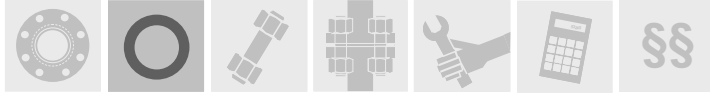


• Technische Information



• Ersatz für PTFE- und ePTFE-Dichtelemente durch PFAS-freie Alternativen

Vorwort

Die Verwendung von Dichtelementen aus PTFE (virginal oder gefüllt) sowie ePTFE sind nicht dem Stand der Technik entsprechend, bringen Probleme bei der Entsorgung und unterliegen der PFAS-Problematik. Sie müssen ersetzt werden.

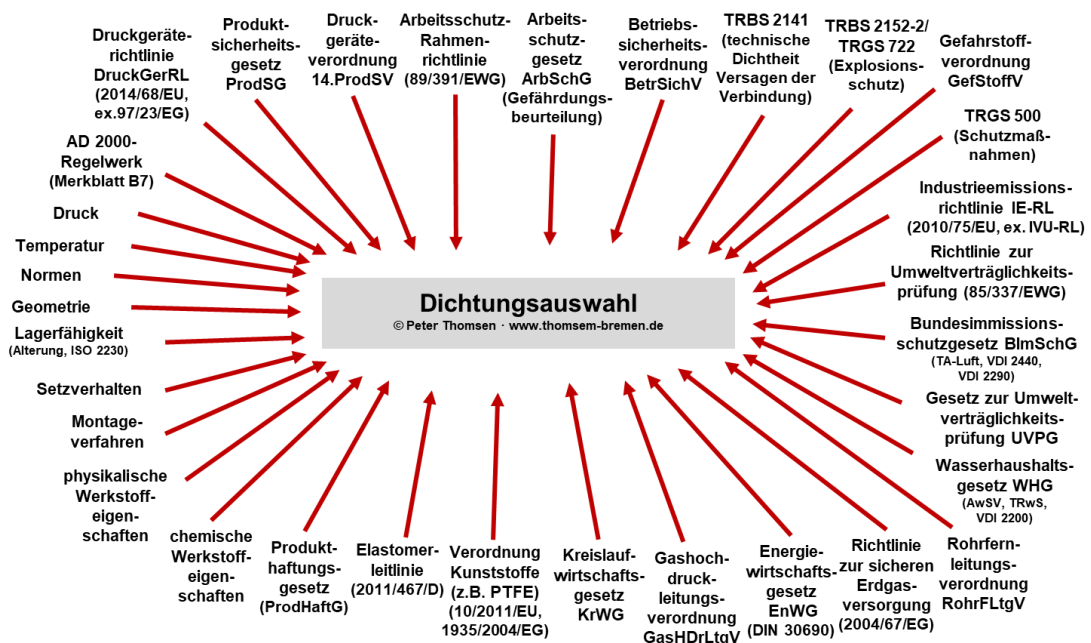
Albert Einstein hat mal gesagt: „Man löst ein Problem nicht mit der gleichen Denkweise, durch die es entstanden ist.“

In den letzten 40 Jahren war der Autor immer wieder gefordert Alternativen zu PTFE/ePTFE einzusetzen, was in allen Fällen gelungen ist.

Die grundsätzlichen rechtlichen und technischen Probleme bei der Verwendung dieser Werkstoffe werden gezeigt.

