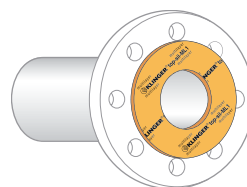




# KLINGER®top-sil-ML1

## Das Multi-Layer\* Materialkonzept – ein Quantensprung bei faserverstärkten Dichtungen



*KLINGER®top-sil-ML1  
Einzigartige innovative Kombination  
von synthetischen Fasern,  
gebunden mit unterschiedlichen  
Elastomeren mit Multi-Layer Struktur.  
\*Zum Patent angemeldet*

*KLINGER – in Dichtungen weltweit führend*

Die Dichtungsindustrie steht seit langem vor dem Problem, keinen adäquaten Ersatz für die extrem erfolgreiche KLINGERit-Dichtung, im Hinblick auf die Versprödungseigenschaften bei hohen Temperaturen, anbieten zu können.

Genau 110 Jahre nach der Erfindung von KLINGERit bestätigt KLINGER seine führende Position auf dem Gebiet von faserverstärkten Dichtungen durch die neueste Entwicklung – der Multi-Layer\* Dichtung KLINGER® top-sil-ML1.

Dieses neue Materialkonzept knüpft jetzt wieder an den Leistungsmaßstab der KLINGERit-Dichtungen an.

Die Schichten unterscheiden sich voneinander durch den Einsatz unterschiedlicher Elastomere. Dadurch, daß zumindest eine oder mehrere Schichten ausschließlich durch ein spezielles Elastomer (verglichen mit den Standard Elastomeren wie NBR, SBR, etc.) gebunden sind, können die klassischen Abbau- und Alterungserscheinungen von faserverstärkten Werkstoffen z.B. Versprödung, Mikrorissbildung, Anstieg der Mediendurchlässigkeit oder der "blow out" im Vergleich zu klassisch hergestellten Materialien, abhängig von den Einsatzbedingungen, weitgehend unterdrückt werden.

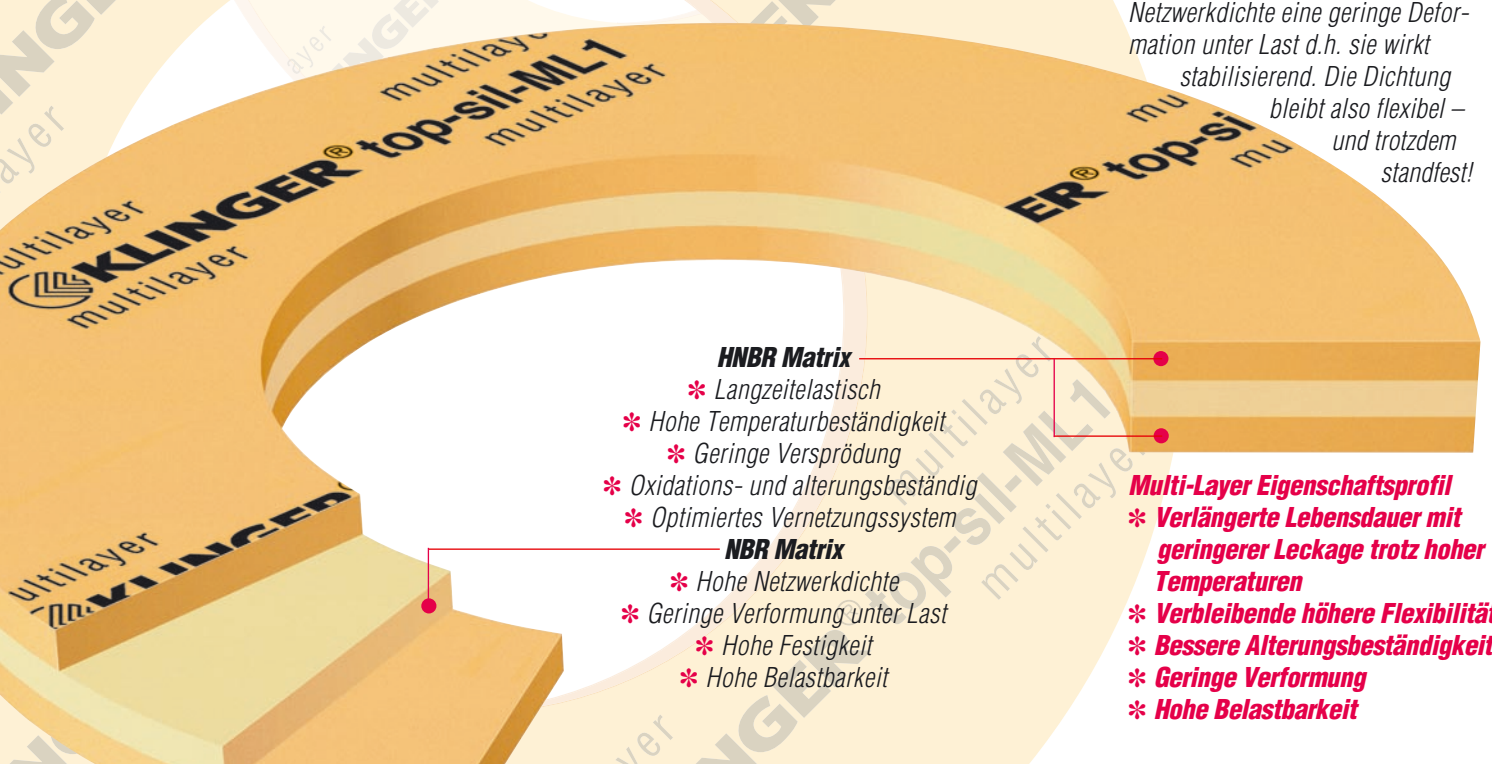
Durch den kombinierten Schichtaufbau lassen sich neue Eigenschaftsprofile von Flachdichtungsmaterialien erzielen.

