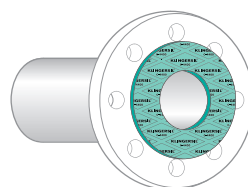


# KLINGERSIL® C-4400

## Mehr Sicherheit bei universeller Verwendbarkeit

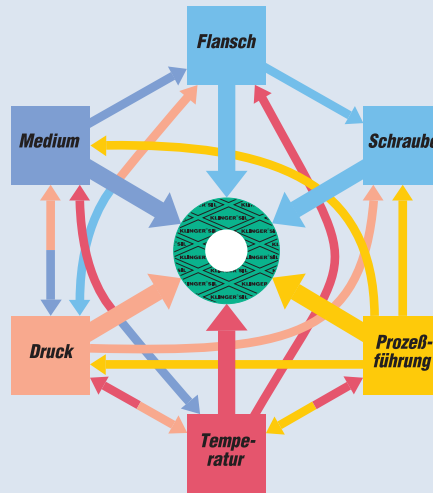


*KLINGERSIL® C-4400  
Aramidfasern, gebunden mit NBR.  
Geeignet für den Einsatz bei Ölen, Wasser,  
Dampf, Gasen, Salzlösungen, Kraftstoffen,  
Alkoholen, schwachen organischen und  
anorganischen Säuren, Kohlenwasserstoffen,  
Schmierstoffen und Kältemitteln.*

*KLINGER – in Dichtungen weltweit führend*

### 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.



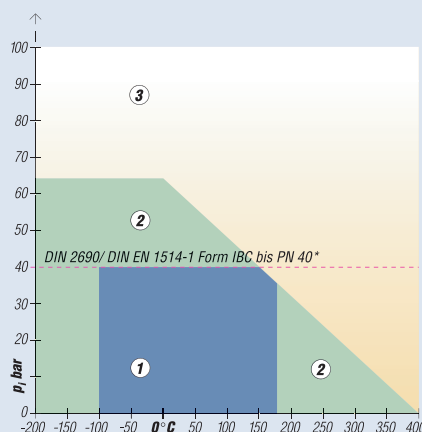
Dies ist jedoch leider nicht richtig:

Die maximale Einsatzfähigkeit von Dichtungen hinsichtlich Druck und Temperatur definiert sich über eine Vielzahl von Einflußgrößen, wie nebenstehende Abbildung zeigt. Demnach ist eine allgemein verbindliche Angabe dieser Werte für Dichtungen prinzipiell nicht möglich.

### 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.



\* Flachdichtungen nach DIN 2690 sind nur bis PN 40 und für Dichtungsdicke 2 mm genormt.

### 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.

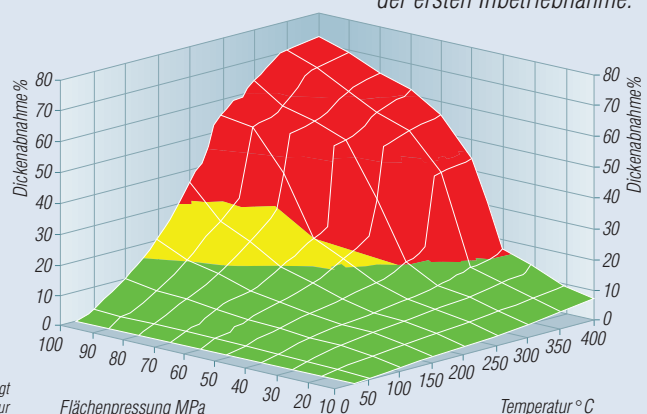
### Standfestigkeit nach Klinger

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.

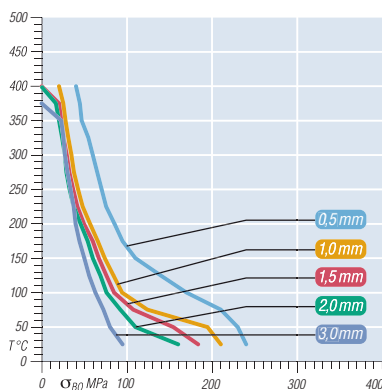
Anschließend erfolgt Erwärmung auf 300°C und die zusätzliche Dickenabnahme nach Erwärmung wird gemessen. Das beschreibt die Situation bei der ersten Inbetriebnahme.



Das Diagramm zeigt die zusätzliche Dickenabnahme bei Temperatur

### Höchstflächenpressung im Betriebszustand nach DIN 28090 – 1 $\sigma_{B0}$

Die Höchstflächenpressung im Betriebszustand ist die maximal zulässige Flächenpressung, die auf die gepreßte Dichtungsfläche einwirken darf, damit eine unzulässige plastische Verformung und/oder Zerstörung der Flanschdichtungen vermieden wird.