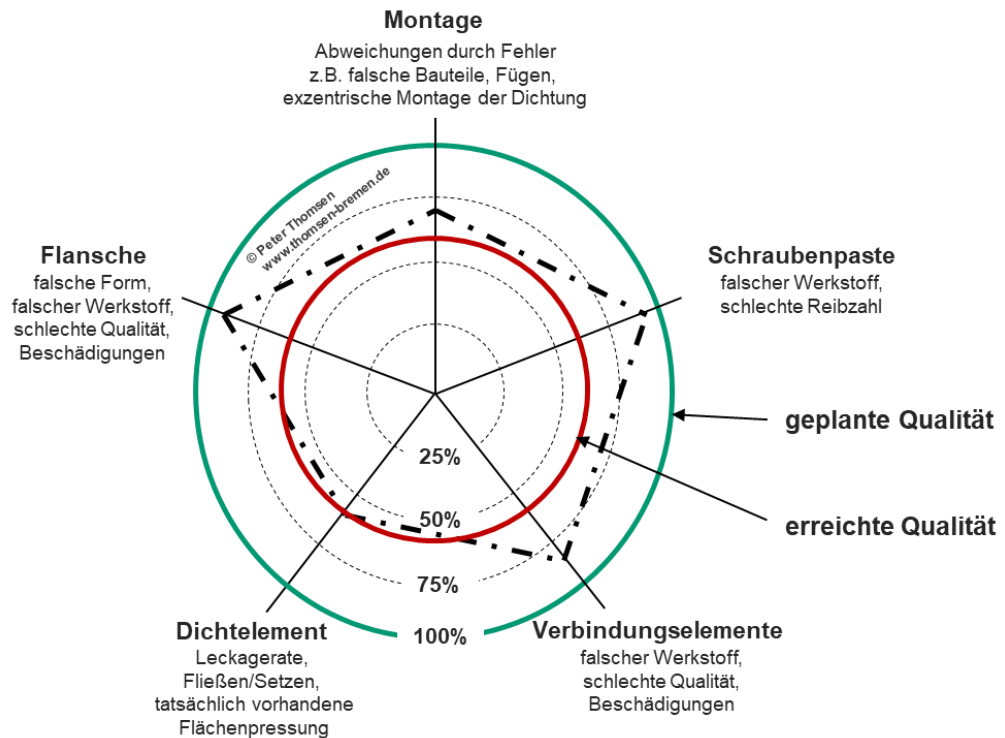
Mögliche Ersatzwerkstoffe, aber auch technische Lösungen werden aufgezeigt.

Bei der Auswahl geeigneter und zulässiger Dichtelemente sind viele Richtlinien, Gesetze und Verordnungen zu beachten:



Die vielen Einflüsse machen die Dichtungsauswahl sehr komplex!

Dichtverbindungen sind komplexe Gebilde:



Die niedrigste erreichte Qualität einer Komponente, hier z. B. das Dichtelement bestimmt die Gesamtqualität: „Die Kette ist nur so stark wie ihr schwächstes Glied!“

Anforderungen an Dichtelemente

Industrieemissionen-Richtlinie 2010/75/EU IED (IE-RL)

Die Anforderungen aus der IE-RL sind beschrieben in KAPITEL I - ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN:

Zitat

Artikel 1 Gegenstand

Diese Richtlinie regelt die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung infolge industrieller Tätigkeiten.

Sie sieht auch Vorschriften zur Vermeidung und, sofern dies nicht möglich ist, zur Verminderung von Emissionen in Luft, Wasser und Boden und zur Abfallvermeidung vor, um ein hohes Schutzniveau für die Umwelt insgesamt zu erreichen.

Artikel 2

Geltungsbereich

(1) Diese Richtlinie gilt für die in den Kapiteln II bis VI genannten industriellen Tätigkeiten, die eine Umweltverschmutzung verursachen.

(2) Diese Richtlinie gilt nicht für Forschungstätigkeiten, Entwicklungsmaßnahmen oder die Erprobung von neuen Produkten und Verfahren.

Zitatende

Eindeutig gilt die Vermeidung und, erst wenn es nicht anders möglich ist, die Minimierung.

Abfallrahmenrichtlinie 2008/98/EG – Richtlinie 91/155/EWG

Die grundsätzlichen Anforderungen der Abfallrahmenrichtlinie 2008/98/EG, die Regelungen des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) (§ 23 Produktverantwortung) und Richtlinie 91/155/EWG (Sicherheitsdatenblatt) sind einzuhalten. Der Hersteller muss auf seinem Datenblatt entsprechende Hinweise für die Entsorgung geben. Falls die Regelungen dieser Vorschriften nicht oder nur zum Teil eingehalten werden, liegt ein Sachmangel bzw. Fehler vor (BGB, ProdHaftG usw.), der zu Schadensersatzleistungen führen kann.

Derjenige, der z.B. gebrauchte Dichtelemente aus PTFE oder ePTFE entsorgt, muss mit dem regionalen Entsorgungsunternehmen klären ob und wie es diese Werkstoffe annimmt. Ist dies nicht der Fall können Hersteller und Vertreiber zu erweiterter Herstellerverantwortung herangezogen und zur Rücknahme und Entsorgung verpflichtet werden (siehe Richtlinie 2008/98/EG, Kapitel 2, Artikel 8).

Grundsätzlich ist gemäß der Richtlinie 2008/98/EG, aus umwelttechnischen Betrachtungen, die Verwendung der schlecht zu entsorgenden sowie nicht recycelbaren Werkstoffe zu vermeiden. Wenn es technisch nicht anders geht, ist die verwendete Menge mindestens zu minimieren.