Die äußeren Schichten, gebunden mit einem speziellen Elastomer bleiben über einen langen Zeitraum, selbst bei hohen Temperaturen flexibel und können somit dynamische Lastwechsel am Flansch kompensieren.

Dieser Effekt wirkt der Mikrorissbildung und somit einer Leckage entgegen. Gleichzeitig bewirkt die Schicht, die mit dem Standardelastomer gebunden ist, durch ihre höhere Netzwerkdichte eine geringe Deformation unter Last d.h. sie wirkt

stabilisierend. Die Dichtung bleibt also flexibel – und trotzdem standfest!

\* Detaillierte Informationen über das Multi-Layer Konzept erhalten Sie auf Anfrage.



#### HNBR Matrix

- \* Langzeitelastisch
- \* Hohe Temperaturbeständigkeit
- \* Geringe Versprödung
- \* Oxidations- und alterungsbeständig
- \* Optimiertes Vernetzungssystem

#### NBR Matrix

- \* Hohe Netzwerkdichte
- \* Geringe Verformung unter Last
- \* Hohe Festigkeit
- \* Hohe Belastbarkeit

#### Multi-Layer Eigenschaftsprofil

- \* **Verlängerte Lebensdauer mit geringerer Leckage trotz hoher Temperaturen**
- \* **Verbleibende höhere Flexibilität**
- \* **Bessere Alterungsbeständigkeit**
- \* **Geringe Verformung**
- \* **Hohe Belastbarkeit**

### Beurteilung des Dichtverhaltens in Satttdampf

Dieser Test ist hervorragend geeignet das Abbauverhalten von elastomer-gebundenen Flachdichtungen zu beurteilen. Hohe Temperaturen von ca. 320°C Satttdampf mit einem Druck von 120 bar belasten die Elastomere bei dieser Prüfung enorm. Aber gerade diese extremen Prüfbedingungen rufen die bereits angeführten Abbaumechanismen in einem überschaubaren Zeitraum hervor und zeigen dadurch die Überlegenheit der Multi-Layer Struktur auf.

