

TA-Luft-konforme Flachdichtungen aus allen Werkstoffklassen und ihre Charakteristika

Von Marco Schildknecht

Die Forderungen aus Theorie und Praxis an TA-Luft-konforme Dichtverbindungen unterscheiden sich zum Teil erheblich. Der Grundforderung – diffuse Emissionen an Dichtstellen zu senken – soll sowohl durch Laborprüfungen als auch durch praxisingerechte Eigenschaften von Dichtwerkstoffen Rechnung getragen werden. Dabei kommt es auf weit mehr als die Einhaltung eines Leckagewertes an.

In der Dichtungswelt wurde kaum eine Thematik in den letzten Jahren mehr strapaziert als die Einhaltung der von der TA Luft [1] geforderten Leckage. Mittlerweile ist dem gesamten Markt recht gut bekannt, dass es sich bei den „zertifizierten Leckagen“ zwar um interessante, jedoch nur partiell auf die Praxis übertragbare Laborergebnisse handelt. Die in der VDI 2440 [2] explizit genannten 10^{-4} mbar · l/(s · m) stellen eine Leckagegrenze dar, die bei 1 bar Differenzdruck nicht überschritten werden darf. Sowohl das Prüfgas Helium als auch die geringen Messwerte erfordern bei der Detektion der Leckagemenge den Einsatz eines Massenspektrometers.

Damit erschöpfen sich die Unterschiede zur Praxis noch lange nicht. Die in der rauen Welt der Rohrleitung angewendeten Montagemethoden weichen extrem von denen im Labor ab. Während bei Laborflanschen in der Regel kalibrierte Messschrauben eingesetzt werden, die eine wiederholbar genaue Er-

mittlung der aufgetragenen Flächenpressung ermöglichen, ist man in der Realität bestenfalls mit einem Drehmomentschlüssel ausgerüstet. So genau dieses Werkzeug auch sein mag, allein die Unwägbarkeiten des Reibkoeffizienten vereiteln, bezogen auf die installierte Schraubenvorspannkraft, von vornherein jegliche Präzision.

Weitere Anforderungen

Welche Rückschlüsse kann bzw. soll nun der Anwender aus diesen Erkenntnissen ziehen? Die TA Luft bzw. die nachgeschalteten Regelwerke wie VDI 2440 bzw. VDI 2200 [3] enthalten wesentliche Aussagen zu den Anforderungen an eine Dichtung, die über das pure Leckagekriterium weit hinausgehen. Die wichtigsten Aspekte sind:

- ordnungsgemäße Auslegung (unter Umständen Flanschberechnung, Dichtheitsnachweis)
- gemessene Dichtungskennwerte nach aktueller Norm

- Qualitätssicherungskonzept bei dem Hersteller
- thermische Stabilität
- chemische Beständigkeit

Die Liste ließe sich noch länger fortsetzen. Letztlich benötigt der Anlagenbetreiber nicht nur ein Dichtungsmaterial, das über die „richtigen Papiere“ in Form eines Leckagezertifikats nach TA Luft verfügt, sondern einen Werkstoff, der in der täglichen Praxis allen Anforderungen gerecht wird – gleichgültig, ob für die Montage viel Zeit zur Verfügung steht oder unter extremem Zeitdruck gearbeitet werden muss. Eine hochwertige Dichtverbindung muss sogar dann noch entstehen, wenn beispielsweise die Dichtflächen nicht mehr ganz ihrem Auslieferungszustand entsprechen. Und selbstverständlich darf der Anwender eine so ausgereifte Prozesssicherheit bei der Dichtungsherstellung erwarten, dass „serienübliche Schwankungen“ nicht unzulässigerweise über die Hochwertigkeit der Dichtverbindungen entscheiden.

Dichtungsauswahl

In **Tabelle 1** wird eine Übersicht über verschiedene TA-Luft-konforme Flachdichtungsmaterialien aus verschiedenen Werkstoffklassen vorgestellt, die den oben genannten Anforderungen aus Labor und Praxis genügen. Die Einteilung der Werkstoffkategorien gemäß DIN

Tabelle 1: Norm-Kurzzeichen DIN 28091

| Werkstoff-Kategorie | Beschreibung | Dichtungsfamilie |
|---------------------|---|------------------------|
| FA | kautschukgebundene Faserstoffdichtungen | novapress® novatec® |
| TF | PTFE-Dichtungen | novafon® |
| GR | Graphit-Dichtungen | novaphit® |

