

In diesem Kapitel haben wir technische Informationen zusammengestellt, die im Zusammenhang mit unseren Produkten und Dienstleistungen von Bedeutung sind.

Wir wollen damit den fachorientierten Lesern die Möglichkeit bieten, gezielt diejenigen technischen Informationen abzurufen, die für die Auswahl des richtigen Produkts benötigt werden.

Unter diesen Informationen gibt es eigentliche Highlights. So ist beispielsweise die Beständigkeitsliste wohl einzigartig in Umfang und Aussagekraft.

Wir sind uns bewusst, dass selbst die beste schriftliche Information ein Beratungsgespräch unter technisch versierten Fachleuten nicht ersetzen kann. Somit stehen die direkten Kontakte mit Ihnen immer im Vordergrund.

Wir hoffen jedoch, dass die hier zusammengestellten technischen Angaben solche Gespräche unterstützen und damit die Problemlösung und schliesslich die Wahl des optimalen Produktes erleichtern.

Dans ce chapitre, nous avons recueilli toutes les informations techniques importantes de nos produits et services.

Notre objectif est de donner au lecteur professionnel les informations techniques approfondies dont il a besoin pour le choix du produit approprié.

Parmi ces informations, il y a des informations très précieuses. Par exemple, notre liste des résistances chimiques est probablement unique dans son étendue.

Nous sommes conscients que même la meilleure information écrite ne peut remplacer un entretien personnel entre spécialistes techniques. Le contact direct avec vous est donc pour nous toujours primordial.

Nous espérons cependant que les informations techniques ici regroupées puissent servir d'aide à de tels entretiens et donc faciliter la solution aux problèmes et, finalement, le choix du produit le plus approprié.

Bezeichnung	Technische Informationen
Alterung	11.16
Beschichtung von Elastomerteilen	11.27
Chemische Beständigkeitsliste	11.37
Dampfdruck	11.29
Druckverformungsrest	11.12
Elastomerwerkstoffe	11.2
Elektrische Eigenschaften von Elastomeren	11.22
Elektrische Schutzart (IP-Schutzart)	11.34
Flächenpressung	11.26
Gasdurchlässigkeit (Permeabilität)	11.31
Härte	11.13
Kälterichtwert TR	11.25
Korrosion in Bezug auf Elastomere	11.17
Lagerung von Dichtungselementen aus Elastomerwerkstoffen	11.14
Montagehilfen	11.8
Rauheit von Dichtflächen	11.6
Reibung und Verschleiss	11.18
Reissdehnung (Bruchdehnung)	11.23
Rückprall-Elastizität	11.24
Schmiermittel und Montagefette	11.10
Strahlenbeständigkeit	11.32
Umrechnungsfaktoren und gesetzliche Masseinheiten	11.36
Volumenänderung bei Elastomeren	11.9
Wärmeausdehnung	11.20
Weiterreisswiderstand	11.7
Zulässige Gebrauchstemperaturen	11.11

Description	Informations techniques
Aides de montage	11.8
Allongement à la rupture	11.23
Corrosion en rapport avec les élastomères	11.17
Déformation permanente (compression set)	11.12
Dilatation thermique	11.20
Dureté	11.13
Elasticité de rebondissement	11.24
Elastomères	11.2
Facteurs de conversion et unités de mesure officielles	11.36
Frottement et abrasion	11.18
Liste des résistances chimiques (en allemand)	11.37
Lubrifiants et graisses de montage	11.10
Modification du volume des élastomères	11.9
Perméabilité	11.31
Pression de vapeur saturée	11.29
Pression superficielle	11.26
Propriétés électriques des élastomères	11.22
Protection électrique (protection IP)	11.34
Résistance à la déchirure amorcée	11.7
Résistance au rayonnement	11.32
Revêtement de pièces en élastomères	11.27
Rugosité des surfaces d'étanchéité	11.6
Stockage d'éléments d'étanchéité en matériaux élastomères	11.14
Température minimale de flexibilité TR	11.25
Températures de service admissibles	11.11
Vieillessement	11.16

Elastomere (Gummiwerkstoffe) werden aus Natur- oder Synthetikgummi durch Vernetzungsreaktionen (Vulkanisation) hergestellt. Sie stellen eine bedeutende Werkstoffgruppe dar, die sich durch ihr ausgeprägtes Rückfederungsverhalten (Gummielastizität) gegenüber grossen Verformungen in einem weiten Temperaturbereich sowie durch hohe Zähigkeit, Abriebfestigkeit, Gasdurchlässigkeit und Chemikalienbeständigkeit auszeichnet. Ein weiteres wichtiges Merkmal ist die Haftungsfähigkeit, z.B. gegenüber metallischen und textilen Werkstoffen, wodurch die Festigkeit der Verbunde erhöht, die Verformbarkeit herabgesetzt wird. Die heute eingesetzten Gummierzeugnisse werden zu einem Drittel aus Naturgummi hergestellt, der in vielen Anwendungen unersetzbar ist. Hervorzuheben ist die Vielfalt der Elastomertypen, besonders bei Spezialgummis. Mit einer Vielzahl von Mischungskomponenten können für nahezu alle Anwendungen Spezialtypen hergestellt werden.

Elastomere sind in der Dichtungstechnik wegen ihrer hervorragenden physikalischen Eigenschaften von besonderer Bedeutung. Gummi ist nahezu inkompressibel, ähnlich wie eine Flüssigkeit. Gummi überträgt einen hydrostatischen Druck gleichmässig in alle Richtungen. Ein kompakter Elastomerdichtring, auf dessen freie Oberfläche ein Flüssigkeitsdruck einwirkt, überträgt diesen auch auf die Kontaktfläche, an denen er die angrenzenden Bauteile berührt.

Gummi lässt Formänderungen ohne grosse Reaktionskraft und ohne Änderung seines Volumens zu. Deshalb passt sich eine Gummidichtung leicht einem beliebigen Einbauraum an. Ein einseitig druckbelasteter O-Ring in einer rechteckförmigen Nut nimmt deshalb ohne Weiteres eine nahezu rechteckige Form an.

Die Anwendungsgrenzen von Elastomerwerkstoffen liegen in den begrenzten Temperaturbereichen, der Chemikalienbeständigkeit und der UV- und Ozonbeständigkeit.

□ TERMINOLOGIE

Die Elastomere werden mit Abkürzungen in Anlehnung an ISO 1629 gekennzeichnet. Die britischen und deutschen Abkürzungen können leicht voneinander abweichen.

Les élastomères (caoutchouc) sont produits par réticulation (vulcanisation) à base de caoutchouc naturel ou synthétique. Les élastomères sont un groupe de matériaux très spécial car ils ont un nombre de propriétés très intéressantes comme leur capacité de rebondissement en rapport de leurs grandes déformations dans une vaste gamme de températures, leur haute ténacité, résistance à l'abrasion, perméabilité aux gaz et résistance chimique. Une autre caractéristique importante est la disposition à l'adhérence par rapport aux matériaux métalliques et textiles, ce qui augmente la solidité des connexions et réduit la déformabilité. Aujourd'hui, deux tiers des élastomères sont à base de caoutchouc naturel, qui est irremplaçable dans beaucoup d'applications. Chez les caoutchoucs spéciaux la variété des types d'élastomères est particulièrement grande. Avec une multitude de composants et additifs il est possible de fabriquer des types spéciaux pour presque toutes les applications.

Dans la technique de l'étanchéité, les élastomères ont une importance particulière grâce à leurs propriétés physiques excellentes. Le caoutchouc est presque incompressible, similairement à un liquide. Il transporte une pression hydrostatique de façon égale dans toutes les directions. Un joint en élastomère soumis à une pression d'un liquide sur sa surface libre transmet cette pression aussi sur la surface de contact avec les éléments de construction adjacents.

Le caoutchouc permet des changements de forme sans grande force de réaction et sans modification de son volume. Ainsi, un joint caoutchouc s'adapte très facilement à un espace de montage quelconque. Un O-Ring chargé d'un côté dans une gorge rectangulaire adopte sans problème une forme presque rectangulaire.

Les limites d'application des matériaux élastomères se situent dans les gammes de températures limitées, les résistances chimiques et la résistance dû aux rayons UV et à l'ozone.

□ TERMINOLOGIE

Les élastomères sont désignés avec les abréviations selon ISO1629.