Bundesimmissionsschutzgesetz BImSchG

Die Anforderungen aus dem BImSchG werden beschrieben in Erster Teil - Allgemeine Vorschriften

Zitat

§ 1 Zweck des Gesetzes

(1) Zweck dieses Gesetzes ist es, Menschen, Tiere und Pflanzen, den Boden, das Wasser, die Atmosphäre sowie Kultur- und sonstige Sachgüter vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen und dem Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen vorzubeugen.

(2) **Soweit es sich um genehmigungsbedürftige Anlagen handelt, dient dieses Gesetz auch**
- **der integrierten Vermeidung und Verminderung schädlicher Umwelteinwirkungen durch Emissionen in Luft, Wasser und Boden unter Einbeziehung der Abfallwirtschaft, um ein hohes Schutzniveau für die Umwelt insgesamt zu erreichen, sowie**

- dem Schutz und der Vorsorge gegen Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen, die auf andere Weise herbeigeführt werden.

Zitatende

Auch im BImSchG steht die Vermeidung vor der Minimierung.

Kreislaufwirtschaftsgesetz KrWG

Im Artikel 4 (Abfallhierarchie) der Richtlinie und Abschnitt 1, § 6 (Abfallhierarchie) des KrWG muss als erstes, unnötiger Abfall vermieden werden. Ist das nicht Möglich so soll er zur Wiederverwertung vorbereitet und recycelt werden. Das gelingt bei PTFE/ePTFE noch nicht im industriellen Maßstab. Es bleibt aktuell nichts anderes üblich als es zu deponieren, oder es, bei Verfügbarkeit geeigneter Verbrennungsanlagen, energetisch zu verwerten (Müllverbrennung).

Zunächst muss jeder Anwender überprüfen, ob nicht doch ein anderer Werkstoff, z.B. Grafit, eingesetzt werden kann (Substitution).

Für den Bereich der Dichtelemente wird, für den Fall, dass die Verwendung von PTFE/ePTFE nicht vermieden werden kann, Anhand von Substitution von Flachdichtungen durch Metall-

Weichstoffdichtungen aufgezeigt, wie die Mengen drastisch reduziert werden können (siehe Tab.1).

Benötigte PTFE-Menge für eine Dichtung DN50 PN10-40						
© Peter Thomsen · www.thomsen-bremen.de						
	Flachdichtung		Wellringdichtung		Kammprofildichtung	
Daten						
Abmessung	DIN EN 1515-1		DIN EN 1515-1		DIN EN 1515-6	
Werkstoff / Auflagenwerkstoff	PTFE	ePTFE	PTFE	ePTFE	PTFE	ePTFE
Dichte g/cm³	2,1	0,6 - 1,0 ¹⁾	2,1	0,6 - 1,0 ¹⁾	2,1	0,6 - 1,0 ¹⁾
Dicke mm	2,0 ²⁾	3,0 ²⁾	2 x 0,5	2 x 1,0 ³⁾	2 x 0,5	2 x 0,5
Volumen cm³	12,13	18,20	6,07 ⁴⁾ (4,9)	12,13 ⁴⁾ (9,8)	1,83	1,83
Masse g	25,5	14,6	12,7 (10,3)	9,7 (7,8)	3,4	1,5
benötigte Menge im Vergleich zur Flachdichtung aus PTFE	100%	57%	50% (40%)	38% (31%)	13%	6%

¹⁾ gerechnet wird mit dem Mittelwert von 0,8 g/cm³
²⁾ häufig werden noch dickere Dichtungen verwendet, dann wäre bei der Substitution der Einspareffekt noch größer
³⁾ Wellringdichtungen mit ePTFE-Auflagen sind nicht marktüblich, obwohl sie beste Eigenschaften hätten
⁴⁾ die benötigte Menge kann durch Belegung einer kleineren Fläche, z.B. freilassen des Zentrierbereichs der Dichtung deutlich reduziert werden, Werte in Klammern

Die Tabelle zeigt das es möglich ist die benötigten Mengen leicht zu halbieren oder zu dritteln, in letzter Konsequenz sogar zu zehnteln oder auf den zwanzigsten Teil zu reduzieren.

PTFE (Polytetrafluorethylen) ist eine organische Verbindung aus der Gruppe der perfluorierten Kohlenwasserstoffe (PFC). Dichtungen aus PTFE haben sich wegen der besonderen Medienbeständigkeit in vielen Anlagen bewährt. Sie werden besonders in der lebensmittel- und Pharmazeutischen Industrie eingesetzt. Neben der besonderen Beachtung der starken Fließigenschaften bei der Anwendung erfordert die Entsorgung von PTFE einige grundsätzliche Betrachtungen. Dies gilt auch für expandiertes PTFE (ePTFE).

