ISSN 1436-526X

VULKAN-VERLAG ESSEN

Ausgabe 2/2011

Dichtungstechnik

Zeitschrift für die Praxis der Dichtungstechnik

Leckageoptimierte Flachdichtungsgeometrie

Dipl.-Ing. Marco Schildknecht, Britta Wittmann, Frenzelit Werke GmbH, Bad Berneck

erschienen in Dichtungstechnik Heft 2, 2011

Vulkan-Verlag GmbH, Essen

Ansprechpartner: W. Mönning, Tel. 0201/82002-25, E-Mail: w.moenning@vulkan-verlag.de

Leckageoptimierte Flachdichtungsgeometrie

Dieser Beitrag wendet sich ebenso an den Konstrukteur bzw. Auslegungsverantwortlichen von Flachdichtungsverbindungen wie auch an den Anwender. Die Kernfrage lautet: Wie erhält man die optimale geometrische Auslegung einer Dichtung? Dabei werden drei unterschiedliche Materialtypen, aus denen Weichstoffflachdichtungen hergestellt werden, untersucht. Es handelt sich um PTFE-, Graphit- und Faserstoff-Material. Aus einer Gegenüberstellung umfangreicher Leckageuntersuchungen mit verschiedenen Dichtungsstegbreiten und Flächenpressungen resultieren Ergebnisse, die für eine optimale Auslegung der Dichtungsgeometrie wichtig sind.

MARCO SCHILDKNECHT, BRITTA WITTMANN

Der erfahrene Dichtungsanwender weiß, dass eine hohe Dichtheit nur über eine hohe Flächenpressung zu erreichen ist. Will man die Dichtheit im Flansch bzw. in der Anwendung einer Dichtverbindung noch erhöhen, so geht das nur durch noch mehr Flächenpressung. Ebenso wirkt sich eine hohe Flächenpressung positiv auf weitere Eigenschaften eines Dichtungssystems, wie die chemische Beständigkeit und auch die Langzeitstabilität aus. Allerdings begrenzen konstruktive Merkmale oftmals die Realisierung eines gewünschten Flächenpressungsniveaus. In vielen Fällen ist eine Optimierung der Dichtungsgeometrie die einzig verbleibende Lösung, um eine Verbesserung der Situation zu erreichen.

DIE MATERIALIEN

Um einen möglichst umfassenden Einblick in aktuelle Flachdichtungswerkstoffe zu erhalten, wurden für die hier vorgestellte Untersuchung drei Dichtungsmaterialien als Vertreter der Gattungen

- Kautschukgebundene Faserstoffdichtungen
- PTFE-Dichtungen und
- Graphit-Dichtungen

ausgewählt.

novapress® UNIVERSAL ist ein bewährter Faserdichtungswerkstoff, der sich durch eine gelungene Kombination aus Dichtigkeit, Anpassungsfähigkeit und mechanischer Stabilität auch unter Temperatur auszeichnet. Hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang eine herausragende Druckstandfestigkeit nach DIN 52913 [1] bei 300 °C von 25 MPa.

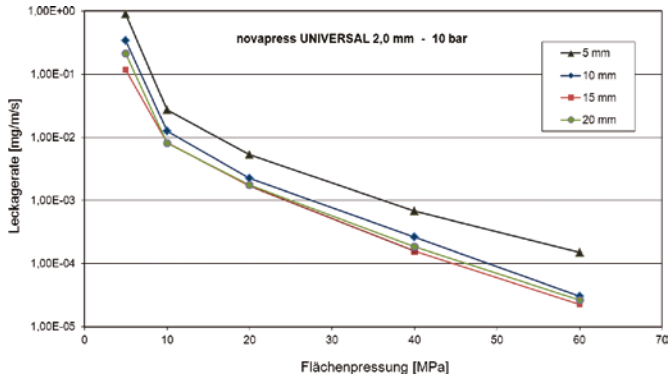
novaflon® 300 ist ein mit Silikat gefüllter PTFE-Werkstoff, der sich nicht nur durch die für PTFE typische erstklassige Medienbeständigkeit, sondern ebenfalls durch eine hohe mechanische Stabilität auch unter Temperatur auszeichnet. Die Verwendung eines geeigneten Füllstoffes zur deutlichen Verbesserung der mechanischen Eigenschaften des PTFEs hat sich über viele Jahre im Markt durchgesetzt und in den Anwendungen bewährt.