Elastomere Elastomères		
	Bezeichnung Désignation	Handelsnamen Marque
SBR	Styrol / Butadien-Elastomer Caoutchouc butadiène styrène	Buna SL®, Solprene®, Dunatex®, Krymol®
IR	Isopren-Elastomer Caoutchouc isoprène	
NR	Naturkautschuk Caoutchouc naturel	Para
IIR	Isopren / Isobutylen-Copolymer Caoutchouc butyl	Polysarbutyl®, Esso Butyl®, Polysar Butyl®
EPM	Ethylen / Propylen-Multiblock-Copolymer Copolymère éthylène / propylène multibloc	
EPDM	Ethylen / Propylen / Dien-Multiblock-Copolymer Terpolymère d'éthylène propylène	Nordel®, Keltan®, Dutral®, Buna EP®
EVAC	Vernetztes Ethylen / Vinylacetat-Copolymer Ethylen réticulé	
CO	Epichlorhydrinkautschuk Caoutchouc épichlorhydrine	
CR	Chlorbutadien-Elastomer («Polychloropren») Caoutchouc polychloroprène	Neoprene®, Baypren®

Elastomere Elastomères	Bezeichnung Désignation	Handelsnamen Marque
CSM	Chlorsulfoniertes Polyethylen Caoutchouc polyéthylène chlorosulfoné	Hypalon®
NBR	Acrylnitril / Butadien-Elastomer («Nitrilkautschuk») Caoutchouc nitrile butadiène	Perbunan®, Nitril®, Buna N®, Therban®, Zetpol®
EU	Polyether-Urethan-Kautschuk (PUR) Caoutchouc polyéther uréthane (PUR)	Vulkollan®, Desmopan®, Elastollan®
AU	Polyester-Urethan-Kautschuk (PUR) Caoutchouc polyuréthane (PUR)	Urepan®, Simputhan®
MQ	Silikonkautschuk Silicone	Silopren®, Silastic®, Silicone®, Rhodorsil®
FMQ	Fluormodifizierter Silikonkautschuk Silicone fluoré	
FPM	Fluorkautschuk Caoutchouc fluoré	Viton®, Fluorel®, Tecnoflon®
FFPM	Perfluorkautschuk Caoutchouc perfluoré	Kalrez®, Simriz®, Chemraz®, Isolast®
ACM	Polyacrylat Caoutchouc acrylique	Cyanacryl®, Hycar®, Noxtite®, Nipor®
AEM	Acryl-Ethylen-Elastomer Elastomère éthylène-acrylique	Vamac®

□ EIGENSCHAFTSVERGLEICH

□ COMPARAISON DES PROPRIÉTÉS D'ÉLASTOMÈRES

Richtwerte für Standard-Typen, Auswahl
Valeurs indicatives pour types standard, choix

Kurzzeichen Sigle	Temperatur- beständigkeit Résistance à la température (1000 h)	Unterer Tempera- tureinsatzbereich Température d'emploi minimale	Kälteflexibilität Flexibilité au froid	Ozon-/Witterungs- beständigkeit Résistance à l'ozone/ aux intempéries	Öl-/ Kraftstoff- beständigkeit Résistance à l'huile et aux carburants	Gasdurchlässigkeit Perméabilité au gaz
SBR	+100 °C	-30 °C	3	3 - 4	3 - 4	3
NR	+85 °C	-40 °C	2	3 - 4	4	3
IIR	+120 °C	-40 °C	2	2	4	1
EPDM	+130 °C *	-40 °C	2	1	4	3 - 4
CR	+100 °C	-30 °C	3	2	3	2 - 3
NBR	+100 °C	-25 °C	3	3 - 4	2	1 - 2
AU/EU	+80 °C	-20 °C	3	2	2	1 - 2
MVQ	+200 °C	-60 °C	1	1	4	4
FPM	+200 °C	-20 °C	3	1	1	2 - 3
FFPM	+320 °C	-20 °C	3	1	1	2 - 3

1 = hervorragend, 2 = gut, 3 = ausreichend, 4 = mangelhaft

Eigenschaftswerte bei Raumtemperatur.

* Peroxidische Vernetzung max. +150 °C

1 = excellente, 2 = bonne, 3 = suffisante, 4 = insuffisante

Valeurs à température ambiante.

* Réticulation au peroxyde max. +150 °C

Richtwerte für Standard-Typen, Auswahl
Valeurs indicatives pour types standard, choix

Kurzzeichen Sigle	Festigkeit Ténacité	Elastizität Elasticité	Bleibende Kompression Déformation permanente	Shore A-Härte-Bereich Gamme de dureté Shore A	Abriebbeständigkeit Résistance à l'abrasion	Rückprall- elastizität Rebound
SBR	2	3	3	40 bis/à 90 A	2 - 3	3
NR	1	1	2	30 bis/à 90 A	1 - 3	1
IIR	3	3 - 4	2	40 bis/à 75 A	2 - 3	4
EPDM	2	2	3	40 bis/à 90 A	1 - 3	2
CR	2	3	3	40 bis/à 95 A	1 - 3	3
NBR	2	3	3	40 bis/à 95 A	2	3
AU/EU	1 - 2	3	3	60 A bis/à 80 D	1 - 3	3
MVQ	4	3	2	30 bis/à 80 A	4	2
FPM	2 - 3	3	3	40 bis/à 90 A	3	3
FFPM	2 - 3	3	3	50 bis/à 90 A	3	3

1 = hervorragend, 2 = gut, 3 = ausreichend, 4 = mangelhaft

Eigenschaftswerte bei Raumtemperatur.

1 = excellente, 2 = bonne, 3 = suffisante, 4 = insuffisante

Valeurs à température ambiante.

Thermoplaste (kleine Auswahl, welche in der Dichtungstechnik Anwendung findet)

Thermoplastes (petite sélection de types utilisés dans la technique de l'étanchéité)

	Bezeichnung Désignation	Handelsnamen Marque
PTFE	Polytetrafluorethylen Polytétrafluoroéthylène	Teflon®, Hostaflon®
FEP	Fluoriertes Ethylen-Propylen-Copolymer Copolymère éthylène propylène fluoré	
PVC	Polyvinylchlorid Chlorure de polyvinyle	
POM	Polyoxymethylen, Polyacetal Polyoxyméthylène, Polyacetal	Delrin®
PET	Polyethylenterephthalat polyéthylène téréphtalate	Mylar®
PEEK	Polyetheretherketon Polyéthylétherkétone	Victrex®

□ FLUORKAUTSCHUKE FPM VITON®

Seit fast 50 Jahren beweist der Fluorkautschuk Viton® seine aussergewöhnliche Beständigkeit gegen hohe Temperaturen und aggressive Chemikalien. Auch bei dynamischer Belastung und kritischen Einsatzbedingungen zeigen daraus hergestellte Dichtungen und Formteile aussergewöhnliche Leistungen und eine lange Lebensdauer.

Viton® mit Advanced Polymer Architecture

Unter der Viton®-Gruppe gibt es eine Palette von Spezialtypen mit verbesserter Polymerarchitektur (Advanced Polymer Architecture, APA), die eine höhere Beständigkeit gegen Basen sowie eine Vielzahl von Chemikalien und Flüssigkeiten mit Vorteilen bei der Verarbeitung kombinieren. Bestimmte Typen erfüllen die Anforderungen der FDA für den Kontakt mit Lebensmitteln und Pharmaprodukten.

Temperaturbereich

Elastomerteile müssen in vielen Anwendungen kurzzeitige Temperaturspitzen ertragen, und zur Steigerung der Produktivität sind sie oft erhöhten Betriebstemperaturen ausgesetzt. Je nach Anwendung erträgt Viton® Dauer- einsetztemperaturen von +200 °C und Spitzen bis zu +300 °C. Bestimmte Typen von Viton® behalten ihre Leistungsfähigkeit auch noch bei -40 °C.

Kubo Tech ist offizieller Lizenznehmer von Genuine Viton® der Firma DuPont Performance Elastomers.

□ PERFLUORKAUTSCHUKE FPPM

In der pharmazeutischen, chemischen und petrochemischen Industrie werden teilweise sehr aggressive Chemikalien verarbeitet und gelagert. Mit dem hoch entwickelten Perfluorkautschuk lassen sich Dichtungsteile herstellen, die darauf ausgelegt sind, bei extremen Bedingungen standzuhalten. Mit dem Hochleistungswerkstoff lassen sich gute mechanische Eigenschaften in einem sehr weiten Temperaturbereich abdecken und dabei eine exzellente chemische Beständigkeit ausweisen, die mit der von Polytetrafluorethylen PTFE (Teflon®) zu vergleichen ist.

□ CAOUTCHOUC FLUORÉ FPM VITON®

Depuis presque 50 ans le caoutchouc fluoré Viton® a prouvé son excellente résistance contre les hautes températures et les substances chimiques agressives. Même sous charge dynamique et conditions d'emploi critiques, les joints pièces de forme en caoutchouc fluoré montrent des prestations exceptionnelles et une longue durée de vie.

Viton® avec Advanced Polymer Architecture

Parmi le groupe des Viton®, il y a une palette de types spéciaux avec une structure de polymères améliorée (Advanced Polymer Architecture, APA). Ces types ont une résistance majeure contre les bases et une multitude de substances chimiques et liquides, combinés avec des avantages dans le traitement. Certains types satisfont les exigences de la FDA pour le contact avec les denrées alimentaires et les produits pharmaceutiques.

Gamme de températures

Les pièces en élastomères, dans beaucoup d'applications, doivent supporter des pointes de températures à court terme. Aussi, elles sont souvent soumises à des hautes températures de service nécessaires à l'augmentation de la productivité. Selon l'application, le Viton® supporte des températures de service permanentes de +200 °C avec des pointes jusqu'à +300 °C. Certains types de Viton® maintiennent leur performance même à -40 °C.

