	230
100°C	0,76	0,86	0,93	230
200°C	0,72	0,86	0,87	230
300°C	0,59	0,72	0,82	230

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 Rauheit 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.



KLINGERSIL® C-4430plus

Technische Werte

Universell einsetzbare Hochdruckdichtung.
Beständig gegen Wasser und Dampf bei höheren Temperaturen sowie gegen Öle, Gase, Salzlösungen, Kraftstoffe, Alkohole, schwache organische und anorganische Säuren, Kohlenwasserstoffe, Schmierstoffe und Kältemittel.
Höchste Druckstandfestigkeit. Geringste Dickenabnahme bei höheren Temperaturen.

■ Basis

Optimierte Kombination von synthetischen Fasern gebunden mit NBR.

■ 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.

**Zertifiziert nach
 DIN EN ISO 9001:2008**

Technische Änderungen vorbehalten.
 Stand: Mai 2015

Typische Werte für 2 mm Dicke

Kompressibilität ASTM F 36 J		%	9
Rückfederung ASTM F 36 J		%	55
Druckstandfestigkeit DIN 52913	50 MPa, 16h/175°C	MPa	39
	50 MPa, 16h/300°C	MPa	35
Druckstandfestigkeit BS 7531	40 MPa, 16h/300°C	MPa	31
Standfestigkeit nach KLINGER 50 MPa	Dickenabnahme bei 23°C	%	8
	Dickenabnahme bei 300°C	%	11
	Dickenabnahme bei 400°C	%	14
Dichtheit	DIN 28090-2	mg/s x m	0,05
Dichtheitsklasse L	VDI 2440		0,1
Spezifische Leckrate λ	VDI 2440	mbar x l/s x m	2,9E-06
Dickenquellung ASTM F 146	Öl IRM 903: 5 h/150°C	%	3
	Fuel B: 5 h/23°C	%	5
Dichte		g/cm ³	1,75
Mittl. Oberflächenwiderstand	R _{OA}	Ω	4,1x10E13
Mittl. spezif. Durchgangswiderstand	ρ _D	Ω cm	4,5x10E12
Mittl. Durchschlagsfestigkeit		kV/mm	21,3
Mittl. dielektrischer Verlustfaktor	1 kHz, ca. 2 mm Dicke	tanδ	0,02
Mittl. Dielektrizitätszahl	1 kHz, ca. 2 mm Dicke	ε _r	6,4
Wärmeleitfähigkeit		W/mK	0,42
ASME-Code Dichtungsfaktoren			
für Dichtungsdicke 2,0 mm	Basisleckrate 0,1 mg/s x m	MPa	y 25
			m 5

■ Prüfungen und Zulassungen

BAM geprüft
 DIN-DVGW
 DIN-DVGW W 270
 Elastomerleitlinie
 WRAS-Zulassung
 TA-Luft
 Fire-Safe gem. DIN EN ISO 10497

KLINGERexpert®

die leistungsfähige Dichtungs- berechnung.

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

KLINGER GmbH
 Rich.-Klinger-Straße 37
 D-65510 Idstein
 Tel (06126) 4016-0
 Fax (06126) 4016-11/-22
 e-mail: mail@klinger.de
 http://www.klinger.de