novaphit® MST ist die jüngste Generation einer durch mehrere Edelstahleinlagen verstärkten Graphitdichtung. Hochwertiger Graphit in Kombination mit einer intelligenten Innenimprägnierung sorgen nicht nur für ein TA Luft [2] taugliches Dichtungsmaterial, sondern beschert novaphit® MST Dichtungskennwerte nach DIN EN 13555 [3], die Dichtungsauslegungen nach der neuen VDI-Richtlinie 2290 [4] zulassen.

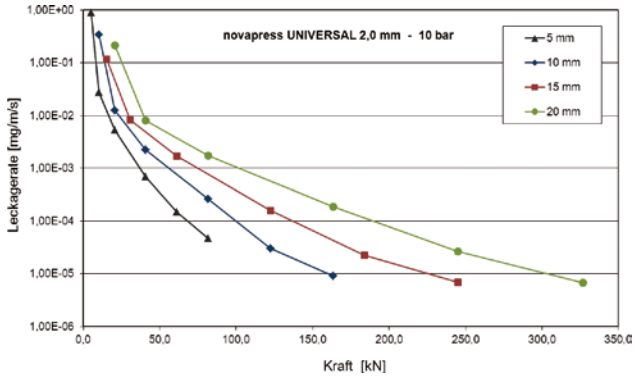
Alle genannten Materialien erfüllen die Anforderungen der TA Luft und es stehen Berechnungskennwerte nach DIN EN 13555 für verschiedene Druckstufen zur Verfügung. Die Berechnungskennwerte sind auf www.gasketdata.org oder www.frenzelit.de veröffentlicht.

Vergleich der Leckage bei verschiedenen Stegbreiten und gleicher Flächenpressung

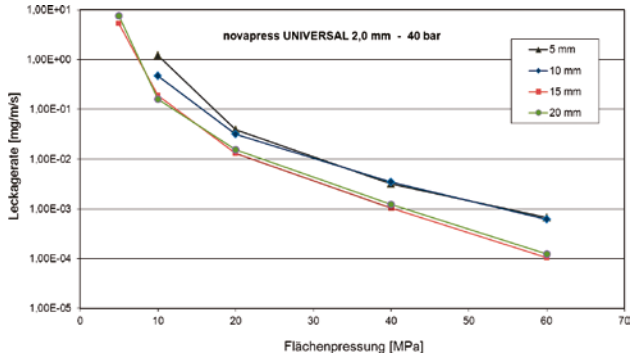
Vergleich der Leckage bei verschiedenen Stegbreiten und gleicher Dichtungskraft



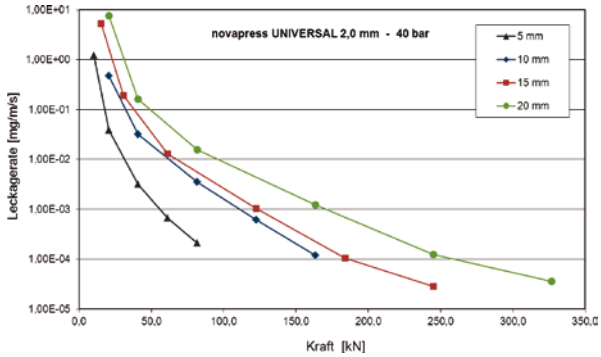
a)



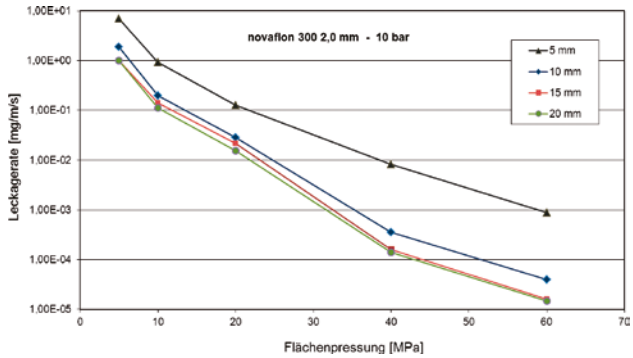
b)