Kubo Tech est fournisseur licencié officiel de Genuine Viton® de DuPont Performance Elastomers.

□ CAOUTCHOUC PERFLUORÉ FPPM

Dans l'industrie pharmaceutique, chimique et pétrochimique, on utilise et emmagasine des substances chimiques en partie très agressives. Avec le caoutchouc perfluoré, un matériau très sophistiqué, on peut fabriquer des éléments d'étanchéité conçus pour résister à des conditions extrêmes. Ce matériau à haute performance présente des propriétés mécaniques très bonnes dans une très vaste gamme de températures, tout en maintenant une résistance chimique excellente, comparable à celle du polytétrafluoroéthylène PTFE (Teflon®).



Technische Informationen

Elastomerwerkstoffe

Unter der Materialbezeichnung Perfluorkautschuk FFPM gibt es eine Vielzahl von Spezialtypen mit optimierter Polymerarchitektur.

- Hohe Temperaturbeständigkeit bis +330 °C
- Hervorragende Chemikalienbeständigkeit
- Hohe Reinheit
- Geringe Ausgasung unter Vakuum
- Tiefe Gasdurchlässigkeit (Permeabilität)
- Langzeit-Druckverformungsfestigkeit
- Sehr gute Witterungs- und Ozonbeständigkeit

Für den Kontakt mit einer breiten Palette von Prozessmedien, hochwirksamen pharmazeutischen Primärprodukten und aggressiven Reinigungsmitteln wurden Compounds konzipiert, die besonders beständig gegen Vor-Ort-Reinigungsprozesse (Clean-in-Place und Steam-in-Place) sind. Zudem ist der Werkstoff FDA- (Food and Drug Administration) und USP-Class-VI-konform und damit geeignet für den Kontakt mit Lebensmitteln und Pharmaprodukten.

Diese Werkstoffe finden Anwendung unter anderem in der Halbleiter-, Pharma- und Lebensmittelindustrie, aber auch in speziellen Bereichen wie Dieselmotorenbau und Öl-/Gasförderung und deren Verarbeitung.

Informations techniques

Les élastomères

Par caoutchouc perfluoré FFPM on comprend une multitude de types spéciaux avec structure de polymères optimisée.

- Haute résistance aux températures jusqu'à +330 °C
- Excellente résistance aux substances chimiques
- Haute pureté
- Faible perte sous vide
- Faible perméabilité aux gaz
- Résistance à la déformation résiduelle sous compression de longue durée
- Très bonne résistance aux intempéries et à l'ozone

Des mélanges spéciaux ont été développés pour le contact avec une large palette de milieux, de produits primaires pharmaceutiques hautement efficaces et substances nettoyantes agressives. Ces mélanges sont particulièrement indiqués à l'utilisation dans des processus de nettoyage sur place (Clean-in-Place et Steam-in-Place). En outre, le matériau est conforme FDA (Food and Drug Administration) et USP Class VI et donc approprié au contact avec les denrées alimentaires et les produits pharmaceutiques.

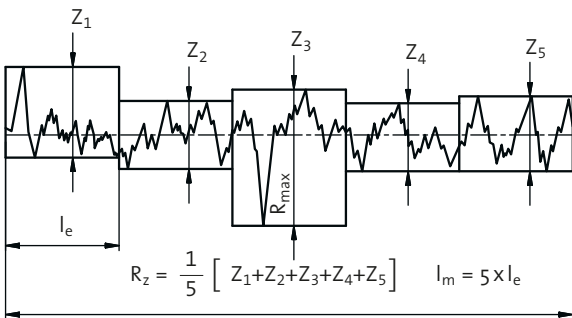
Ces matériaux trouvent ses applications surtout dans les industries des semi-conducteurs, pharmaceutique et alimentaire, mais aussi dans des secteurs spécialisés comme la construction de moteurs diesel, de l'extraction de pétrole et gaz, ainsi que de leur traitement.

Technische Informationen
Rauheit von Dichtflächen

Die Lebensdauer eines Dichtelements wird stark durch die Oberflächengüte des Gleitpartners beeinflusst. Bitte beachten Sie die jeweiligen Herstellerangaben.

Die Oberflächenprüfung wird meist mit einem Kufen-Tastsystem durchgeführt, welches ein Ist-Profil der zu ertastenden Oberfläche darstellt. Das Rauheitsprofil entsteht aus dem Ist-Profil durch Ausfiltern der Wellen. Die Rauheitskenngrößen werden aus dem Rauheitsprofil ermittelt (siehe Bild 1 und 2). Die gemittelte Rautiefe R_z ist der Mittelwert aus den Einzelrautiefen Z_1 bis Z_5 . Die maximale Rautiefe R_{max} ist die grösste Einzelrautiefe innerhalb der Gesamtmessstrecke. R_{max} entspricht somit Z_3 . Der Mittenrauwert R_a ist der arithmetische Mittelwert aller Abweichungen von der Mittellinie. Die Glättungstiefe R_p ist der Abstand der höchsten Profilspitze zur Mittellinie. Eine wichtige Kenngrösse für ein gut funktionierendes dynamisches Dichtsystem ist der Traganteil t_p . Der Traganteil ist das prozentuale Verhältnis der tragenden Profilateile zu Gesamtmessstrecke. Bitte beachten Sie die empfohlenen Herstellerangaben.

1



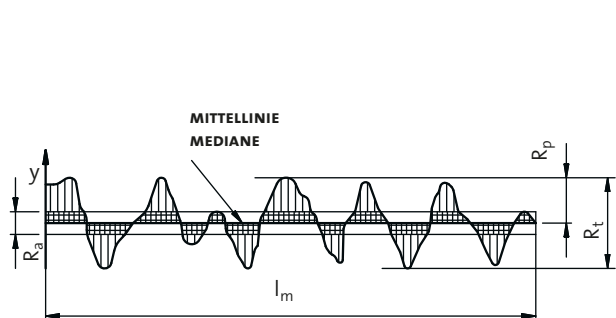
RAUHEITSPROFIL (R-PROFIL)
PROFIL DE RUGOSITÉ (PROFIL R)

Informations techniques
Rugosité des surfaces d'étanchéité

La longévité d'un élément d'étanchéité est fortement influencée par la qualité de la surface de l'élément associé. Veuillez prendre note des indications du producteur.

La vérification de la surface se fait normalement avec un rugosimètre muni d'un palpeur qui représente un profil réel de la surface à tester. Le profil de rugosité est produit hors du profil réel par élimination des ondes. Les valeurs caractéristiques de la rugosité sont calculées hors du profil de rugosité (voir images 1 et 2). La profondeur de rugosité moyennée R_z est la valeur moyennée issue des profondeurs de rugosité singulières Z_1 à Z_5 . La profondeur de rugosité maximale R_{max} correspond à la profondeur singulière maximale à l'intérieur de l'entière distance de mesure. De ce fait, R_{max} correspond à Z_3 . La valeur de rugosité moyenne R_a correspond à la moyenne arithmétique de tous les écarts de la médiane. La rugosité moyenne arithmétique R_p est la distance entre la pointe maximale du profil et la médiane. Une valeur caractéristique très importante pour un système d'étanchéité dynamique fonctionnant bien est le taux de portance t_p . Le taux de portance est le rapport en pourcentage entre les longueurs portantes du profil et la distance totale de mesure. Veuillez noter les indications recommandées par le fabricant.

2



MAXIMALE UND GEMITTELTE RAUTIEFE
PROFONDEUR DE RUGOSITÉ MAXIMALE ET MOYENNÉ

Technische Informationen

Weiterreisswiderstand

Der Weiterreisswiderstand ist die maximale Kraft, die ein eingeschnittener Normkörper dem Weiterreissen entgegensetzt. Die Prüfung erfolgt nach DIN ISO 34-1. Der Weiterreisswiderstand ist ein Mass für die Empfindlichkeit gegen Kerben, die beispielsweise durch Montagefehler entstehen können.

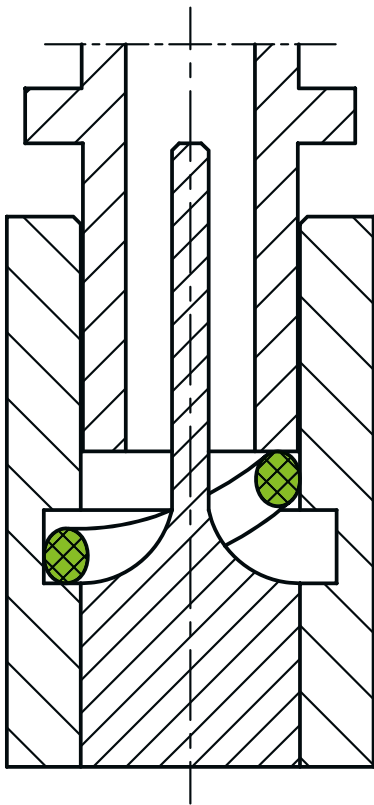
Informations techniques

Résistance à la déchirure amorcée

La résistance à la déchirure amorcée est la force maximale qu'un corps normalisé entaillé oppose à la propagation de la déchirure. L'essai se fait selon DIN ISO 34-1. La résistance à la déchirure amorcée est une mesure pour la susceptibilité aux entailles qui peuvent se produire par exemple lors de fautes de montage.