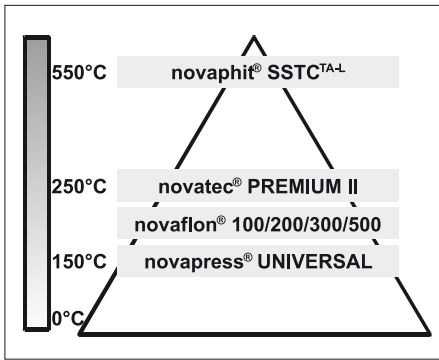


Bild 1: Anwendungspyramide nach Temperatur

28091 enthält ebenfalls eine Differenzierung der wichtigen Dichtungseigenschaften, auf die weiter unten eingegangen wird.

Die Einsatztemperatur ist immer noch eines der primären Auswahlkriterien für Dichtungsanwendungen. In der „Anwendungspyramide“ in **Bild 1** kann man leicht die Zuordnung der Produkte zum Anwendungsbereich erkennen.

Beispiele für die Werkstoff-Kategorie FA

Produktfamilie novapress®

Bei novapress® UNIVERSAL handelt es sich um einen herausragenden Vertreter der sogenannten FA-Dichtungen. Wie damals die klassischen Asbestdichtungen bezieht novapress® UNIVERSAL ihre Leistungsfähigkeit aus dem überdurchschnittlich hohen Gehalt einer ge-

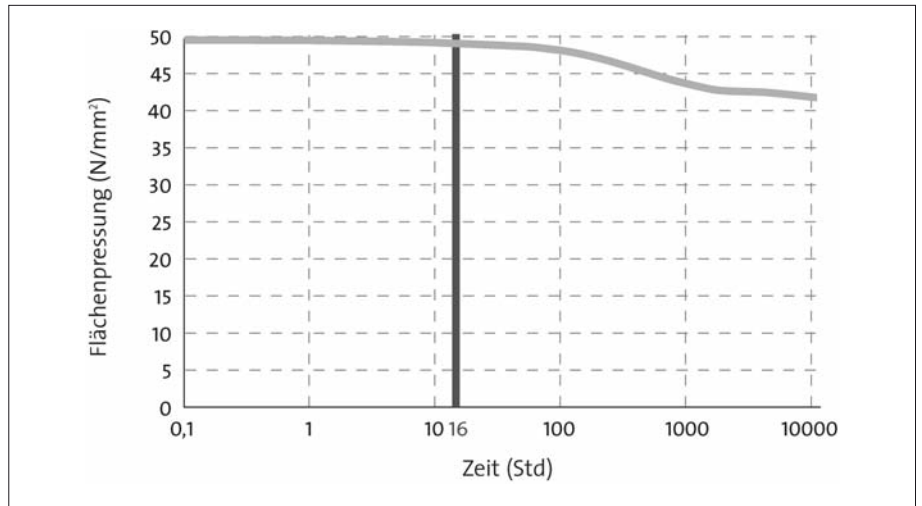


Bild 3: Langzeit-Kriech-Relaxation novatec® PREMIUM II 300°C

eigneten Faser, dem Aramid. Neben hochwertigem Spezialkautschuk (NBR) kommen weitere wichtige Rezepturbestandteile zum Tragen. Man mag vielleicht versucht sein, diese Komponenten lediglich als „Füllstoffe“ zu bezeichnen. Das würde jedoch dem maßgeblichen Einfluss dieser Bestandteile auf wichtige Dichtungseigenschaften nicht gerecht werden. Im Gegenteil: Beim Hersteller werden in der Fertigung sogar speziell auf die Rezeptur zugeschnittene Mischverfahren verwendet, um die Leistungsfähigkeit all dieser aktivierbaren Komponenten voll zu entfalten. Der Vorteil, nicht nur an ein Mischverfahren gebunden zu sein, zeigt sich in den positiven Produkteigenschaften.