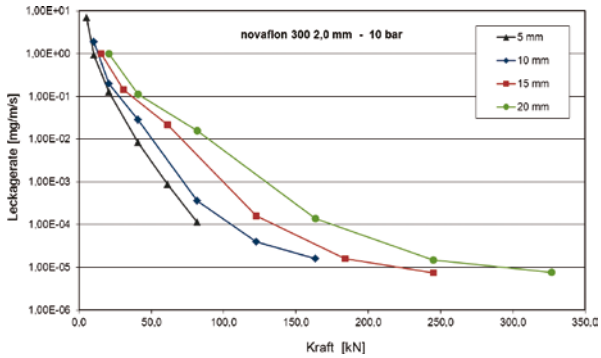
a)



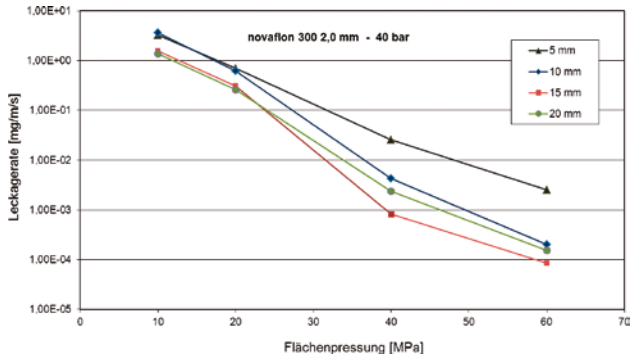
b)



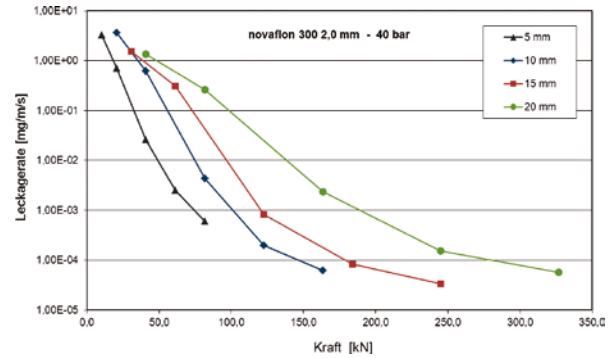
a)



b)



a)



b)

Bild 1: *Leckagerate in Abhängigkeit von a) Stegbreite und Flächenpressung, b) Stegbreite und Dichtungskraft*

