

Dichtungsglossar

Informationen rund um Dichtungssysteme

Einleitung

Bei der Entwicklung von Dichtungssystemen spielen verschiedene Einflussgrößen eine wichtige Rolle. Die spezifischen Anforderungen wie statische oder dynamische Beanspruchung, Temperatur, Druck und Medium sind entscheidend für die Wahl des Dichtungsmaterials und des Dichtungstyps. Eine Beschreibung der wichtigsten Kennwerte hilft dabei, die Abhängigkeiten der verschiedenen Einflussgrößen zu erkennen. Die Werkstoffübersicht gibt einen Überblick über häufig verwendete Materialien.

Inhaltsverzeichnis

Kennwerte	3
Beständigkeit.....	3
Wärmeformbeständigkeit	3
Chemische Beständigkeit	3
Druckverformungsrest	3
Einflussgrößen	4
Härte.....	4
Relaxation/Kriechen	5
Oberflächengüte.....	6
Verschleiss	6
Werkstoffe.....	7
Thermoplaste	7
Duroplaste	8
Elastomere.....	9
Füllstoffe.....	11
Normen.....	12
Normen zu Allgemeintoleranzen bei Polymerwerkstoffen.....	13
Zulassungen	14
Lagerung.....	16

Kennwerte

Die aufgelisteten Kennwerte sind kurz beschrieben und sollen ein Grundverständnis bei der Anwendung von Produkten aus Polymerwerkstoffen oder beim Einsatz von Dichtungen geben. Sofern Richtwerte angegeben sind, entbinden diese den Kunden nicht von eigenen, genau den Einsatzbedingungen entsprechenden, Prüfungen.

Beständigkeit

Wärmeformbeständigkeit

Die meisten Polymere eignen sich im Einsatz (Langzeit) für maximale Temperaturen zwischen 80 und 120 °C (Ausnahme PTFE 260 °C, Silikon 230 °C, etc.) und schmelzen oder zersetzen sich bei Temperaturen ab 150 °C. Kurzzeitig können die Materialien auch bei leicht höheren Temperaturen eingesetzt werden. Zudem liegt der Ausdehnungskoeffizient von polymeren Werkstoffen etwa um den Faktor 10 höher als bei Metallen, diese Ausdehnung muss zwingend berücksichtigt werden, um keine ungewollten Spannungen im System zu generieren.

Chemische Beständigkeit

Viele Polymere sind gegen starke Säuren und Basen beständig, jedoch quellen sie bei Kontakt mit Lösungsmittel oftmals auf oder zersetzen sich sogar. Der Einsatz von polymeren Werkstoffen in Kontakt mit chemischen Substanzen kann mittels Beständigkeitstabellen überprüft werden und sollte vor dem Start einer Produktionsserie unbedingt in den realen Einsatzbedingungen getestet werden.

Druckverformungsrest

Der Druckverformungsrest ist eine wichtige Kenngrösse um Elastomere Dichtungswerkstoffe überprüfen zu können. Eine Faustregel besagt, dass Elastomere pro 10 °C Temperaturerhöhung doppelt so schnell altern, dadurch kann das Langzeitverhalten vorausgesagt werden. Bei der DVR Prüfung wird der vulkanisierte Elastomer Prüfkörper in einer Prüfvorrichtung um 25 % der Höhe zusammengedrückt, in diesem Zustand wird er meist 24 oder 72 h bei einer gewissen Temperatur gelagert. Nach dem Ausruhen wird die bleibende Verformung der Höhe vom Probekörper gemessen, welche möglichst tief liegen sollte. Der DVR wird in Prozent angegeben und zeigt den Vernetzungsgrad, welcher in Relation zur Elastizität vom vulkanisierten Elastomer steht.

Norm: DIN ISO 815-1

Einflussgrößen

In jeder Anwendung gibt es vier Faktoren, welche beim Einsatz von Kunststoffen stets zu berücksichtigen sind.

Einflussgröße	Formelzeichen	Einheit
Medium	-	-
Temperatur	T	°C
Geschwindigkeit	v	m/s
Druck	p	N/mm ²

Diese Faktoren arbeiten in Wechselwirkung miteinander, sobald diese bekannt sind, kann das optimale Material ausgewählt werden. Im Anschluss sollte immer eine Prüfung unter Realbedingungen durchgeführt werden, um sicherzugehen, dass das System richtig funktioniert.