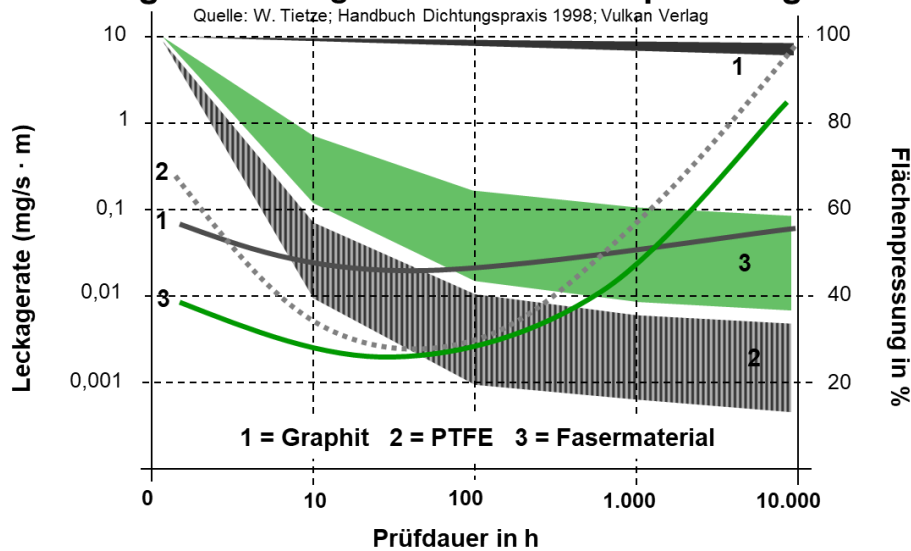
Die Entsorgung, in der Regel durch thermische Zersetzung, energetische Verwertung (Müllverbrennung), setzt Fluorwasserstoff (HF), eine Reihe der PFC's (z.B. TFE) oder Trifluoressigsäure (TFA) frei. Viele dieser Stoffe sind als gesundheitsgefährdend eingestuft, werden natürlich nur schwer abgebaut und reichern sich in der Umwelt an. Die freiwerdende Fluorwasserstoffsäure kann die Anlagen des Entsorgungsunternehmens beschädigen. Es handelt sich also nicht um einen leicht, in der Regel im Hausmüll, zu entsorgendem Werkstoff.

Das Recyceln von PTFE ist bisher nur unter hohem Energieaufwand, in kleinen Mengen, nur mit hohem wirtschaftlichem Aufwand, möglich.

Technischer Nachteil von PTFE - gefülltem PTFE - ePTFE

Mit zunehmender Zeit steigt bei PTFE (2) und Fasermaterial (3) die Leckage stark an, während die Flächenpressung stark sinkt, bei PTFE extrem. Bei Graphit (1) bleibt die Flächenpressung nahezu konstant, während die Leckage leicht zunimmt.

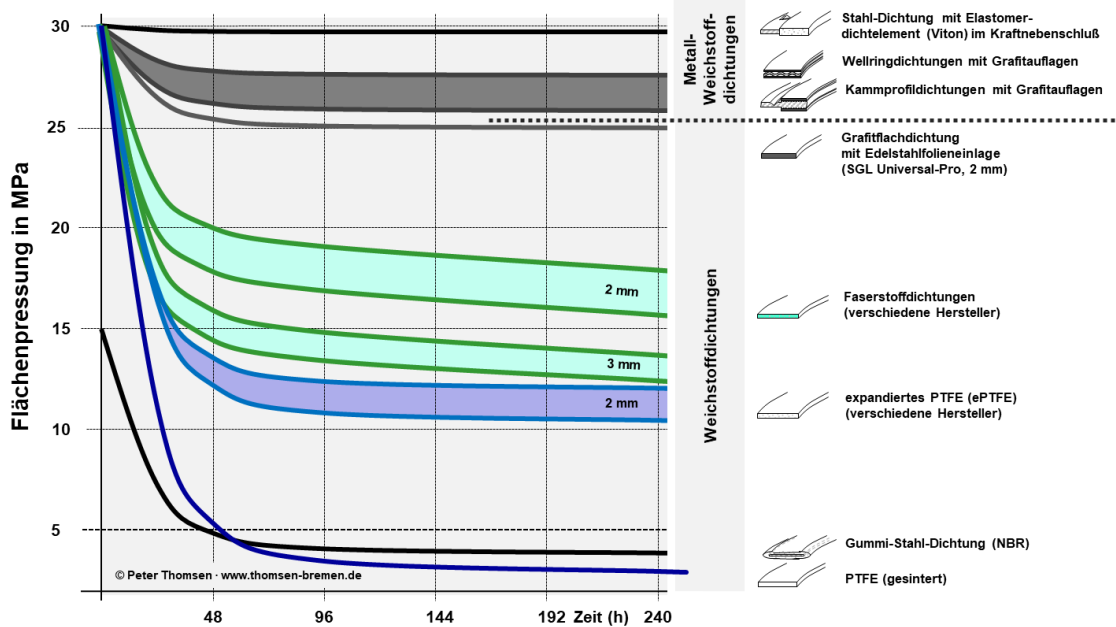
Entwicklung von Leckagerate und Flächenpressung über die Zeit