Bei der Montage besteht die Gefahr, die Aussenflächen des Dichtelementes zu beschädigen, indem man sie an reibenden Oberflächen oder nicht korrekt abgerundeten Kanten entlanggleiten lässt. Während der Installation ist deshalb bei vielen Dichtelementen zur Vermeidung von Oberflächenbeschädigungen der Einsatz von Montagehilfen (siehe Bild 1 bis 3) und Schmiermitteln erforderlich.

1

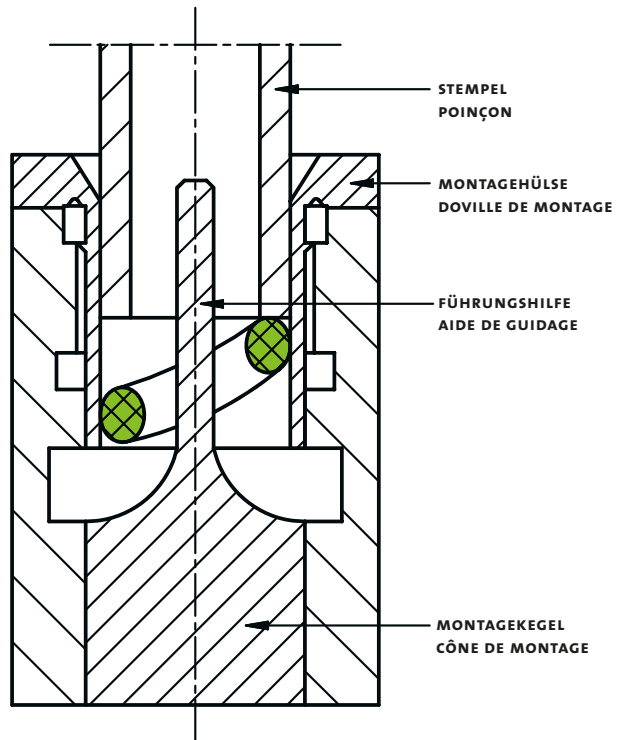


VERWENDUNG EINES STEPELS
UND EINER FÜHRUNGSHÜLSE

EMPLOI D'ON PIONÇON ET
D'UNE AIDE DE GUIDAGE

Lors du montage, le danger d'endommager les surfaces extérieures de l'élément d'étanchéité subsiste quand on les glisse le long de surfaces frottantes ou de arêtes non correctement arrondies. De ce fait, pour l'installation d'éléments d'étanchéité, l'emploi d'aides de montage (voir image 1 à 3) et de lubrifiants est souvent nécessaire pour éviter l'endommagement des surfaces.

2



VERWENDUNG EINES STEPELS
UND EINER FÜHRUNGSHÜLSE

EMPLOI D'ON PIONÇON ET
D'UNE AIDE DE GUIDAGE

3



VERWENDUNG EINER MONTAGEHÜLSE
EMPLOI D'UNE DOVILLE DE MONTAGE

Das Verhalten der Elastomere widerspiegelt die Vorgänge auf der molekularen Ebene. Diese sind gekennzeichnet durch eine dreidimensionale Vernetzung gefalteter und verdrehter Polymerketten, mit verteilten Querverbindungen. Angeregt durch thermische Energie, drehen sich die Kettensegmente zufallsverteilt um die Bindungsstellen. Wenn Gummi sich dehnt, werden die verdrehten Ketten zusehends gestreckt. Bei den Elastomeren ist eine thermische Bewegung der Molekülketten nur möglich, wenn dafür freier Raum bzw. Volumen zur Verfügung steht. Dieses freie Volumen ermöglicht jedoch den angrenzenden freien Flüssigkeitsmolekülen, ins Innere eines Elastomerteils vorzudringen.

Dieser Vorgang hält an, bis die Konzentration ein Gleichgewicht erreicht, das vom speziellen Elastomer und der Art der Flüssigkeit abhängt. Als Folge der Flüssigkeitsaufnahme kann das Elastomer aufquellen und oder erweichen. Bei einer Schrumpfung werden die löslichen Mischungsbestandteile aus dem Elastomer extrahiert. Jede Volumenänderung, ob Quellung oder Schrumpfung, ist mit Änderungen der mechanischen Eigenschaften des Elastomers wie Härte, Elastizität, Zugfestigkeit, Bruchdehnung oder dem Tieftemperaturverhalten verbunden. Es ist daher unbedingt empfehlenswert, die Beständigkeit des Elastomers gegenüber den eingesetzten Medien zu prüfen.

Le comportement des élastomères reflète les processus au niveau moléculaire. A ce niveau, nous avons une réticulation tridimensionnelle des chaînes de polymères pliés et vrillés avec des interconnexions réparties. Excités par l'énergie thermique, les segments des chaînes moléculaires à distribution aléatoire tournent autour des sites de liaison. Quand le caoutchouc se dilate, les chaînes tordues s'étendent de plus en plus. Avec les élastomères, un mouvement thermique des chaînes moléculaires est possible uniquement s'il y a de l'espace respectivement du volume disponible. Cependant, ce volume disponible permet uniquement aux molécules libres adjacentes du liquide de pénétrer à l'intérieur de l'élastomère.

Ce processus continue jusqu'à ce que la concentration atteigne un équilibre dépendant de l'élastomère spécifique et du type de liquide spécifique. A cause de l'absorption du liquide, l'élastomère peut se gonfler ou se ramollir. En cas de rétraction, les composants solubles du mélange sont extraits de l'élastomère. Chaque changement de volume, soit gonflement ou rétraction, a pour conséquence une modification des propriétés mécaniques de l'élastomère, telles que la dureté, l'élasticité, la résistance à la traction, l'allongement à la rupture ou le comportement à basses températures. Il est donc fortement recommandé de vérifier la résistance de l'élastomère avec les milieux employés.

Technische Informationen

Schmiermittel und Montagefette

Schmiermittel werden in allen Arten von Dichtsystemen eingesetzt. Die Vorzüge sind:

- Erleichterter Einbau des Dichtungselementes
- Reduktion der Reibung
- Erhöhung der Lebensdauer
- Bessere Wärmeverteilung
- Schutz gegenüber Umgebung

Den grössten Nutzen bieten Schmiermittel zweifellos bei der Montage. Die Kräfte bei der Montage können erheblich reduziert werden, und es besteht eine geringere Gefahr einer Verdrehung, vor allem bei O-Ringen. Besonders bei dynamischen Anwendungen muss geschmiert werden. Bei der Auswahl des Schmierstoffs sollten folgende Bedingungen erfüllt werden:

- Der Dichtungswerkstoff muss chemisch beständig sein gegenüber dem zu verwendenden Schmiermittel
- Das Schmiermittel muss den ganzen zu erwartenden Temperaturbereich abdecken
- Die Verträglichkeit mit dem Arbeitsmedium muss gewährleistet sein
- Die Dichtung sollte den Gleitfilm nicht wegwischen können

Kubo Tech AG bietet folgende Schmierstoffe an:

- Parker O-Lube (Art.-Nr. 1234-109239)
- Parker Super O-Lube (Art.-Nr. 1234-109240)

□ PARKER O-LUBE

Parker O-Lube ist ein mit Barium verseiftes Schmiermittel auf Mineralölbasis, das die Montage erleichtert und die Lebensdauer einer Gummidichtung verlängert. Die besten Ergebnisse werden erzielt, wenn sowohl die Dichtung als auch die Gleitflächen damit eingefettet werden. Besonders empfohlen wird es in Niederdrucksystemen für wechselwirkende und mit geringer Geschwindigkeit oszillierende oder rotierende Dichtungen. Parker O-Lube wird nicht empfohlen in Systemen mit Mikrofiltern oder bei nicht mineralölbeständigen Dichtungen (Bsp. EPDM).

Technische Daten:

80% mineralölbasierendes Fett
ca. 20% Bariumstearat
max. 0,2% Wasser
Stockpunkt: -4 °C
Flammpunkt: 224 °C
empfohlener Temperaturbereich: -30 °C bis 120 °C

□ PARKER SUPER O-LUBE

Es ist ein Schmierstoff auf Silikonbasis und ist mit allen Elastomeren verträglich. Bei Elastomeren auf Silikonbasis darf es nur als dünner Film aufgetragen werden. Dieser Werkstoff haftet besonders gut auf Elastomeren und Metallen und weist einen breiten Temperaturbereich aus. Er schützt ungesättigte Polymere wie NBR vor der Einwirkung durch Witterung oder Ozon. Es kann bei hohen Drücken sowie bei Vakuumsystemen angewendet werden. Super O-Lube ist nicht toxisch und kann in Systemen mit Mikrofiltern (bis 30 µm) eingesetzt werden.