Härte

Die Härte von Bauteilen aus polymeren Werkstoffen wird nach Shore A, Shore D oder IRHD gemessen. Messungen an einem Fertigteil sollen nach IRHD durchgeführt werden. Für Härtemessungen nach Shore muss ein Prüfkörper hergestellt werden, welcher mindestens 6 mm dick ist und nicht gewölbt sein darf.

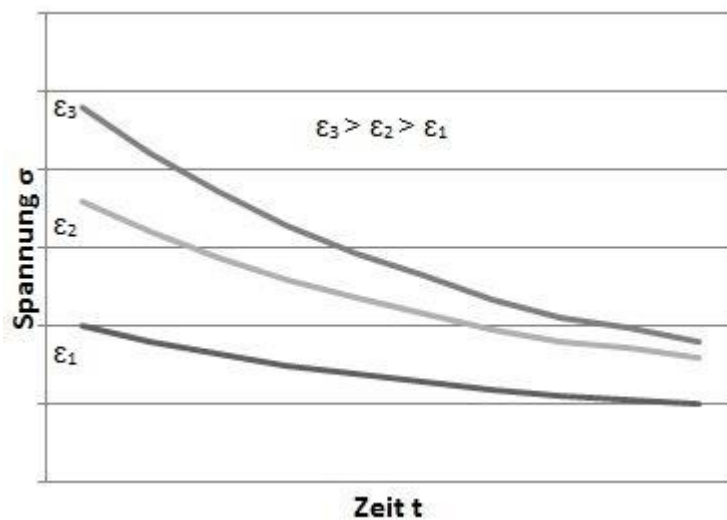
Dichtungen können von 40° Shore A (Elastomere) bis 60° Shore D (Thermoplaste) gefertigt werden, dabei ist entscheidend wie flexibel die Dichtkante und wie hoch der Anpressdruck an der Dichtstelle sein muss.

Norm: DIN ISO 7619, DIN ISO 48

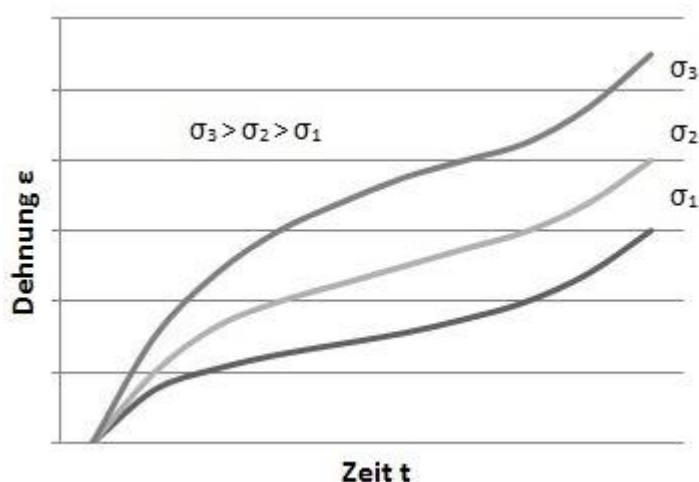
DIN ISO 7619-1		DIN ISO 48		
Kegel		Kugel		
Elastomere Shore A 10 - 90 	Kunststoffe Shore D 30 - 90 	Elastomere IRHD 10 - 35 	Elastomere IRHD > 35 	Elastomere IRHD Mikrohärte
Prüfkörper nach ISO 23529		Prüfkörper nach ISO 23529		
min. 6 mm dick	min. 6 mm dick	10 - 15 mm dick	8 - 10 mm dick	2 mm dick
Anzahl der Messpunkte mindestens 6				
Fläche min. 30 mm ²		Abstand Messpunkt min. Probendicke		Abstand Messpunkt 2 mm

Relaxation/Kriechen

Polymere Werkstoffe kriechen oder relaxieren bei Belastung durch hohe Drücke oder im Einsatz unter erhöhten Temperaturen. Diese Effekte treten insbesondere bei Dichtungen auf, die Spannung nimmt bei konstanter Verformung (Vorspannung) der Dichtlippe mit der Zeit ab (Relaxieren) oder der Dichtungswerkstoff fließt in offene Spalten, welche sich im Gehäuse befinden (Kriechen). Bei nicht beachten der Einsatzbedingungen kann dies zu verminderter Dichtwirkung oder gar einem Ausfall des Dichtsystems führen. Füllstoffe helfen den polymeren Werkstoffen, diese Effekte zu verringern. Folgendes Diagramm zeigt den Effekt der Relaxation.