Im Ergebnis erhält man mit novapress® UNIVERSAL einen Dichtungswerkstoff, der sowohl über eine gute Anpassungsfähigkeit als auch über eine hervorragende Querschnittsdichtigkeit verfügt. Außerdem ergibt sich eine für diese Werkstoffkategorie überdurchschnittliche chemische Beständigkeit. Die mechanischen Eigenschaften – auch unter Temperatur – sind ebenfalls bemerkenswert weit entwickelt.

novapress® UNIVERSAL erfüllt problemlos die Leckageanforderungen der VDI 2440. Um zu demonstrieren, dass die oft befürchtete Alterung der Dichtung in dieser Werkstoffklasse durch exzellente Rohstoffe und exakte Verarbeitung kein K.O.-Kriterium darstellt, wurde die Leckagemessung mit der aus einem Entwurfsstadium der VDI 2200 (06/2005) stammenden Auslagerungszeit von 2000 h durchgeführt. Weitere Prüfparameter: 150 °C Auslagerungstemperatur, Prüfgas Helium (1 bar = const.), Rauheit Prüfflächen 3,2 µm < Ra < 6,3 µm (**Bild 2**).

Produktfamilie novatec®

Bei novatec® PREMIUM II handelt es sich um eine Weiterentwicklung der klassischen FA-Werkstoffe. Vereinfacht gesagt: Durch eine drastische Reduzierung des Bindergehalts, einer speziell aufgearbeiteten Aramid-Faser (Kevlar®) und einer gehörigen Portion Graphit im Rezept sind bemerkenswerte Eigenschaften entstanden. Vor allem die Resistenz gegenüber Chemikalien aber

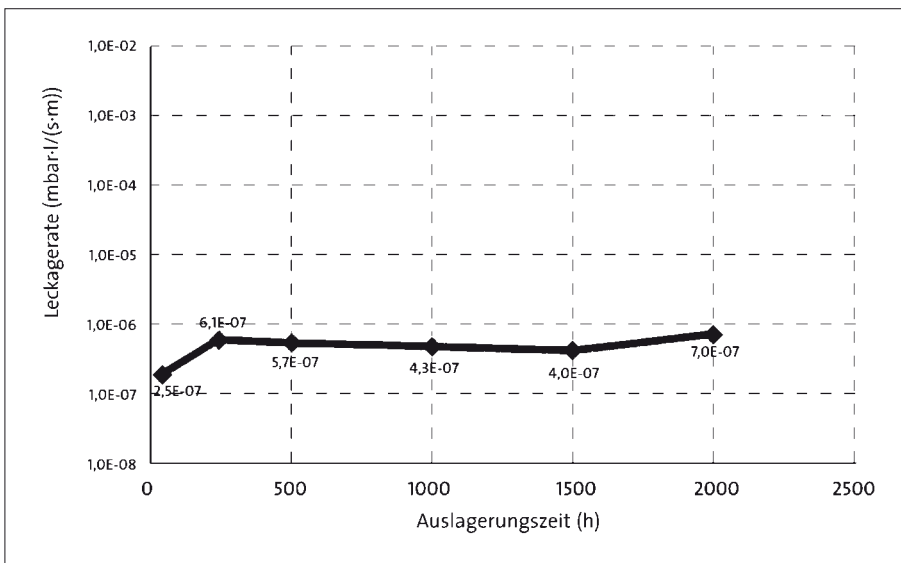


Bild 2: Leckagerate novapress® UNIVERSAL

auch die Temperatureinsatzgrenzen konnten wesentlich erhöht werden. Ebenso sind die mechanischen Eigenschaften absolut langzeittauglich.

Bild 3 zeigt die zugehörigen Messergebnisse eines Langzeitversuchs mit folgenden Prüfparametern: Abmessungen 55 x 75 x 1,5 mm, Temperatur 300 °C, Steifigkeit C 840 kN/mm.

Beispiel für die Werkstoff-Kategorie TF

Produktfamilie novaflon

PTFE – die Lösung, wenn es um höchste chemische Ansprüche geht. Wie im „richtigen Leben“ gibt es aber nur selten alle Vorteile ohne einen „Haken“. Die mechanischen Eigenschaften von PTFE sind im Vergleich zu FA- oder GR-Dichtungen um Größenordnungen schwächer. Daher setzt man auf modifizierte PTFE-Dichtungsmaterialien, bei denen ein Füllstoff bzw. eine entsprechende Vorbehandlung die unangenehme Kalt- und Warmflussneigung eindämmt:

- novaflon® 100 mit Mikrohohlglaskugeln gefüllt, für optimale Anpassungsfähigkeit,
- novaflon® 200 gefüllt mit Bariumsulfat, die „weiße“ Foodqualität,
- novaflon® 300 mit Silicat gefüllt, der „Standard“ und
- novaflon® 500 bidirektional expandiert, höchste chemische Eigenschaft bei weiter verbesserter Mechanik