Vergleich der Leckage bei verschiedenen Stegbreiten und gleicher Flächenpressung

Vergleich der Leckage bei verschiedenen Stegbreiten und gleicher Dichtungskraft

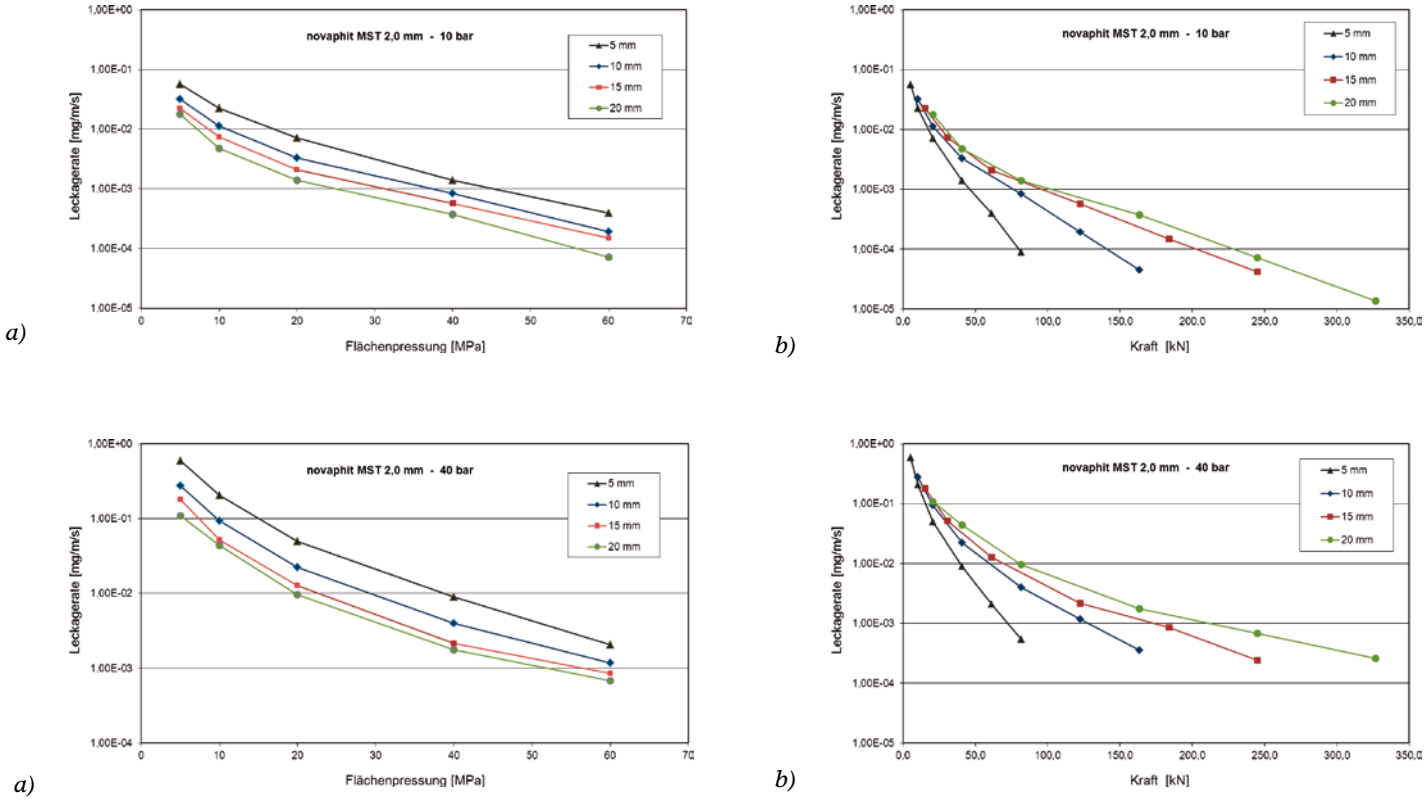


Bild 2: *Leckagerate in Abhängigkeit von a) Stegbreite und Flächenpressung, b) Stegbreite und Dichtungskraft*

DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

Ein Ziel der durchgeführten Messungen war das Erarbeiten einer Empfehlung für eine optimale Dichtungsgeometrie. Aufgrund der Vielfalt der vorstellbaren Dichtungsausführungen beschränken sich die Untersuchungen auf kreisrunde Geometrien, jedoch mit verschiedenen Dichtungsstegbreiten. Die Abmessungen wurden so gewählt, dass der resultierende mittlere Dichtungsumfang stets identisch ist (***Tabelle 1***).

Für jede der untersuchten Dichtungstypen wurden pro Stegbreite Leckagemessungen in Anlehnung an die DIN EN 13555 mit 10 und 40 bar Innendruck durchgeführt. Das Prüfequipment bestand aus einem Multifunktionsprüfstand TEMESfl.ai1 der Firma amtec (Softwarestand 5.4d). Da es nicht um die Ermittlung von Dichtungskennwerten ging, wurde auf die Durchführung von Entlastungsmessungen hinsichtlich der aufgebrachten Flächenpressung verzichtet. Bei den Messwerten handelt es sich jeweils um Mittelwerte einer Doppelbestimmung.