Wenn die Dehnung bei konstanter Last mit der Zeit zunimmt, kriecht der Werkstoff. Je höher eine thermische oder mechanische Belastung ist, desto ausgeprägter ist das Kriechverhalten, dies wird in folgendem Diagramm dargestellt.



Oberflächengüte

Die Oberflächengüte (Ra-Wert) der Nut- und Gegenlaufflächen ist ein wesentlicher Faktor, wenn ein Polymerwerkstoff als Dicht- oder Gleitelement im Einsatz ist. Die nachfolgenden empfohlenen Werte sind als Richtwerte zu verstehen und entbinden den Kunden nicht von einer eigenen Prüfung unter Realbedingungen. Bei Dichtungen empfehlen wir in statischen Anwendungen die Gegenfläche maximal mit Ra 1.6 herzustellen, sobald die Rautiefe grösser ist, kann Leckage entstehen. Dynamisch belastete Gleitelemente erfordern eine Oberflächengüte von max. Ra 0.4. Der Traglastanteil t_p soll zwischen 50 und 80 % liegen. Bei PTFE-Anwendungen soll die Rautiefe zudem einen Minimalwert nicht unterschreiten, da dieses Material die kleinen Riefen im Gegenstück benötigt um eine Gleitschicht aufbauen zu können. Bis diese Gleitschicht aufgebaut ist, verändert sich der Reibungswert μ . Sobald die Einlaufphase durchlaufen ist, bleibt der Reibungswert konstant.

Verschleiss

Verschleiss findet in einem System von zwei Gegenpartnern statt. Die Körper laufen auf- oder gegeneinander, wobei sich die Oberfläche von einem Gleitpartner abbaut, dabei ist der Verschleiss der Materialverlust durch eine tribologische Belastung. Durch diese Belastung kann Wärme entstehen, welche ein System zusätzlich beeinflusst. Der Verschleiss minimiert sich bei der richtigen Materialauswahl. Um möglichst energieeffizient arbeiten zu können, soll Reibung vermieden werden, die Füllstoffe MoS₂ und Grafit wirken sich besonders gut auf die Gleiteigenschaften (Reibung) aus. Durch Optimierung eines Systems bezüglich Verschleiss und Reibung kann die Lebensdauer bis Faktor 10 erhöht werden, dabei muss das System stets ganzheitlich betrachtet werden (Medium, Temperatur, etc.). Bei kritischen Anwendungen sind Tests unter möglichst ähnlichen wie den späteren Einsatzbedingungen dringend zu empfehlen.

Werkstoffe

Polymere Werkstoffe können in 3 Hauptgruppen unterteilt werden, in die Gruppe der Kunststoffe gehören die Thermoplaste und Duroplaste, die dritte Gruppe bilden die Elastomere. Zusätzlich kann ein polymerer Werkstoff mit Füllstoffen den Anwendungen entsprechend angepasst werden.

Thermoplaste

Die folgenden Thermoplaste werden hauptsächlich für unsere Anwendungen im Bereich Dichtungstechnik oder für Formteile verwendet:

Thermoplast	Kurzbezeichnung	Anwendungsbereich	Temperaturbereich [°C]
Polyethylen	PE	Gefässe, Folien, Rohre...	-50 bis +70
Polypropylen	PP	Gehäuse, Behälter, Rohre...	0 bis +80
Polyamid	PA	Abstreifer, Zahnräder...	-30 bis +85
Polyoxymethylen	POM	Flansche, Mitnehmer...	-50 bis +110
Polyurethan	PUR	Schaum, Abstreifer...	-30 bis +80
Polytetrafluorethylen	PTFE	Dichtungen, Gleitelemente...	-200 bis +260

Weitere Werkstoffe können auf Anfrage ebenfalls verarbeitet werden.