Im Vergleich zu anderen Dichtelementen hat PTFE wie auch Gummi ein starkes Setzverhalten.

Setzverhalten verschiedener Dichtungen

5 Temperaturzyklen a 48 Stunden mit 150 °C (Gummidichtungen 70°C) / Montageflächenpressung 30 MPa (GST NBR 15 MPa)



PTFE und Gummi haben eine große Wärmeausdehnung!

Wärmeausdehnungskoeffizient α 20 bis 100 °C		
Werkstoff	Koeffizient	Einheit
PTFE	≈ 200	10 ⁻⁶ K ⁻¹
Gummi	≈ 160	10 ⁻⁶ K ⁻¹
Edelstahl	17	10 ⁻⁶ K ⁻¹
Kohlenstoffstahl	13	10 ⁻⁶ K ⁻¹

Der Werkstoff PTFE ist prinzipiell nicht dazu geeignet in einer Flanschverbindung sinnvoll einzusetzen.

Ersatz von PTFE durch Grafit

Die SGL Carbon SE veröffentlicht eine Medienbeständigkeitstabelle im Internet auf der sowohl die Medienbeständigkeit von Grafit und reines PTFE für 636 Medien angegeben werden. Die Firma heute und Comp. GmbH & Co. KG gibt Informationen zu gefülltem PTFE. Zusammengefasst ergeben sich die Werte aus der folgenden Tabelle.

Vergleich der Medienbeständigkeit vom 636 Medien © Peter Thomsen · www.thomsen-bremen.de					
Werkstoff		beständig	bedingt beständig	unbeständig	keine Angabe
Grafit	n	604	4	23	5
	%	95	0,6	3,6	0,8
PTFE	n	612	3	18	2
	%	96,2	0,5	2,8	0,3
PTFE Glas	n		26	41	
			+ 867%	+ 228 %	

Es ist deutlich zu erkennen, dass es nur wenige Unterschiede gibt. Man ist gezwungen die genaue Beständigkeit zu prüfen. Was viele nicht wissen, ist die Tatsache, dass mit Glas gefülltes PTFE bei deutlich mehr Medien als ungeständig gilt als reines PTFE.

Zusammenfassung

Die Nachteile von PTFE für statische Dichtelemente sind im mechanischen Bereich für Dichtelemente in Flanschverbindungen deutlich.

Eine bessere Medienbeständigkeit ergibt sich nur in wenigen Ausnahmefällen.

Beachtet man die bereits vorhandenen Verwendungsverbote, ist der unnötige Einsatz von PTFE bereits seit vielen Jahren weder der Stand der Technik noch zulässig.

In allen, dem Autor bekannten Fällen, hat der Ersatz, bzw. die Vermeidung der Verwendung von PTFE, in den letzten 40 Jahren, zu erhöhter Standzeit der Anlagen und Vermeidung von Anlagenausfällen geführt.

Weitere interessante Informationen zu verschiedenen Themen finden Sie auf der Homepage www.thomsen-bremen.de. Zur technischen Beratung stehe ich Ihnen selbstverständlich gerne auch kurzfristig persönlich zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen aus Stuhr-Varrel
Peter Thomsen

Haftungsausschluss

Die Inhalte der Regeln sind zum Teil zitiert, zum Teil in den Worten der Regeln wiedergegeben, die Anmerkungen und Auslegungen beruhen auf langjähriger Erfahrung, dienen der Entscheidungshilfe und begründen keinen Anspruch auf Gewährleistung.

© Peter Thomsen, D-28816 Stuhr-Varrel

Stand 20.06.2024