Die Ergebnisse sind jeweils auf zwei verschiedene Arten angegeben:

- Leckage – Flächenpressung
- Leckage – Dichtungskraft

Das Leckage-Flächenpressungs-Diagramm erlaubt den direkten Vergleich zwischen den verschiedenen Stegbreiten eines Materials in einer Druckstufe. Diese Art des Vergleichs ist aber nicht praxisrelevant, da verschiedene Dichtungsstegbreiten in der Regel zu unterschiedlichen Einbauflächenpressungen führen (***Bilder 1a*** und ***2a***). Das Leckage-Dichtungskraft-Diagramm hingegen zeigt exakt den Einfluss der Dichtungsstegbreite auf die Leckage (***Bilder 1b*** und ***2b***).

AUSWERTUNG

Die „a"-Diagramme zeigen über alle Werkstoffgattungen und Druckstufen hinweg ein übereinstimmendes Bild: Eine breiterer Dichtungssteg wirkt sich bei gleicher Flächenpressung positiv auf die Leckage aus. Dies ist jedoch eine rein akademische Betrachtung, die sich in der Praxis nicht wiederfindet.

Wie bereits erwähnt, spiegeln die Diagramme mit der Bezeichnung „b" die Realität im Flansch wider.

***Tabelle 1:** Abmessung der Prüfringe*

Stegbreite	Abmessung	verpresste Fläche	mittlerer Dichtungsumfang
5 mm	60 x 70 x 2 mm	1021 mm²	204,2 mm
10 mm	55 x 75 x 2 mm	2042 mm²	204,2 mm
15 mm	50 x 80 x 2 mm	3063 mm²	204,2 mm
20 mm	45 x 85 x 2 mm	4084 mm²	204,2 mm

Natürlich ändert sich die Schraubenkraft durch eine geänderte Dichtungsgeometrie nicht. Dafür erhöht sich die Einbauflächenpressung, wenn die Dichtungsstegbreite reduziert wird.

Die weitverbreitete Annahme, eine „zu schmale" Dichtung sei ebenso ungünstig wie eine zu große verpresste Dichtungsfläche, kann durch die Labormessungen nicht bestätigt werden. Allerdings ist bei der Interpretation der Messergebnisse unbedingt zu berücksichtigen, dass es sich um Labormessungen unter „idealen" Bedingungen handelt.

Ein oft unterschätzter Einflussfaktor ist die Beschaffenheit der Dichtfläche. Bei entsprechenden Oberflächenbeschädigungen in radialer Richtung kann eine schmale Dichtung zu extrem erhöhter Leckage führen. Der Anwender ist gut beraten, wenn die Reduzierung der Dichtungsstegbreite demzufolge nicht übertrieben wird.

Ebenso empfiehlt es sich, den für Flachdichtungen üblichen Bereich des Dichtungsdicken-Dichtungsstegbreiten-Verhältnisses von 1:5 bis 1:10 nicht aus den Augen zu verlieren. Selbstverständlich kann eine entsprechende Anpassung der Dichtungsdicke hier hilfreich sein. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass je nach Dichtungswerkstoff eine dickere Dichtung eine tendenziell höhere Leckage aufweist. Dieser Effekt tritt am wenigsten bei hochwertigen Faserstoffdichtungen, vermehrt bei PTFE-Dichtungen und am stärksten bei Graphitdichtungen in Erscheinung.