Duroplaste

Duroplast	Kurzbezeichnung	Anwendungsbereich	Temperaturbereich
Epoxidharz	EP	Giessharz, elektrische Isolierungen...	bis 130 °C
Ungesättigtes Polyesterharz	UP	Isolationsteile, Hauben, Klebstoffe...	bis 120 °C
Phenol Formaldehydharz	PF	Schalter, Lager...	bis 100°C
Melamin Formaldehydharz	MF	Küchengeräte, Leimharze...	bis 130 °C
Harnstoff Formaldehydharz	UF	Stecker, Lackharze...	keine Angabe
Polyurethan	PUR	Lager, Zahnräder...	bis 110 °C

Elastomere

Elastomer	Kurzbezeichnung	Anwendungsbereich	Temperaturbereich [°C]
Natur-Elastomer	NR	Kälte, Lauge, Rückprallelastizität	-50 bis +80
Polyisopren-Elastomer	IR	Kälte, Säure und Lauge, Gasundurchlässig	-50 bis +90
Butadien-Elastomer	BR	Abriebs Beständigkeit, Elastizität, Schläuche, Transportbänder	-45 bis +90
Chloropren-Elastomer	CR (Neopren®)	Kälte, Salzwasser, Freon 12, Witterung	-50 bis +110
Acrylnitril-Butadien-Elastomer	NBR	Mineralöl, Benzin, Wasser, Luft, Gasdurchlässigkeit	-40 bis +120
Hydriertes Acrylnitril-Butadien-Elastomer	HNBR	Licht, Witterung, Ozon, Wasser, Säure, Abriebwiderstand	-40 bis +150
Styrol-Butadien-Elastomer	SBR (Buna S®)	Lauge, Abriebwiderstand	-40 bis +100
Ethylen-Propylen-Dien-Elastomer	EPDM	Kälte, Witterung, Ozon, Wasser, Lauge und Säure, Dampf	-55 bis +140
Ethylen-Propylen-Copolymer	EPM	Wärme, Witterung, Ozon, Dampf	-45 bis +150

Elastomer	Kurzbezeichnung	Anwendungsbereich	Temperaturbereich [°C]
Fluor-Elastomer	FKM,FPM (Viton®)	hohe Temperatur, Mineralöl, Fette, aromatische Lösungsmittel, Hochvakuum	-20 bis +220
Fluorsilikon-Elastomer	FVMQ,MFQ	Kälte, Licht, Witterung, Ozon, hohe Temperatur, Benzin	-60 bis +175
Perfluor-Elastomer	FFKM,FFPM (Kalrez®)	Thermische und chemische Beständigkeit, Kraftwerke	-20 bis +300
Silikon-Elastomer	VMQ,MVQ	Kälte, heisse Luft und Gase, Licht, Witterung, Ozon	-60 bis +230
Polyether-Polyurethan	EU	Abriebwiderstand, Weiterreisswiderstand, Mineralöl, Benzin, mikrobienbeständig	-30 bis +100
Polyester-Polyurethan	AU	Abriebwiderstand, Weiterreisswiderstand, Säure, Mineralöl, Benzin	-30 bis +100