Das Testgerät wird mit einer genau definierten Wassermenge gefüllt und auf die Prüftemperatur gebracht. Wasserdampf tritt durch vorhandene Porositäten und durch Degradation entstehende Mikrorisse aus dem Prüfvolumen aus.

Der Dampfdruck bleibt so lange konstant, bis die flüssige Phase vollständig aufgebraucht ist. Dann entsteht überhitzter Dampf und der Druck fällt mit jedem weiteren Medienverlust rasch ab.

Die Dauer bis zum plötzlichen Druckabfall dieses Systems kann als Meßgröße für die Alterungsbeständigkeit der Dichtung respektive des in der Dichtung eingesetzten Elastomers herangezogen werden. Um die erwähnte Mikrorissbildung zu quantifizieren, wurden die Dichtringe im Anschluß an den Hochtemperatur-Satttdampftest einer Gasdichtheitsprüfung unterzogen.

Diese Prüfung wurde mit Stickstoff bei einem Druck von 40 bar unmittelbar nach dem Dampftest durchgeführt.

Somit kann ein direkter Zusammenhang zwischen der Alterung der Dichtung und der damit verbundenen Leckage-Erhöhung hergestellt werden und eine deutliche Unterscheidung der Leistungsfähigkeit verschiedener Dichtungswerkstoffe wird möglich.

**Das Multi-Layer Dichtungsmaterial gewährleistet dem Anwender signifikant geringere Emissionen bei längerer Lebensdauer und höheren Temperaturen.**

### Elastische Eigenschaften

Der 3-Punkt-Biegetest wird oft als Beurteilungsmethode für die Flexibilität von Faserstoff-Dichtungsmaterialien herangezogen. Spezielle Versuche an konditionierten Probekörpern geben einen Hinweis über die Versprödung und damit über das Alterungsverhalten der eingesetzten Elastomere.

Vor dem Biegetest werden die Prüfkörper wie folgt konditioniert:

- \* Heißluft für 168 h bei 160°C
- \* Satttdampf für 168 h bei 185°C

Anschließend wurden diese Prüfkörper einem 3-Punkt-Biegetest unterzogen. Die Ergebnisse der Prüfungen an diesen künstlich gealterten Prüfkörpern geben Auskunft über die Alterungsbeständigkeit der unterschiedlichen Werkstoffkonzepte.

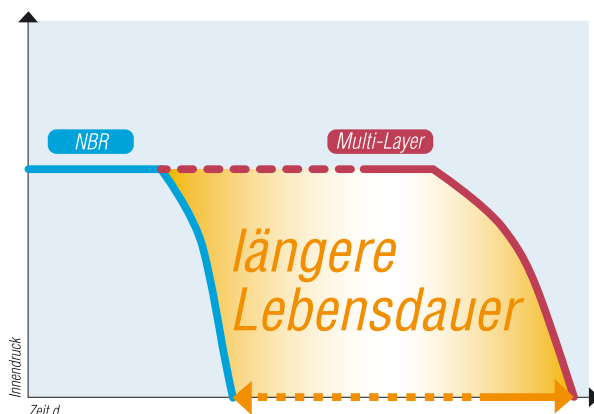
Gerade in Dampfanwendungen kommt es oftmals zu starken Druckstößen die zu Schädigungen des Dichtungsmaterials führen. Eine flexiblere Dichtung, die also größere Dehnungen ohne Bruch bewältigt, leistet einen entscheidenden Beitrag zu einer zuverlässigeren Dichtverbindung.

Das neue Werkstoffkonzept realisiert, im Vergleich zu konventionellen Dichtungsmaterialien, eine weitaus höhere Alterungsbeständigkeit bei höheren Temperaturen.