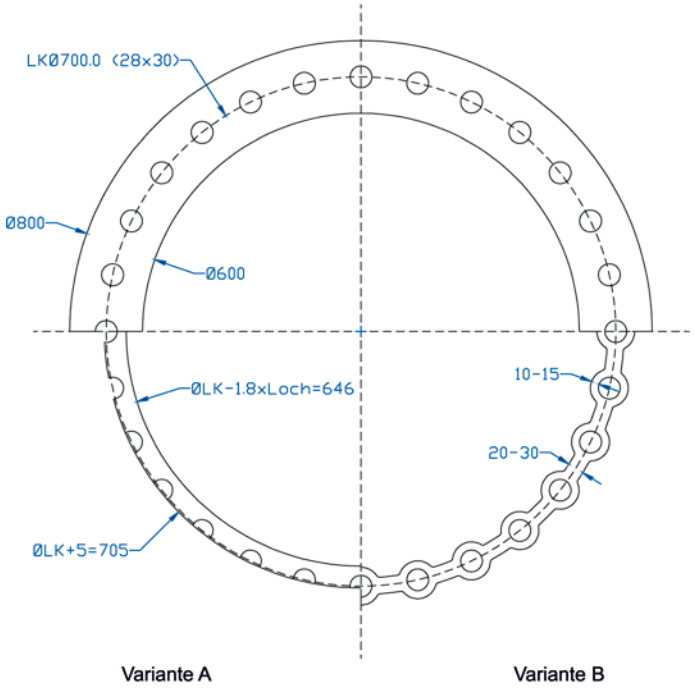


***Bild 3:** Beispiel für die Optimierung einer Dichtungsgeometrie*

PRAXISBEISPIEL

Wie können die gewonnenen Erkenntnisse in der Praxis angewendet werden? Vor allem bei Apparatedichtungen in größeren Dimensionen werden vielfach „Fullface"-Dichtungen eingesetzt. Sie sind durch eine oft unnötig große Dichtungsfläche und das Vorhandensein von Schraubenlöchern in der Dichtung gekennzeichnet. Sehr oft stammen derartige Lösungen noch aus alten Asbestzeiten. ***Bild 3*** zeigt zwei Varianten der empfohlenen und bewährten Dichtungsgeometrieoptimierung.

Die angegebenen Zahlenwerte stellen lediglich Richtwerte dar. Aus den aktuellen Erkenntnissen der umfangreichen Leckagemessungen könnten Empfehlungen für noch schmalere Dichtungsstege resultieren. Selbstverständlich sollten Argumente wie die Herstellbarkeit und das Handling der fertigen Dichtungen ebenfalls eine Rolle spielen. Wichtig ist, dass dem Anwender die Notwendigkeit einer entsprechenden Geometrieoptimierungsmaßnahme bewusst wird.

Die Vorteile liegen auf der Hand: Die Leckage kann ohne Änderungen an der Konstruktion durch eine Geometrieänderung der Dichtung signifikant verbessert werden. Somit wird ein Beitrag zur Minderung von Emissionen geleistet.

EINWÄNDE

Wie bereits erwähnt, gibt es gute Gründe, die gegen eine zu starke Verringerung der wirksamen Dichtungsstegbreite sprechen. Dies sind:

- Handling
- Herstellbarkeit
- Fehlerverzeihlichkeit einer Dichtungsverbindung bei beschädigten Dichtflächen

Vor allem der letzte Punkt sollte bei der Betrachtung eines Dichtsystems berücksichtigt werden.

ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT

Die Einstellung „Viel hilft viel" trifft nicht auf die Dimensionierung von Dichtungsstegen zu. Hier lautet das Motto „weniger ist mehr". Bei einer als gegeben anzunehmenden Schrauben- bzw. Dichtungskraft profitiert die Dichtverbindung hinsichtlich der Leckage

von einer Erhöhung der wirksamen Flächenpressung durch eine Reduzierung der verpressten Fläche. Dies ist bei der Auslegung von Dichtverbindungen zu berücksichtigen, damit diffuse Emissionen reduziert werden. Bei der Festlegung der Dichtungsdimensionen sind insbesondere die im Abschnitt „Einwände" benannten Argumente zu berücksichtigen.

LITERATUR

[1] DIN 52913 Druckstandversuch an Dichtungsplatten, April 2002

[2] Technische Anleitung zu Reinerhaltung der Luft (TA Luft), Oktober 2002

[3] DIN EN 13555 Flansche und ihre Verbindungen: Dichtungskennwerte und Prüfverfahren für die Anwendung der Regeln für die Auslegung von Flanschverbindungen mit runden Flanschen und Dichtungen, Februar 2005

[4] VDI 2290 Emissionsminderung – Kennwerte für dichte Flanschverbindungen, 2. Weißdruckvorlage Juni 2011

AUTOREN

DIPL.-ING. MARCO SCHILDKNECHT
Frenzelit Werke GmbH
Bad Berneck
marco.schildknecht@frenzelit.de.

BRITTA WITTMANN
Frenzelit Werke GmbH
Bad Berneck
britta.wittmann@frenzelit.de.