Technische Daten:

Silikonfett
Stockpunkt: -33 °C
Flammpunkt: 321 °C
Empfohlener Temperaturbereich: -55 °C bis 200 °C

Informations techniques

Lubrifiants et graisses de montage

Les lubrifiants sont utilisés dans de multiples systèmes d'étanchéité. Leurs avantages sont:

- Montage facilité de l'élément d'étanchéité
- Réduction du frottement
- Augmentation de la durée de vie
- Meilleure distribution de la chaleur
- Protection contre les influences ambiantes

C'est sans doute lors du montage que les lubrifiants sont le plus utiles. Avec les lubrifiants, les forces de montage peuvent être considérablement réduites. De plus, les joints toriques risquent moins d'être vrillés. Notamment dans les applications dynamiques, une lubrification est essentielle. Le choix de la substance lubrifiante dépend des facteurs suivants:

- Le matériau d'étanchéité doit être chimiquement résistant par rapport au lubrifiant
- Le lubrifiant doit couvrir l'entière gamme de température attendue
- La compatibilité avec le fluide de travail doit être garantie
- Le joint ne doit pas être à même de supprimer la couche lubrifiante

Kubo Tech AG offre les lubrifiants suivants:

- Parker O-Lube (n° art. 1234-109239)
- Parker Super O-Lube (n° art. 1234-109240)

□ PARKER O-LUBE

Parker O-Lube est un lubrifiant saponifié au baryum à base d'huile minérale qui facilite le montage et augmente la durée de vie du joint en caoutchouc. Pour obtenir le meilleur résultat possible, il est recommandé de lubrifier soit le joint soit la surface de glissement. Il est particulièrement recommandé pour les systèmes à basse pression pour joints interactifs à rotation ou à oscillation avec basses vitesses. Parker O-Lube n'est pas recommandé dans les systèmes avec microfiltre ou en combinaison avec des joints non résistants aux huiles minérales (par exemple EPDM).

Données techniques:

80% graisse à base d'huile minérale
env. 20% stéarate de baryum
max. 0,2% eau
Point d'écoulement: -4 °C
Point d'éclair: 224 °C
Gamme de température recommandée: -30 °C à 120 °C

□ PARKER SUPER O-LUBE

Il s'agit d'un lubrifiant à base de silicone compatible avec tous les élastomères. Sur les élastomères à base de silicone, on doit appliquer seulement une pellicule très fine. Ce lubrifiant adhère particulièrement bien aux élastomères et aux métaux. Il a une gamme de température très vaste. Il protège les polymères insaturés tels que le NBR de la corrosion atmosphérique et de l'action ozone. Il peut être employé en présence de hautes températures et dans les systèmes sous vide. Super O-Lube n'est pas toxique et peut être utilisé dans les systèmes avec microfiltres (jusqu'à 30 µm).

Données techniques:

Graisse silicone
Point d'écoulement: -33 °C
Point d'éclair: 321 °C
Gamme de température recommandée: -55 °C à 200 °C

Technische Informationen

Zulässige Gebrauchstemperaturen

Die zulässigen Gebrauchstemperaturen sollen darüber Auskunft geben, in welchem Temperaturbereich die Kunststoffe ohne wesentliche Belastung eingesetzt werden können. Dabei spielen sowohl die mechanischen Eigenschaften wie auch das Alterungsverhalten eine Rolle.

Es gibt innerhalb einer Elastomer-Gruppe viele verschiedene Mischungen (Compounds) mit unterschiedlichen, spezifischen Eigenschaften für spezielle Anwendungen. Insbesondere die Füllstoffe und die Vernetzungsart haben einen grossen Einfluss auf die Eigenschaften und eben auch auf die Gebrauchstemperaturen. Im nachstehenden Diagramm sind die üblich zulässigen Gebrauchstemperaturen in dunkler Farbe angegeben. Mit spezifisch getrimmten Compounds können aber auch höhere beziehungsweise tiefere Temperaturwerte erreicht werden. Diese sind im Diagramm mit heller Farbe dargestellt. Im ausgeweiteten Temperaturbereich sind nicht automatisch sämtliche Werkstoffeigenschaften gleich wie im üblichen Bereich. Sämtliche Anwendungen in den oberen sowie auch in den tieferen Temperaturbereichen des jeweiligen Elastomers sind sorgfältig zu untersuchen und nötigenfalls in Versuchen zu erproben.

Speziell ist auch darauf zu achten, dass die chemische Beständigkeit gegenüber aggressiven Medien temperaturabhängig ist, das heisst, dass ein Elastomer bei Raumtemperatur beständig gegen ein bestimmtes Medium sein kann, bei erhöhter Einsatztemperatur die Beständigkeit aber drastisch nachlassen kann.

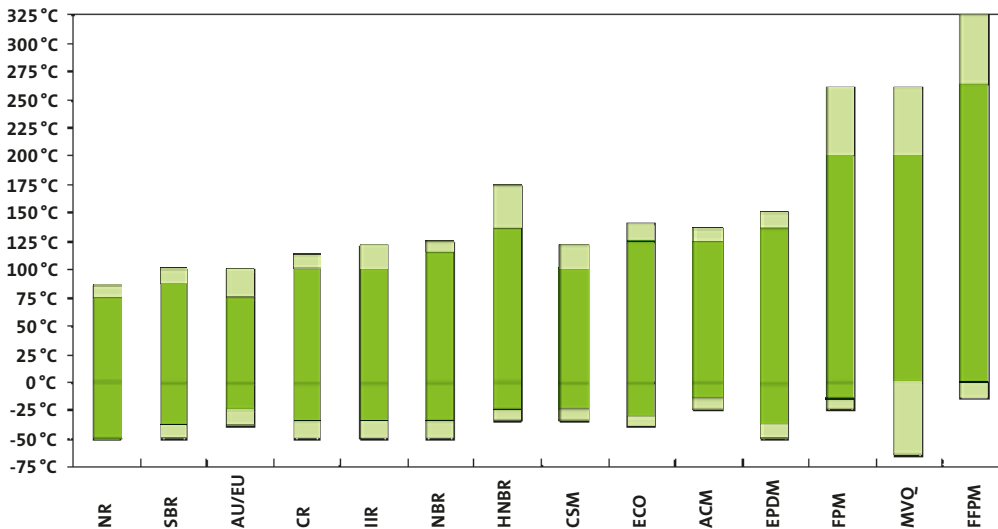
Informations techniques

Températures de service admissibles

Les températures de service admissibles devraient renseigner sur la gamme des températures dans lesquelles les matières synthétiques peuvent être utilisées sans surcharge. Dans ce contexte, les propriétés mécaniques et le comportement au vieillissement jouent un rôle important.

Parmi les groupes d'élastomères, il y a de nombreux mélanges différents (compounds) avec des propriétés diverses et spécifiques selon les applications. Notamment les matériaux de remplissage et le type de réticulation ont une grande influence sur les propriétés et donc sur les températures de service. Dans le diagramme ci-dessous les températures de service admissibles courantes figurent en couleur foncée. Avec des mélanges spécialement adaptés, il est pourtant possible d'obtenir des gammes de température plus hautes ou plus basses. Celles-ci sont représentées en couleur claire. Dans la gamme de température élargie, les propriétés du mélange ne sont pas nécessairement égales à celles de la gamme de température courante. Toutes les applications des gammes de températures plus hautes ou plus basses de l'élastomère correspondante doivent être analysées en détail et, si besoin est, testées.

En particulier, il faut aussi tenir compte du fait que la résistance chimique par rapport aux milieux agressifs dépend de la température. Cela veut dire qu'un élastomère résistant à un certain milieu à température ambiante ne va pas nécessairement être résistant au même milieu en cas de température de service plus haute.



■ Dauerbetriebstemperatur für eine Elastomer-Gruppe bei 1000 Betriebsstunden.

■ Erreichbar mit einem Spezialcompound und unter genau bekannten Betriebsbedingungen.

■ Température de service constante par groupe d'élastomères pour 1000 heures de service.

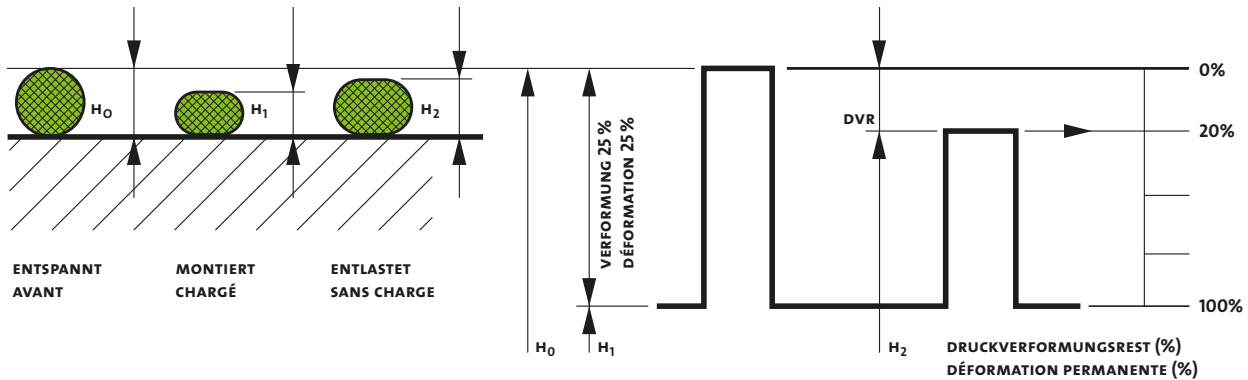
■ Atteignable avec un mélange spécial et sous des conditions de service connues en détail.