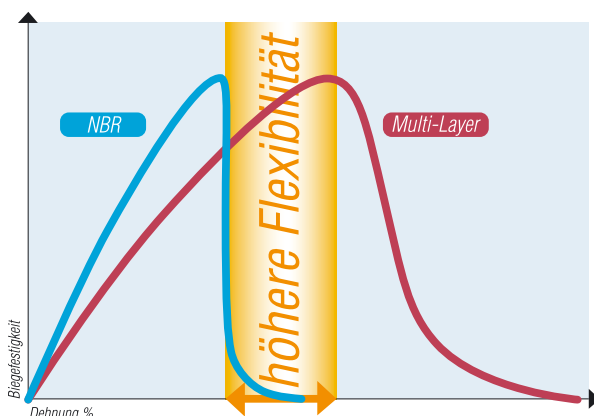
Alle damit verbundenen unerwünschten Eigenschaftsveränderungen der Flachdichtungen wie z.B. Versprödung, Rissbildung und erhöhte Leckage können durch das neue Werkstoffkonzept signifikant reduziert werden.

Längere Lebensdauer und höhere Temperaturbeständigkeit sind das Ergebnis bei der Verwendung von Spezialelastomeren in einer Multi-Layer Dichtung.

Tests haben gezeigt, daß eine solche Kombination von Eigenschaften durch homogenes Vermischen der beiden Elastomere nicht erreicht werden kann.



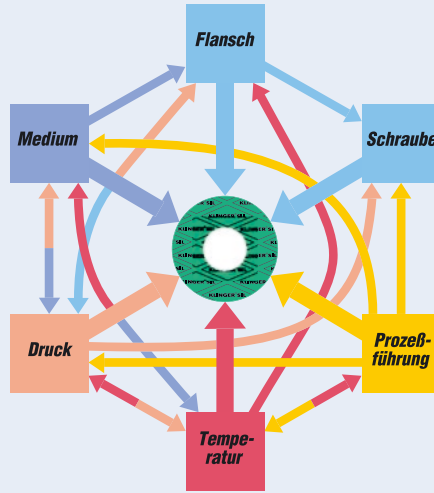
Beurteilung des Dichtverhaltens in Satttdampf



Elastische Eigenschaften

## 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.



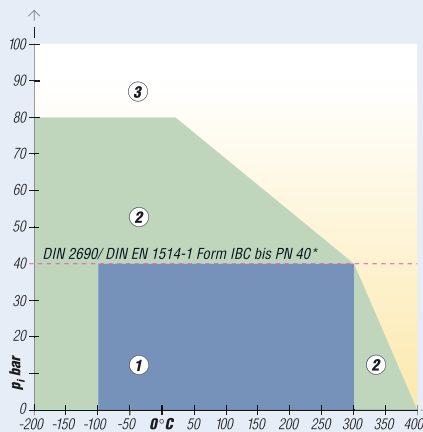
Dies ist jedoch leider nicht richtig:

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 übersichtliche 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.