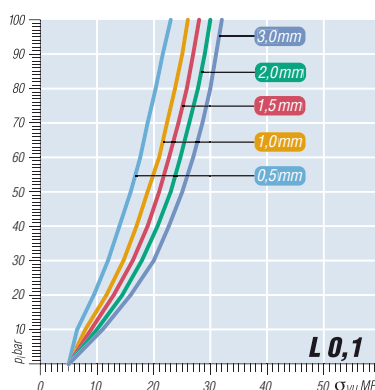
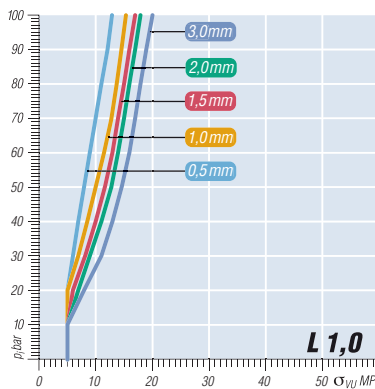


Das obige Diagramm zeigt diese Werte für die unterschiedlichen Dichtungsdicken.

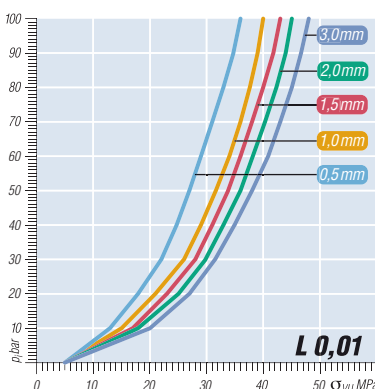
### Mindestflächenpressung $\sigma_{VU}$ für die Dichtheitsklassen $L = 1,0$ , $L = 0,1$ und $L = 0,01$ nach DIN 28090

Die Mindestflächenpressung im Einbauzustand ist die mindest erforderliche Flächenpressung, die auf die Dichtungsfläche ausgeübt werden muß, um sicherzustellen, daß sich die Dichtung an die Flanschoberfläche anpassen kann und im Betriebszustand die erforderliche Dichtheitsklasse bei Raumtemperatur erreicht wird.

Die folgenden Diagramme zeigen die erforderliche Mindestflächenpressung für die unterschiedlichen Dichtungsdicken, um die gewünschten Dichtheitsklassen zu erreichen.

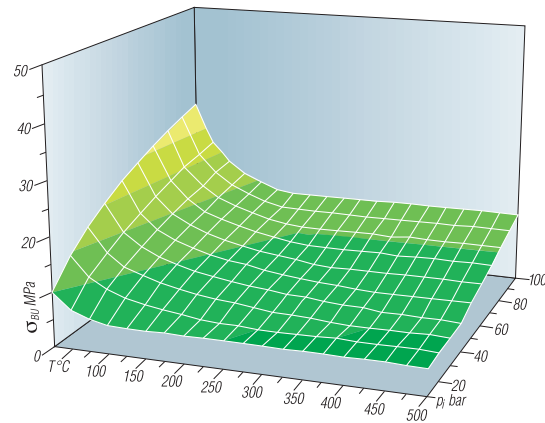


Die Dichtheitsklasse  $L = 0,1$  erlaubt eine maximale Leckage von  $0,1 \text{ mg Stickstoff pro Sekunde und Meter Dichtungslänge (mg/s} \times \text{m)}$ .



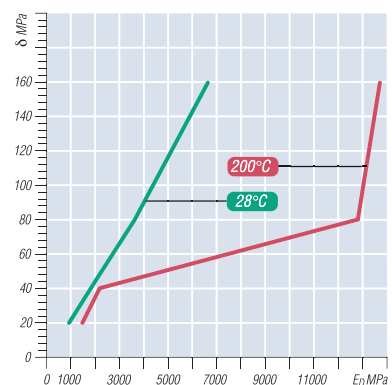
### Mindestflächenpressung $\sigma_{BU}$ für die Dichtheitsklasse $L = 0,1$

Dieses dreidimensionale Diagramm beschreibt das Verhalten des Dichtungsmaterials hinsichtlich der benötigten Mindestflächenpressung über einen ganzen Temperaturbereich für die Dichtungsdicke 2 mm. Es ist deutlich zu erkennen, daß die benötigte Mindestflächenpressung bei mittleren und höheren Temperaturen sinkt – die Dichtung wird schon bei geringeren Flächenpressungen dicht.