Technische Informationen
Druckverformungsrest

Die Restverformung wird unter der Bezeichnung Druckverformungsrest nach DIN ISO 815 oder AST M D 395 Methode B genormt.

$$\text{Druckverformungsrest [\%]} = \left[\frac{H_0 - H_2 \cdot 100}{H_0 - H_1} \right]$$

Bei der Prüfung wird der O-Ring 25% verpresst und während 22 Stunden im Wärmeschrank bei +100 °C gelagert. Danach wird der Prüfling entlastet und die Querschnittsveränderung gemessen. Dieses einfache Prüfverfahren lässt Rückschlüsse über die «inneren Werte» des Elastomers zu, da ja die Rückstellkraft des Werkstoffes massgebend für die Dichtfunktion ist. Fällt die Querschnittsreduktion gering aus, so ist der Druckverformungsrest ebenfalls klein, was auf ein gutes elastisches Verhalten des Werkstoffes hinweist.



Die bleibende Verformung ist abhängig von:

- Elastomertyp
- Mischungsaufbau und Vulkanisationsgrad
- Temperatur
- Form des Teils

Bei ganz bestimmten Anwendungen kann die bleibende Verformung nach einer Zugbeanspruchung von Bedeutung sein. In diesem Fall wird grundsätzlich gleich wie beim Druckverformungsrest vorgegangen, nur dass hier eine Zug-Dehn-Beanspruchung von max. 75 % der effektiven Bruchdehnung angewendet wird.

Informations techniques
Déformation permanente (compression set)

La déformation permanente est définie dans la norme DIN ISO 815 ou AST M D 395 méthode B.

$$\text{Déformation permanente [\%]} = \left[\frac{H_0 - H_2 \cdot 100}{H_0 - H_1} \right]$$

Lors de l'épreuve, le joint torique est comprimé de 25 % et stocké dans une armoire chauffante à +100 °C pendant 22 h. Après cela, on enlève la charge sur le joint et on mesure la déformation de la section. Grâce à cette méthode simple de test on peut tirer des conclusions sur la résilience du matériau, ce qui est essentiel pour l'étanchéité. Si la réduction de la section est minimale, la déformation permanente est aussi petite, ce qui indique une bonne élasticité du matériau.

La déformation permanente dépend des facteurs suivants:

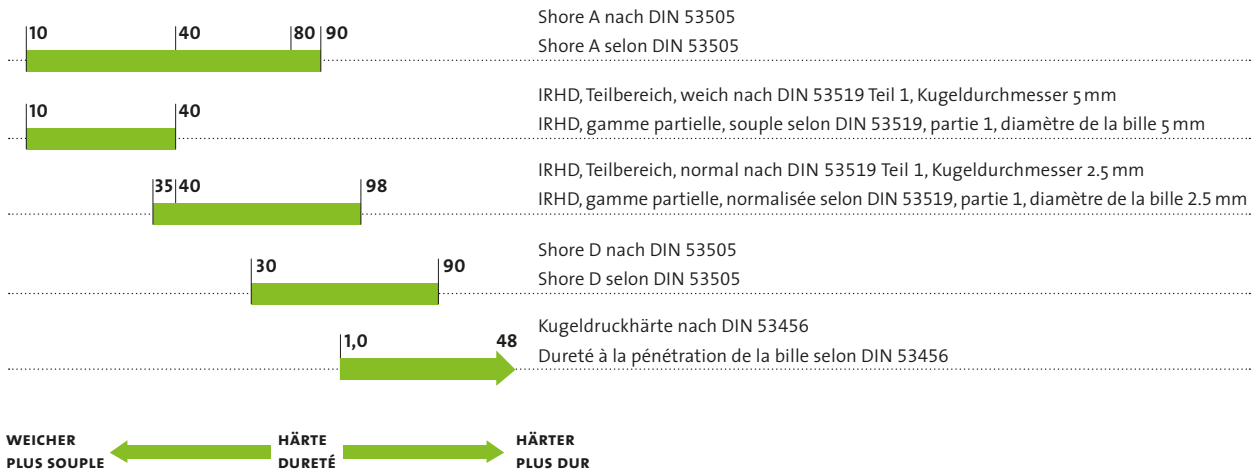
- Type d'élastomère
- Structure du mélange et degré de vulcanisation
- Température
- Forme de la pièce

Dans des applications très spéciales, la déformation permanente, après un effort de traction, peut être significative. Dans ce cas, le procédé est fondamentalement le même que pour la déformation permanente, sauf que dans ce cas, on applique un effort de traction et d'allongement d'un maximum de 75 % de l'allongement de rupture effectif.

HÄRTE

Als kennzeichnende Grösse wird üblicherweise die Shore A-Härte benutzt (Anmerkung: Ähnlich geht man auch zur Charakterisierung von Weich-PVC vor). Diese Härteprüfung wird gemäss DIN 53505 durch Eindringen eines stiftartigen Körpers (Eindringkörper) durchgeführt. Man unterscheidet die Prüfung nach Shore A (Eindringkörper: Kugelstumpf) und nach Shore D (Eindringkörper: Kegel mit abgerundeter Spitze). Die Härteskala umfasst für beide Prüfungen den Bereich 0 bis 100, wobei null der kleinsten (weich), 100 der grössten Härte (hart) entspricht. Shore A ist für weichere Elastomere im Bereich von 10 bis 90 anzuwenden, Shore D für härtere im Bereich von 30 bis 90.

Nachstehend eine Gegenüberstellung der Härtemessskalen, welche keine lineare Korrelation zueinander haben, weil Belastungskraft, Eindringkörper und Prüfzeit unterschiedlich sind.



DURETÉ

Normalement, pour la désignation de la dureté on utilise le terme de dureté Shore A (également utilisé pour le PVC souple). La détermination de la dureté est effectuée selon DIN 53505 à travers l'introduction d'un corps à forme de broche (poinçon). On distingue entre l'épreuve selon Shore A (poinçon: cône tronqué) et selon Shore D (poinçon: cône avec pointe arrondie). L'échelle de dureté pour les deux épreuves va de 0 à 100, zéro signifiant la dureté la plus petite (souple) et 100 la dureté la plus grande (dure). Shore A doit être appliqué pour les élastomères plus souples dans le domaine de 10 à 90, Shore D pour les élastomères plus durs dans le domaine de 30 à 90.

Ci-dessous, vous trouvez une comparaison des échelles de mesure de dureté. Les différentes échelles n'ont pas de corrélation entre-elles, car l'effort de charge, le poinçon et le temps d'essai sont différents.

Technische Informationen

Lagerung von Dichtungselementen aus Elastomerwerkstoffen

LAGERDAUER

Die Lagerdauer eines elastomeren Dichtungselementes ist auf eine maximale Zeitspanne beschränkt. Dabei hat die Lagerung in einer dafür vorgesehenen Verpackung und unter festgelegten Bedingungen zu erfolgen. Bei Elastomeren gilt der Zeitpunkt der Vernetzung und bei Thermoplasten der Formgebungszeitpunkt als Beginn der Zeitspanne. Das Ende tritt dann ein, wenn sich die Materialeigenschaften des Formteils so stark verändert haben, dass eine für den Einsatz vorgesehene Funktion nicht mehr gewährleistet ist.

Jeder Elastomerwerkstoff wird spezifisch auf die entsprechende Funktion des Formteils ausgelegt. Dabei werden die Mischungsbestandteile des Compound speziell zusammengestellt und angepasst. Gerade die Füllstoffe und Antioxydationsmittel haben einen starken Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften und auf die Lebensdauer des Produkts.

Die nachstehenden minimalen Zeitwerte sollen einen Anhaltspunkt für die Haltbarkeit der Teile geben. In der Praxis können längere Lagerdauern möglich sein, unter der Bedingung, dass eine sachgemässe Lagerung erfolgt.