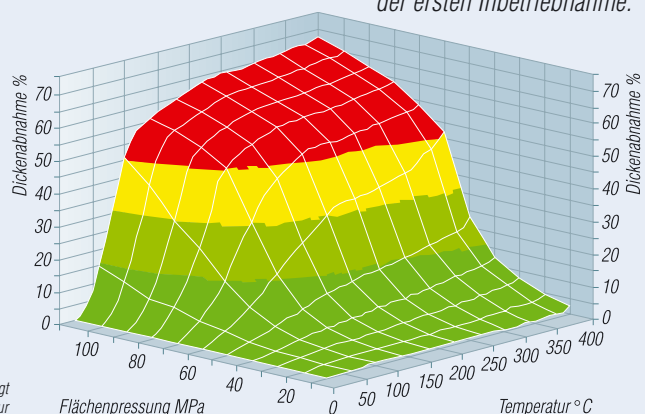
## Standfestigkeit nach Klinger

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

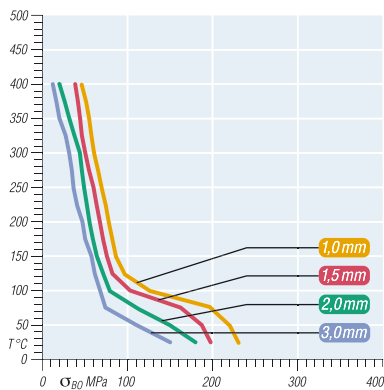


# KLINGER® top-sil-ML1

## Informationen zu Ihrer Sicherheit

### 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.



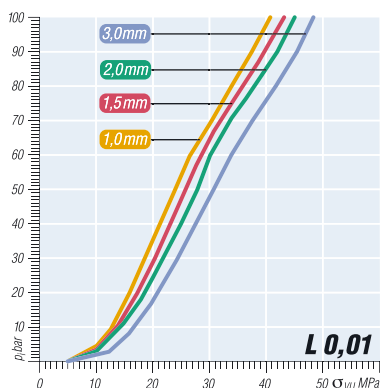
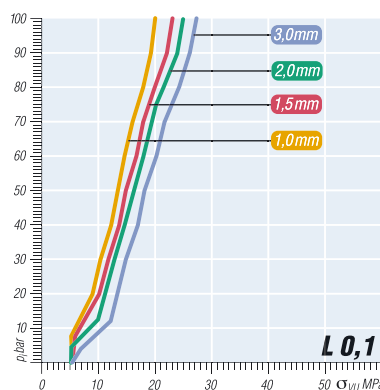
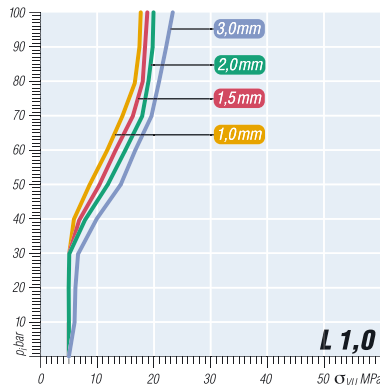
Das obige Diagramm zeigt diese Werte für die unterschiedlichen Dichtungsdicken.

### 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.

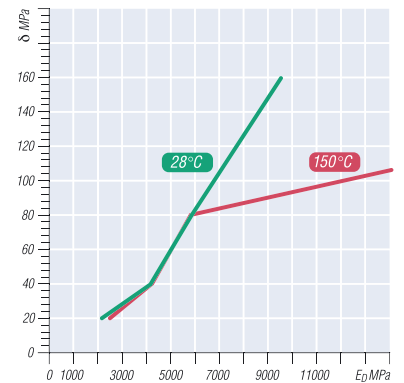
Die folgenden Diagramme zeigen die erforderliche Mindestflächenpressung für die unterschiedlichen Dichtungsdicken, um die gewünschten Dichtheitsklassen zu erreichen.