### Elastizitätsmodul $E_D$ nach DIN 28090

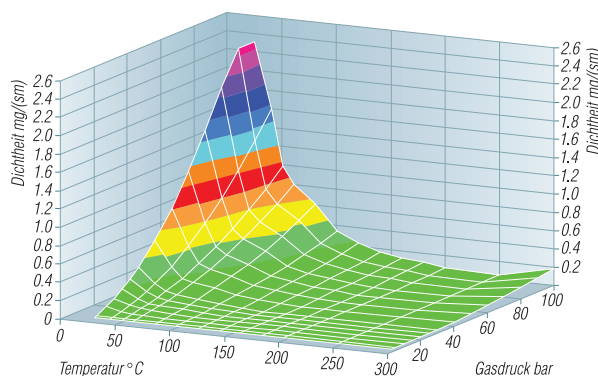
In diesem Diagramm ist der Elastizitätsmodul gegen die Flächenpressung aufgetragen. Die Kurven beschreiben den Verlauf bei Raumtemperatur und bei  $200^\circ\text{C}$ .



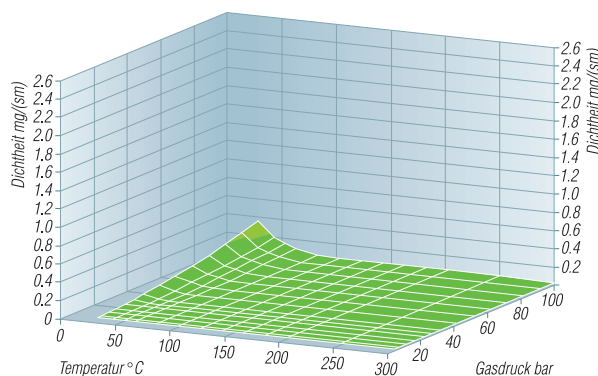
**Dichtheit bei hohen Temperaturen**

Die Dichtheit bei hohen Temperaturen wird mit dem Klinger Standfestigkeitstest bei unterschiedlichen Temperaturen und Innendrücken gemessen. Als Testmedium wird Stickstoff verwendet. Die Belastung und die Temperatur werden bei steigendem Innendruck konstant gehalten. Die Haltezeit für jeden abgelesenen Meßwert beträgt zwei Stunden. Für jede einzelne Belastung und Temperatur wird eine neue Dichtung verwendet. Die Dichtheit wird mit einem Massflowmeter gemessen.

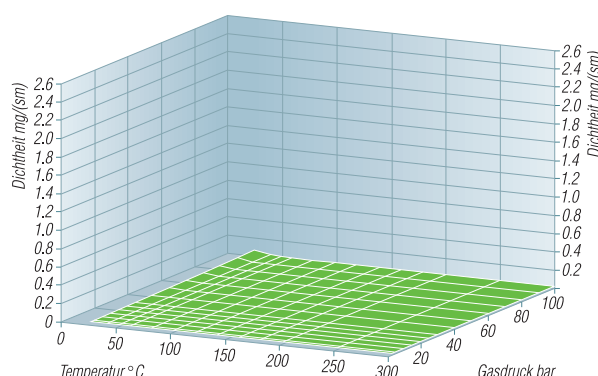
Der Druck wird von einem Druckregler kontrolliert.



**Flächen-  
pression  
15 MPa**



**Flächen-  
pression  
25 MPa**



**Flächen-  
pression  
35 MPa**

**Wichtige Hinweise**

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  $L_{0,01}$ ) 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 Flächenpression höher ist, als die erforderliche Mindestflächenpression, und die maximal zulässige Flächenpression 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 Versprödung unter Temperatur aufweisen (z.B. KLINGER®graphit Laminat, KLINGER®top-chem, KLINGER®top-sil).

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

In solchen Fällen sollte die Dichtungsdicke so dünn wie technisch möglich und sinnvoll sein. Von einer Mehrfachverwendung von Dichtungen ist aus sicherheitstechnischen Gründen generell abzuraten.

Die folgenden Hinweise sind zu beachten, damit eine zuverlässige Dichtverbindung sichergestellt 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. Dichtungsdicke**

Die Dichtung soll so dünn wie technisch sinnvoll gewählt werden. Ein Dicken- / Breitenverhältnis von 1/5 (ideal 1/10) sollte nicht unterschritten werden.

### **3. 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.

### **4. 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 Antihafbeschichtung 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.