20 Jahre und mehr:

FFKM	Perfluorkautschuk
FKM	Fluorkautschuk (Viton®)
MVQ	Silikon (Silastic®)
MFQ	Fluorsilikon
ACM	Acrylat-Kautschuk

Bis zu 10 Jahren:

EPDM	Ethylen-Propylen-Dien
CR	Chloropren-Kautschuk (Neopren®)
CSM	Chlorsulfonierter Polyethylen-Kautschuk
IIR	Butyl-Kautschuk
EU/PUR	Polyether-Urethan-Kautschuk

Bis zu 5 Jahren:

NR	Natur-Kautschuk
NBR	Nitril-Butadien-Kautschuk
SBR	Styrol-Butadien-Kautschuk
IR	Isopren-Kautschuk
BR	Butadien-Kautschuk
AU/PUR	Polyester-Urethan-Kautschuk

Es hat sich gezeigt, dass die Lagerungsbedingungen ausschlaggebend sind für die Bestimmung der maximalen Lagerdauer. Daher ist folgenden Punkten besondere Aufmerksamkeit zu schenken:

LICHT

Die elastomeren Dichtungswerkstoffe müssen vor dem natürlichen und auch vor dem künstlichen Licht geschützt werden. Der energiereiche ultraviolette Anteil im Licht führt zu einer raschen Alterung des Werkstoffes. Spezielle lichtundurchlässige Lagerbeutel sorgen für den nötigen Schutz.

TEMPERATUR

Die Lagertemperatur soll +38 °C nicht übersteigen, mit Ausnahme von höheren Temperaturen, die durch kurzfristige Klimawechsel ausgelöst werden. Die Teile sollen fern von Wärmequellen, Heizkörpern und vor allem direktem Sonnenlicht gehalten werden.

Informations techniques

Stockage d'éléments d'étanchéité en matériaux élastomères

DURÉE DE STOCKAGE

La durée de stockage pour un élément d'étanchéité élastomère est limitée. Le stockage des éléments en élastomères doit se faire dans des emballages appropriés et à des conditions bien définies. Selon la définition, la durée de stockage pour les élastomères commence avec la réticulation, et pour les thermoplastes avec le moulage. La fin est atteinte quand les propriétés du matériau ont tellement changé qu'une utilisation pour la fonction prévue n'est plus garantie.

Chaque élastomère est produit spécifiquement pour la fonction prévue de la pièce de forme. Les composants du mélange sont spécialement choisis et adaptés. Notamment les matériaux de remplissage et les agents antioxydants ont une grande influence sur les propriétés mécaniques et la durée de vie du produit.

Les valeurs minimales de stockage ci-dessous vous donnent une indication sur la durée de vie des pièces. Dans la pratique, des durées de stockage plus longues sont possibles à condition que le stockage soit adéquat.

20 ans et plus:

FFKM	Elastomère perfluoré
FKM	Elastomère fluoré (Viton®)
MVQ	Silicone (Silastic®)
MFQ	Silicone fluoré
ACM	Caoutchouc acrylate

Jusqu'à 10 ans:

EPDM	Terpolymère d'éthylènepropylène
CR	Caoutchouc polychloroprène (Neopren®)
CSM	Caoutchouc polyéthylène chlorosulfoné
IIR	Caoutchouc butylé
EU/PUR	Caoutchouc polyéther uréthane

Jusqu'à 5 ans:

NR	Caoutchouc naturel
NBR	Caoutchouc nitrile butadiène
SBR	Styrène Butadiène Rubber
IR	Caoutchouc isoprène
BR	Polybutadiène
AU/PUR	Caoutchouc polyuréthane

L'expérience a prouvé que les conditions de stockage sont décisives pour la durée de stockage maximale. Il est donc recommandé de bien observer les points suivants:

LUMIÈRE

Les matériaux d'étanchéité élastomères doivent être protégés de la lumière naturelle et artificielle. La partie de la lumière ultraviolette riche en énergie provoque un vieillissement précoce du matériau. Des sachets spéciaux, imperméables à la lumière, garantissent une protection optimale.

TEMPÉRATURE

La température de stockage ne doit pas dépasser +38 °C, à l'exception de températures plus hautes dues à des changements de climat à court terme. Les pièces doivent être stockées loin de sources de chaleur, de radiateurs et surtout de la lumière directe du soleil.

Technische Informationen

Lagerung von Dichtungselementen aus Elastomerwerkstoffen

□ LUFTFEUCHTIGKEIT

Die Luftfeuchtigkeit soll so stabilisiert sein, dass keine Kondensation durch die Temperaturschwankungen auftritt. Erfolgt die Lagerung nicht in verschlossenen, wasserdichten Beuteln, so darf die relative Luftfeuchtigkeit 75 % nicht übersteigen. Bei Polyurethanen muss die relative Luftfeuchtigkeit unter 65 % liegen.

□ OZON

Ozon ist sehr reaktiv und hat dadurch eine schädliche Wirkung (Versprödung) auf einige Elastomere. In den Lagerräumen sollen keine leistungsstarken Kollektor-Elektromotoren, Fotokopierer und Laserdrucker betrieben werden. Ebenso sollen Verbrennungsgase und organische Dämpfe ferngehalten werden, da sie durch photochemische Prozesse Ozon verursachen können.

□ DEFORMATION

Elastomere Dichtungen sollen keinen Zug- und Druckbelastungen ausgesetzt werden, die zur Deformation führen. Es sind keine schweren Gegenstände auf die Dichtungen zu legen.

□ KONTAKT MIT MEDIEN

Elastomerteile dürfen zu keinem Zeitpunkt der Lagerung mit flüssigen, festen oder halbfesten Stoffen wie Kraftstoffen, Fetten, Seifen, Säuren, Desinfektions- und Reinigungsmitteln in Kontakt kommen, ausser diese Stoffe bilden einen integrierten Bestandteil der Komponente.

□ KONTAKT MIT METALLEN

Bestimmte Metalle sind bekannt dafür, schädliche Wirkung auf die Elastomere zu haben: Kupfer und dessen Legierungen, Mangan und Eisen mit ihren Oxydschichten. Elastomere Dichtungen sollten nicht im Kontakt mit solchen Metallen gelagert werden. Zusammenvulkanisierte Elastomer-Metalteile sind dabei ausgenommen.

□ KONTAKT MIT TALKUM

Talkumpulver soll verhindern, dass die Elastomerteile aneinanderkleben und die Vereinzelung erschweren. Es soll daher nur so viel Pulver eingesetzt werden, wie für diesen Zweck notwendig ist.

□ KONTAKT MIT WEICHMACHERN

Diverse thermoplastische Kunststoffe, wie zum Beispiel PVC, enthalten flüchtige Weichmacher. Der direkte Kontakt während der Lagerdauer soll vermieden werden. Ebenso sind unterschiedliche Elastomere untereinander zu trennen.

□ LAGERBEWEGUNGEN

Der Lagerumschlag soll nach dem First-in-First-out-Prinzip erfolgen. Ein Vermerk des Einlagerungszeitpunkts ist sehr sinnvoll.

Informations techniques

Stockage d'éléments d'étanchéité en matériaux élastomères



□ HUMIDITÉ DE L'AIR

L'humidité de l'air devrait être stable, de façon à ce qu'il ne se produise pas de condensation à cause des variations de température. Si le stockage ne se fait pas dans des sachets fermés et imperméables, l'humidité relative de l'air ne doit pas dépasser 75 %. Pour les polyuréthanes, l'humidité relative de l'air doit se situer au dessous de 65 %.

□ OZONE

L'ozone est très réactif et a un effet endommageant (fragilisation) sur quelques élastomères. Dans les locaux de stockage il ne devrait pas y avoir de moteurs électriques collecteurs, de photocopieuses et d'imprimantes laser très performantes en fonction. De même, il faut éviter les gaz d'échappement et les vapeurs organiques, car ils peuvent produire de l'ozone suite à des processus photochimiques.

□ DÉFORMATION

Les joints élastomères ne doivent pas être exposés à des charges de traction ou de compression qui peuvent provoquer une déformation. Il ne faut pas poser des objets lourds sur les joints.

□ CONTACT AVEC LES MILIEUX

Pendant le stockage, les pièces en élastomères ne doivent jamais être en contact avec des substances liquides, solides ou semi-solides telles que carburants, graisses, savons, acides, agents désinfectants ou nettoyants, sauf si ces substances font partie intégrante d'un composant.

□ CONTACT AVEC DES MÉTAUX

Il est connu que certains métaux ont un effet nocif sur les élastomères. Le cuivre, ses alliages, le manganèse et le fer produisent des couches d'oxyde. Les joints en élastomères ne devraient pas être stockés en contact avec de tels métaux. Une exception sont les pièces en caoutchouc-métal vulcanisées.

□ CONTACT AVEC DU TALC

Le talc en poudre sert à éviter que les pièces en élastomères collent les unes aux autres. Il faut cependant utiliser les quantités de poudre adéquates.

□ CONTACT AVEC DES AGENTS PLASTIFIANTS

Diverses matières synthétiques thermoplastiques comme par exemple le PVC contiennent des agents plastifiants volatiles. Le contact direct pendant le stockage devrait être évité. De même, les différents élastomères doivent être stockés séparément.

□ ROTATION DES STOCKS

La rotation des stocks devrait se faire selon le principe du First-in-First-out. Il est recommandé de noter la date de la mise en stock.