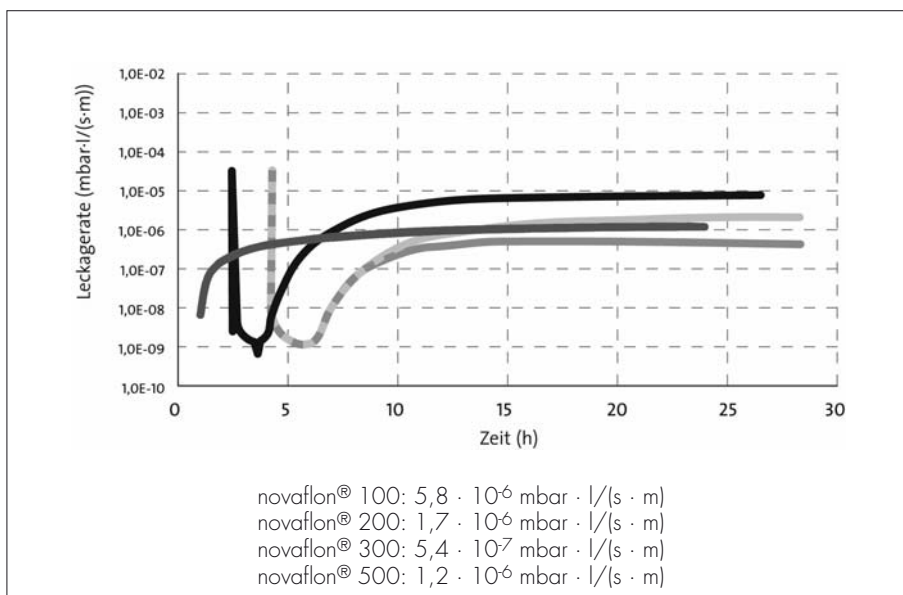


Bild 4: Leckageraten novaflon®

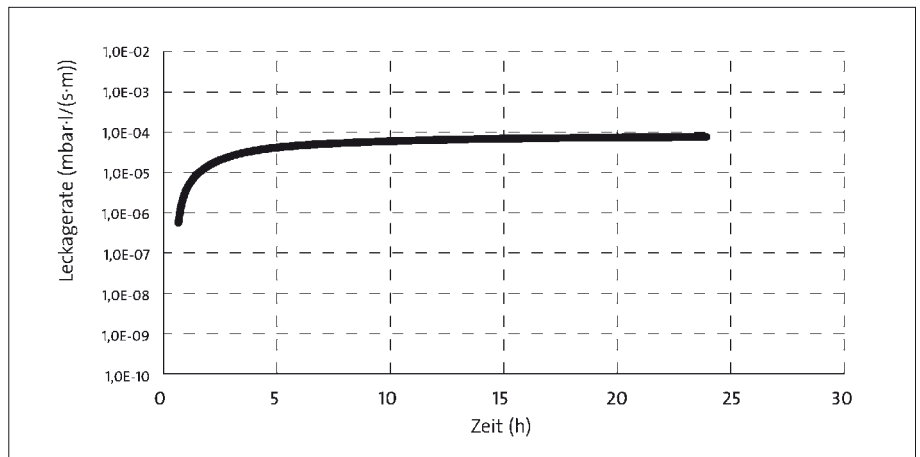


Bild 5: Leckagerate® novaphit SSTCTA-L

erfüllen ebenfalls die Hochwertigkeitsanforderungen der TA Luft. Prüfmethode VDI 2200 (Entwurf 06/2005), Auslagerungstemperatur 150 °C (**Bild 4**).

Beispiel für die Werkstoff-Kategorie GR

Produktfamilie novaphit®

Wie in der Produktpyramide abgebildet, steht novaphit® SSTCTA-L an der Spitze der Flachdichtungsprodukte. Allseits bekannt ist die breite chemische Eignung von Reingraphit. Dazu kommt die Unempfindlichkeit gegenüber einem weiten Temperaturbereich – auch bei stark wechselnden Belastungen. novaphit® SSTCTA-L unterscheidet sich von

anderen Graphitwerkstoffen hauptsächlich durch drei Faktoren:

1. Eine Verstärkungseinlage aus Edelstahl in Streckmetallgeometrie. Streckmetall, aus vielen Hightech-Lösungen bekannt, wirkt sich gerade in einer Flachdichtung äußerst positiv aus: vor allem durch den optimierenden Effekt auf die Verteilung der Flächenpressung, wodurch die Dichtigkeit erhöht wird. Weiterhin steht Streckmetall als Einlage nicht der Anpassungsfähigkeit an Flanschunebenheiten im Weg, da die „offene“ und nicht als Trennlage fungierende Einlage die Verformung und Anpassung verfügbarer Graphitschichten zulässt.
2. Eine qualitativ hochwertige Graphitfolie (mit mindestens 99 % Reinheit), die in wesentlichen Eigenschaften optimiert ist. So sind zum Beispiel Anwendungen deutlich jenseits der 500-°C-Schallmauer kein Problem für novaphit® SSTCTA-L.
3. Eine intelligente Innenimprägnierung, die ihre Aufgabe zur Leckagereduzierung übernimmt, ohne die guten Eigenschaften des Graphits anzugreifen.

Ehrlicherweise muss eingestanden werden, dass die Einhaltung des TA-Luft-Leckagekriteriums für Graphitmaterialien die größte Herausforderung darstellt. Dies ist im mikroskopischen Aufbau des expandierten Graphits in Kombination mit dem Prüfgas Helium begründet. Die in **Bild 5** gezeigte Leckagemessung nach VDI 2200 (Entwurf 06/2005) bei 300 °C Auslagerungstemperatur

zeigt das erwartete „knappe“ Ergebnis. Trotz dieser technisch anspruchsvollen Herausforderung kann man novaphit® SSTCTA^L als die höchstwertige Flachdichtungslösung im Bereich der TA Luft Anwendungen ansehen. Sogar die Wirtschaftlichkeit stimmt, denn wegen der exzellenten Dichtungseigenschaften kann mit novaphit® SSTCTA^L problemlos der oft gewünschte „Werksstandard“ realisiert werden. Und dass die Reduzierung der Anzahl eingesetzter Dichtungsqualitäten ein enormes Einsparpotenzial bietet, ist für den Anlagenbetreiber heute eine sichere Erkenntnis.

Übersicht

In **Tabelle 2** sind die wichtigsten Eigenschaften der unterschiedlichen Dichtungsfamilien gegenüber gestellt.

Fazit

In fast allen Flachdichtungsproduktbereichen kann der Anwender TA-Luft-konforme Lösungen finden. Er ist gut beraten,

Tabelle 2: Übersicht der Eigenschaften

| Werkstoff-Kategorie | Produkt | Temperaturbereich | Chemie | Mechanik |
|---------------------|--------------------------|---------------------|--------|----------|
| FA | novapress® UNIVERSAL | ca. -100 bis 150 °C | * | **** |
| FA | novatec® PREMIUM II | ca. -150 bis 250 °C | ** | **** |
| TF | novaflo® 100/200/300/500 | ca. -200 bis 250 °C | ***** | ** |
| GR | novaphit® SSTCTA-L | ca. -200 bis 550 °C | **** | **** |

nicht nur auf ein Leckagezertifikat zu achten, sondern das gesamte Leistungsspektrum des Dichtungsherstellers zu betrachten. Der Hersteller ermittelt in seinem eigenen, mit modernster Prüftechnik ausgestatteten Labor sämtliche notwendige Kennwerte für die Berechnung und sorgfältige Auslegung einer Dichtverbindung. Ferner wird durch modernste Prozessleittechnik bei der Serienfertigung der Dichtwerkstoffe sichergestellt, dass eine gleichbleibend hohe Produktqualität erzeugt wird und somit zum Kunden gelangt. Der Anwender darf und sollte die Frage stellen: „Mit welcher technischen Ausstattung und auf welche Art werden meine Dichtungen hergestellt?“ Auf diese Weise ist der Betreiber sicher vor ungewollten

Überraschungen beim Betrieb seiner Anlage.

Literatur

- [1] Technische Anleitung zur Reinerhaltung der Luft (TA Luft); 24. Juli 2002; Inkrafttreten: 1. Oktober 2002
- [2] VDI-Richtlinie 2440 „Emissionsminderung Mineralölraffinerien“ (2000-11)
- [3] VDI-Richtlinie 2200 „Dichte Flanschverbindungen...“ (Entwurf 2005-06)



Marco Schildknecht

Leiter der Anwendungstechnik für ind. Dichtungen
Frenzelit-Werke GmbH & Co. KG, Bad Berneck
Tel. 09273-72-140
marco.schildknecht@frenzelit.de