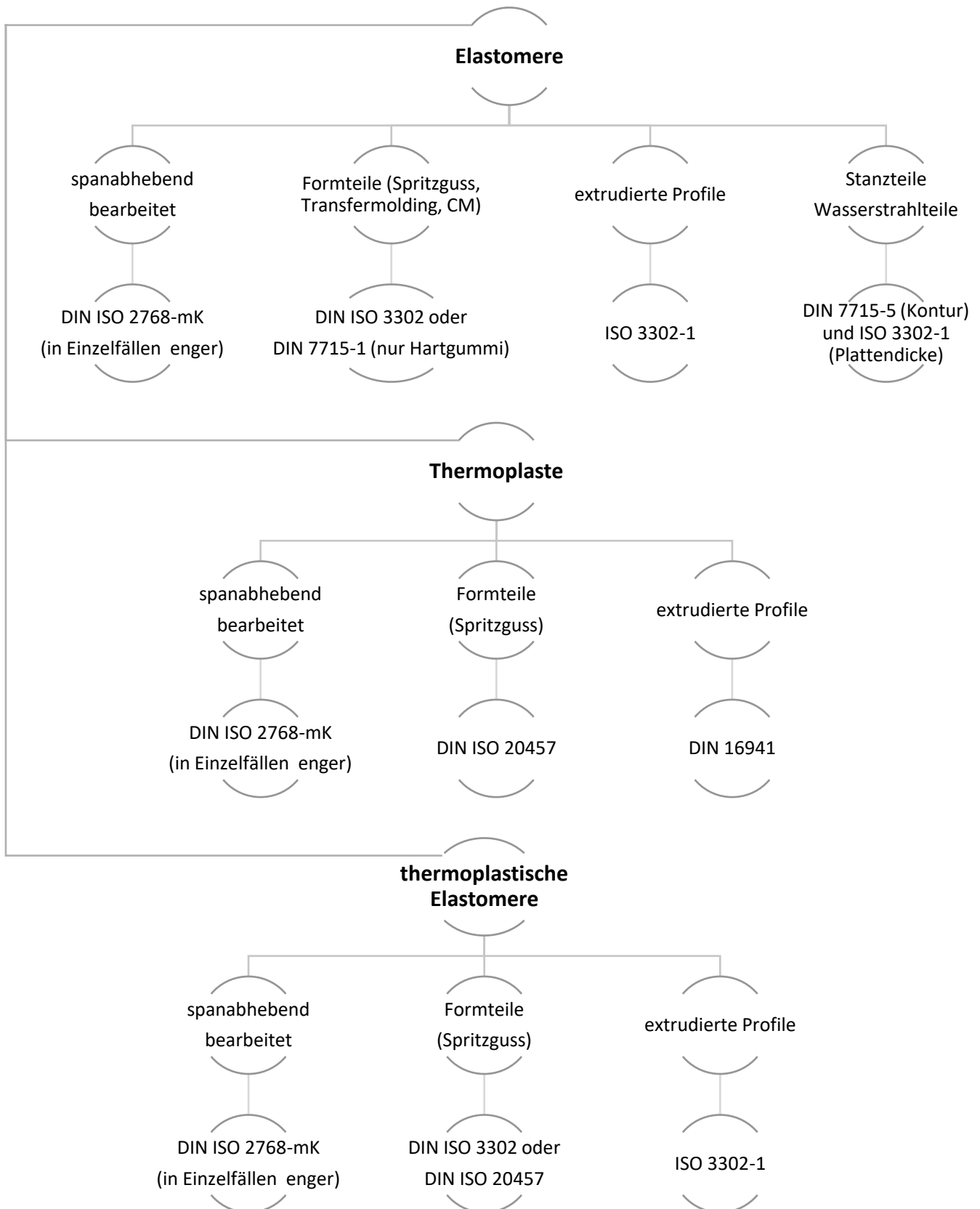
Füllstoffe

Füllstoff	Eigenschaften
Kohle	Elektrische Leitfähigkeit verbessern, schwarz einfärbend, weniger Abrieb
Graphit	Reibung vermindern, schmierend, weniger Abrieb
MoS ₂	Reibung vermindern, schmierend, Herabsetzen der Anfangsreibung
Glas	Weniger Abrieb, erhöht Kriechfestigkeit
PTFE	Reibung Vermindern
Peek, Polyimid	Organisch, tribologische Eigenschaften verbessern

Normen

Elastomere und thermoplastische Elastomere - Bestimmung der Härte nach IRHD	DIN ISO 48
Prüfverfahren für Elektroisolierstoffe	DIN IEC 167
Elastomere, Bestimmung des Druckverformungsrestes	DIN ISO 815-1
Kunststoffe - Verfahren zur Bestimmung der Dichte von nicht verschäumten Kunststoffen	EN ISO 11883-1
Gummitoleranzen für Fertigteile	DIN ISO 3302
Fluidtechnik-O-Ringe	ISO 3601, DIN 3771
Radial-Wellendichtringe	DIN 3760
Gummiteile - zulässige Massabweichungen	DIN EN 7715
Qualitätsmanagementsysteme Anforderungen	EN ISO 9001:2015
Elastomere - Bestimmung der Eindringhärte	DIN ISO 7619

Normen zu Allgemeintoleranzen bei Polymerwerkstoffen



Zulassungen

Materialien können nach folgenden Normen zugelassen werden:

Freigabe	Anwendung	Kriterien/Standards	Tedag Polymerwerkstoff
FDA-Richtlinie (Food and Drug Administration) 21 § 177.1550	Polymere-Werkstoffe für den Einsatz im Lebensmittel- und Pharmabereich, Ursprungsland: USA.	Fertige Artikel erfüllen die FDA-Vorschriften für Lebensmittelkontakt/ 21CFR177.1550	T-301, T-301-M, T-301-CPG, T-301-CPPk, T-344
FDA-Richtlinie (Food and Drug Administration) 21 § 177.2600	Elastomere-Werkstoffe für den Einsatz im Lebensmittel- und Pharmabereich, Ursprungsland USA.	White List (Liste der Rezepturbestandteile) 21CFR177.2600	
USP-Prüfzeugnis (United States Pharmacopeis, USA)	Anwendungen im medizinischen und pharmazeutischen Bereich, Ursprungsland USA	Unterschiedliche Spezifikationen: USP Class I bis VI	T-301, T-301-M
ACS-Zulassung	Kunststoffe in Kontakt mit Trinkwasser	Prüfung der Rezeptur nach Synoptic Documents - Einlagerungsversuch	
BAM-Empfehlung	Dichtungen für die Sauerstoff-Armaturen	Vorschrift B7 Sauerstoff der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie	
BfR-Empfehlung	Kunststoffe im Lebensmittelverkehr	Richtlinien der BfR "Kunststoffe im Lebensmittelverkehr"	
DVGW-Freigabe für Gas	Dichtungswerkstoff aus Elastomeren für Gasgeräte und -anlagen, Ursprungsland Deutschland	DIN EN 549, DIN EN 682	
DVGW-Freigabe für Wasser	Werkstoffe und Komponenten für Trinkwasser: Dichtungswerkstoffe für die Trinkwasserinstallation	DVGW W534	

Freigabe	Anwendung	Kriterien/Standards	Tedag Polymerwerkstoff
DVGW W270 Empfehlung	Werkstoffe im Trinkwasserbereich, Ursprungsland Deutschland	Mikrobiologische Untersuchungen; Vermehrung von Mikroorganismen auf Werkstoffen	
FDA-Richtlinie	Werkstoffe für den Einsatz im Lebensmittel- und Pharmabereich (USA)	Unter anderem "White List"	
KTW-Empfehlung	Kunststoffe in Trinkwasser; Kalt-, Warm- und Heisswasser, Ursprungsland Deutschland	Richtlinien des BfR "Kunststoffe im Lebensmittelverkehr"	
NSF-Freigabe (National Sanitation Foundation)	Lebensmittel- und Sanitärbereich, Ursprungsland USA	NSF Standards und Kriterien	
WRAS-Freigabe (Water Regulations Advisory Scheme)	Kunststoffe in Kontakt mit Trinkwasser, Ursprungsland Grossbritannien	British Standard BS 6920	
3-A Sanitary Standard (3-A Sanitary Standard Inc.)	Werkstoffe in der Anwendung von hygienischen Anlagen der Molkerei. und Lebensmittel-Industrie, Ursprungsland USA	3-A Sanitary Standards 18-03 Klasse I bis IV	

Lagerung

Dichtungen, die über einen längeren Zeitraum gelagert werden, können während dieser Zeit ihre physikalischen Eigenschaften verändern. Die Oberfläche kann sich abbauen, es entstehen Verhärtungen, Erweichungen oder Risse. Die Veränderungen entstehen aufgrund verschiedener Einflüsse von Sauerstoff, Licht, Ozon, Hitze, Öl oder Lösungsmittel. Dichtungen sollen daher in einem dunklen und kühlen Raum (-10 bis +20 °C) bei max. 70 % Luftfeuchtigkeit, in einer Verpackung kompressions- und deformationsfrei gelagert werden.

A series of glowing blue rings of varying sizes and orientations, some overlapping, set against a dark background. The rings have a soft, ethereal glow and appear to be made of a translucent material. The lighting creates a sense of depth and movement, with some rings appearing to recede into the distance while others are in sharp focus in the foreground.

TEDAG Dichtungstechnik
und Industriebedarf AG
Rosenstrasse 14
CH-8400 Winterthur
Telefon +41 52 212 06 45
info@tedag.ch
www.tedag.ch