### **5. Dichtungsgröße**

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

### **6. 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 Schraubensmontagepaste mit der ein Reibwert von ca. 0,10 bis 0,14 eingestellt werden kann.

### **7. 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.

### **8. 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.

### **9. Mehrfachverwendung**

Aus Sicherheitsgründen ist von der Mehrfachverwendung von Dichtungen generell abzuraten.



die leistungsfähige Dichtungsberechnung mit Online-Hilfe auf CD-ROM





### ■ Verwendungszweck

Universell einsetzbare Hochdruckdichtung. Geeignet für den Einsatz bei Ölen, Wasser, Dampf, Gasen, Salzlösungen, Kraftstoffen, Alkoholen, schwachen organischen und anorganischen Säuren, Kohlenwasserstoffen, Schmierstoffen und Kältemitteln.

Sehr hoher Leistungsstandard.

### ■ 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

Andere Dicken und Abmessungen auf Anfrage.

Toleranzen:

Dicke  $\pm 10\%$ , Länge  $\pm 50$  mm,

Breite  $\pm 50$  mm

### ■ Oberflächen

Das Material ist serienmäßig bereits so ausgerüstet, daß die Oberfläche eine äußerst geringe Haftung hat. Auf Wunsch sind aber auch ein- und beidseitige Graphitierungen und andere Oberflächenausrüstungen lieferbar. Die ungefärbte (graue) Ausführung mit technisch identischen Werten hat die Bezeichnung KLINGERSIL® C-4400L.

### ■ 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 deshalb nur eine einwandfreie Beschaffenheit unseres Materials.

Bitte beachten Sie hierzu auch unsere Einbauhinweise.

### ■ Prüfungen und Zulassungen

BAM geprüft nach UVV 28, Sauerstoff (VGB 62) geprüft bis 100 bar und 80 °C.

Zugelassen zur Gasversorgung nach DIN 3535/6.

DIN-DVGW-Zulassungs-Nr.

NG-5123AT0251.

HTB-Prüfung. SVGW-Zulassung.

ÖVGW-Zulassung, TÜV Polen.

### Typische Werte

Kompressibilität ASTM F 36 J		%	11
Rückfederung ASTM F 36 J	min	%	55
Druckstandfestigkeit DIN 52913	50 MPa, 16h/ 175°C	MPa	32
	50 MPa, 16h/ 300°C	MPa	25
Druckstandfestigkeit BS 7531	40 MPa, 16h/ 300°C	MPa	23
Standfestigkeit nach Klinger 50 MPa	Dickenabnahme bei 23°C	%	10
	Dickenabnahme bei 300°C	%	20
Dichtheit nach DIN 3535/6		mg/s x m	0,02
Dichtheitsklasse L	DIN 28090-1		0,1
Spezifische Leckrate $\lambda$	VDI 2440	mbar x l/s x m	1,64E-08
Kaltstauwert	DIN 28091-2	%	8 - 12
Kaltrückverformungswert	DIN 28091-2	%	3 - 5
Warmsetzwert	DIN 28091-2	%	< 15
Warmrückverformungswert	DIN 28091-2	%	1
Rückverformungswert R	DIN 28091-2	mm	0,019
Dickenquellung ASTM F 146	Öl JRM 903: 5 h/150 °C	%	3
	Fuel B: 5 h/23 °C	%	5
Dichte		g/cm <sup>3</sup>	1,6
Mittl. Oberflächenwiderstand	R <sub>0A</sub>	$\Omega$	1,4x10E12
Mittl. spezif. Durchgangswiderstand	$\rho_D$	$\Omega$ cm	1,2x10E12
Mittl. Durchschlagsfestigkeit		kV/mm	21,6
Mittl. dielektrischer Verlustfaktor	1 kHz, ca. 2 mm Dicke	tan $\delta$	0,075
Mittl. Dielektrizitätszahl	1 kHz, ca. 2 mm Dicke	$\epsilon_r$	7,7
Wärmeleitfähigkeit		W/mK	0,40-0,42
<b>ASME-Code Dichtungsfaktoren</b>			
für Dichtungsdicke 2,0 mm	Basisleckrate 0.1 mg/s x m	MPa y	20
		m	3,5

KTW-Empfehlung. W 270.

Lebensmittelzulassung Bundesanstalt Wien.

Germanischer Lloyd, S 7531 Grade Y,

TA-Luft geprüft, getestet nach

VDI 2440 mit 200 °C.



die leistungsfähige Dichtungs-  
berechnung mit Online-Hilfe auf  
CD-ROM

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

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

Technische Änderungen vorbehalten.  
Stand: März 2012