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

### 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 150°C.





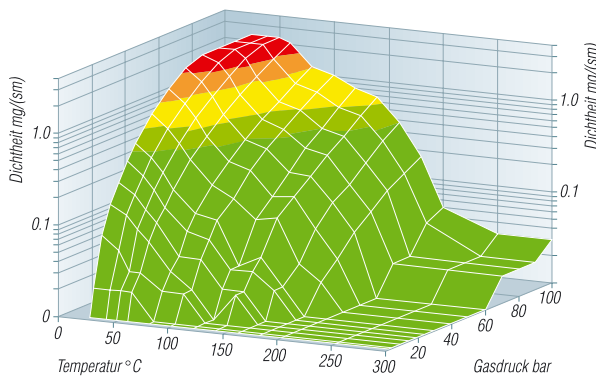
# KLINGER® top-sil-ML1

## Informationen zu Ihrer Sicherheit

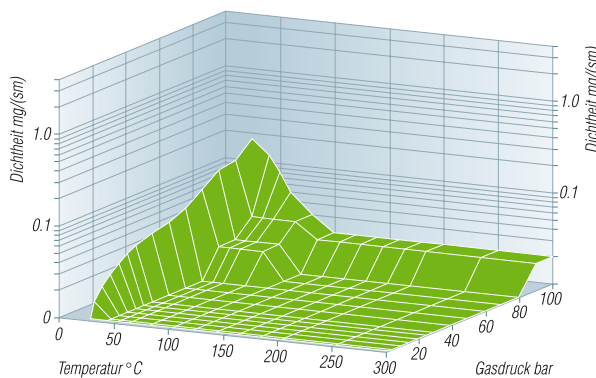
### Dichtheit bei hohen Temperaturen

Die Dichtheit bei hohen Temperaturen wird mit dem Klinger Standardfestigkeitstest 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.

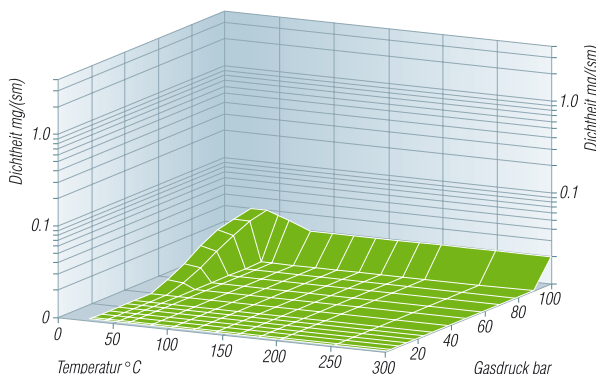
Der Druck wird von einem Druckregler kontrolliert.



**Flächen-  
pression  
10 MPa**



**Flächen-  
pression  
20 MPa**



**Flächen-  
pression  
30 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. KLINGERgraphit Laminat, KLINGERtop-chem, KLINGERtop-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.



# KLINGER® top-sil-ML1 Einbauhinweise

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. KLINGERflon 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 Schraubmontagepaste 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

Spezielles Multi-Layer Dichtungsmaterial mit höherer Flexibilität und längerer Lebensdauer bei höheren Temperaturen.

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:

2000 x 1500 mm

Dicken:

0,8 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.

### ■ 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, DIN-DVGW, KTW, WRC, TA-Luft geprüft, getestet nach VDI 2440 mit 300°C.

Technische Klassifizierung nach BS 7531:2006 Grade AX.

### Typische Werte

Kompressibilität ASTM F 36 J		%	9
Rückfederung ASTM F 36 J	min	%	> 50
Druckstandfestigkeit DIN 52913	50 MPa, 16h/ 175°C	MPa	34
	50 MPa, 16h/ 300°C	MPa	28
Druckstandfestigkeit BS 7531	40 MPa, 16h/ 300°C	MPa	–
Standfestigkeit nach Klinger 50 MPa	Dickenabnahme bei 23°C	%	8
	Dickenabnahme bei 300°C	%	15
Dichtheit nach DIN 3535/6		mg/s x m	< 0,1
Dichtheitsklasse L	DIN 28090-1		0,1
Spezifische Leckrate $\lambda$	VDI 2440	mbar x l/s x m	–
Kaltstauchwert	DIN 28091-2	%	6 - 9
Kaltrückverformungswert	DIN 28091-2	%	3 - 5
Warmsetzwert	DIN 28091-2	%	< 15
Warmrückverformungswert	DIN 28091-2	%	1,3
Rückverformungswert R	DIN 28091-2	mm	0,026
Dickenquellung ASTM F 146	Öl JRM 903: 5 h/150°C	%	4
	Fuel B: 5 h/23°C	%	8
Dichte		g/cm <sup>3</sup>	1,7



die leistungsfähige Dichtungsberechnung mit Online-Hilfe auf CD-ROM

**Zertifiziert nach  
DIN EN ISO 9001:2000**

Technische Änderungen vorbehalten.  
Stand: Dezember 2007

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](mailto:marketing@klinger.co.at)  
<http://www.klinger.co.at>