Die Werkstoffeigenschaften verändern sich im Verlaufe der Gebrauchsdauer. Dabei spielen äussere Einflüsse eine sehr grosse Rolle. Wird ein elastomerer Werkstoff auch unter idealen Bedingungen über Jahre gelagert, verändern sich seine spezifischen Eigenschaften, und die anschliessende Gebrauchsdauer kann sich teilweise stark reduzieren. Die Alterung ist von der Art der Kautschukmoleküle abhängig. Die langen Kettenstrukturen bestehen aus vielen angeordneten Molekülen. Diese Verbindungen können anfällig für chemische Reaktionen sein. Es gibt drei verschiedene Reaktionsarten:

□ SPALTUNG

Die Molekülverbindungen werden gespalten, sodass kleine Segmente entstehen. Ozon, UV-Licht und radioaktive Strahlung können eine solche Spaltreaktion verursachen.

□ QUERVERBINDUNGEN

Querverbindungen entstehen in einem Oxidationsprozess, welcher durch hohe Temperaturen und Sauerstoff begünstigt wird. Es entstehen zusätzliche intermolekulare Verbindungen.

□ MODIFIKATION DER MOLEKÜLNEBENGRUPPEN

Es handelt sich dabei um eine Veränderung der Molekülstruktur durch eine chemische Reaktion, welche sehr oft nur in der Randzone auftritt.

□ ALTERUNGSTESTS

Es gibt eine Vielzahl von Laborprüfmethoden, welche das Alterungsverhalten der Elastomere zu bestimmen versuchen, wie z.B.

- Wechseltemperatur- oder Wechselklimaprüfung
- Ozonalterungsprüfung
- Warmluftalterungsprüfung
- UV-Bestrahlungsprüfung
- Sauerstoffalterungsprüfung

Je weniger die nach dem jeweiligen Alterungstest ermittelten Werte von den ursprünglichen Werten abweichen, desto besser ist die Alterungsbeständigkeit. Alle diese Prüfverfahren sind in den entsprechenden Normen beschrieben. Grundsätzlich muss jedoch festgehalten werden, dass es keine absolut sichere Voraussage über das Alterungsverhalten gibt. Die Ergebnisse aus solchen Tests dürfen nur als Richtwerte verwendet werden.

Les caractéristiques des matériaux se modifient au cours de la durée d'utilisation. Dans ce processus de modification, les influences extérieures sont extrêmement importantes. Même si un élastomère est stocké sous des conditions idéales pendant des années, ses propriétés spécifiques changent et sa durée de vie peut se réduire de façon essentielle. Le vieillissement dépend du type de molécule de caoutchouc. Les longues chaînes sont composées de nombreux molécules reliés entre-eux. Ces liaisons peuvent être susceptibles aux réactions chimiques. Trois types de réactions peuvent se vérifier:

□ FISSION

Les liaisons de molécules se dissocient et de petits segments se créent. Une telle fission peut être provoquée par l'ozone, la lumière UV ou par une radiation radioactive.

□ LIAISONS TRANSVERSALES

Les liaisons transversales se produisent par un processus d'oxydation favorisé par de hautes températures et de l'oxygène. Il en résulte des liaisons intermoléculaires supplémentaires.

□ MODIFICATION DES GROUPES DE MOLECULES SECONDAIRES

Il s'agit ici d'une modification de la structure moléculaire due à une réaction chimique qui se produit souvent seulement dans les zones marginales.

□ TESTS DE VIEILLISSEMENT

Il existe un grand nombre de méthodes d'essai en laboratoire pour établir le comportement de vieillissement des élastomères, tels que par exemple:

- Essai de variation de températures
- Essai de vieillissement par ozone
- Essai de vieillissement par air chaud
- Essai par irradiation UV
- Essai de vieillissement par oxygène

Moins les valeurs résultant des essais diffèrent des valeurs originales, meilleure est la résistance au vieillissement. Toutes ces méthodes d'essai sont décrites dans les normes correspondantes. Il faut cependant retenir qu'il n'existe pas de prévision absolument sûre sur le comportement au vieillissement. Les résultats des essais ne sont que des valeurs indicatives.

Technische Informationen

Korrosion in Bezug auf Elastomere

Es kann vorkommen, dass Metalloberflächen im Kontaktbereich mit Elastomeren korrodieren. Korrosion bezeichnet die chemische Reaktion oder eine elektrochemische Reaktion eines meist metallischen Werkstoffes mit Stoffen aus seiner Umgebung in einem Korrosionselement, wobei eine messbare Veränderung am Werkstoff eintritt, meist eine Änderung der Farbe sowie oft eine negative Veränderung der sonstigen Oberflächeneigenschaften. Die Norm definiert 37 verschiedene Korrosionsarten, wie z.Bsp:

- Säurekorrosion
- Sauerstoffkorrosion
- Kontaktkorrosion
- Spaltkorrosion
- Interkristalline Korrosion

Chlorhaltige Elastomere wie z.B. CR, ECO, CO können durch erhöhte Temperaturen oder Umwelteinflüsse Salzsäure abspalten und somit eine Korrosion verursachen. Elastomere, welche mit Schwefel vernetzt werden, weisen oft noch ungebundenen Schwefel auf. Dieser freie Schwefel kann sich mit vielen Metallen und Legierungen, wie z.B. Silber, Kupfer, Blei, unter Bildung von Metallsulfiden chemisch binden, wodurch Verfärbungen und Korrosionsschäden entstehen.

Informations techniques

Corrosion en rapport avec les élastomères

Les surfaces métalliques peuvent corroder en contact avec les élastomères. La corrosion désigne la réaction chimique ou électrochimique d'un matériau – souvent métallique – avec les substances de son milieu (oxydants) qui engendre une altération mesurable de ce matériau, par exemple un changement de la couleur ou souvent un changement négatif de ses propriétés de surface. La norme définit 37 formes différentes de corrosion, telles que par exemple:

- Corrosion par acides
- Corrosion par oxygène
- Corrosion par contact
- Corrosion par fissure
- Corrosion intergranulaire

Les élastomères contenant du chlore tels que par exemple le CR, l'ECO et le CO, sous de températures élevées, peuvent émaner de l'acide chlorhydrique et provoquer ainsi une corrosion. Les élastomères réticulés avec du soufre, souvent contiennent du soufre non encore réticulé. Ce soufre non réticulé peut se lier chimiquement à de nombreux métaux et alliages tels que par exemple l'argent, le cuivre et le plomb. Cette réaction produit des sulfures métalliques qui engendrent des changements de couleur et des dommages de corrosion.

Reibung, auch als Friktion bezeichnet, ist die Hemmung einer Bewegung, die zwischen sich berührenden Festkörpern oder Teilchen auftritt. Man unterscheidet zwischen äusserer Reibung und innerer Reibung.

Äussere Reibung wird auch als Festkörperreibung bezeichnet, weil sie zwischen den Kontaktflächen von sich berührenden Festkörpern auftritt. Sie wird unterteilt in Haftreibung und Gleitreibung. Sie können zugleich oder abwechselnd auftreten; zum Beispiel ist der Stick-Slip-Effekt ein periodischer Übergang zwischen Haft- und Gleitreibung. Dabei sind die Reibungskoeffizienten μ abhängig von der Beschaffenheit der Oberflächen. Der Koeffizient für Haften ist grundsätzlich grösser als jener für Gleiten. Ihr Wert wird experimentell bestimmt.

Innere Reibung bewirkt die Zähigkeit von Materialien und Fluiden und hat Einfluss auf Verformungen und Strömungen. Neben der Bewegung der Teilchen in einem Stoff beschreibt die innere Reibung auch den Reibungswiderstand von Körpern, die sich in Fluiden bewegen. Typischerweise nimmt in Gasen die innere Reibung (Viskosität) mit der Temperatur zu und in Flüssigkeiten ab.

▣ REIBUNGSZUSTÄNDE IN DER SCHMIERUNGSTECHNIK

Die Optimierung von Reibungsvorgängen ist Gegenstand der Tribologie.

Bei der Festkörperreibung berühren sich die aufeinander gleitenden Flächen. Dabei werden Oberflächenerhöhungen eingeebnet (Abrieb oder Verschleiss). Bei ungünstiger Werkstoffpaarung und grosser Flächenpressung verschweissen die Oberflächen miteinander (Adhäsion). Festkörperreibung tritt beispielsweise bei Verwendung von Trockenschmierstoffen (Graphit, PTFE) auf, wenn kein Schmierstoff verwendet wird oder die Schmierung versagt. Dieser Reibungszustand wird daher auch als Trockenreibung bezeichnet.

Die Mischreibung kann bei unzureichender Schmierung oder zu Beginn der Bewegung zweier Reibpartner mit Schmierung auftreten. Dabei berühren sich die Gleitflächen punktuell. Die Reibkraft im Mischreibungsgebiet ist geschwindigkeitsabhängig. Dabei nimmt die Reibkraft bzw. das Reibmoment mit steigender Gleitgeschwindigkeit ab, bis reine Flüssigkeitsreibung auftritt und die Reibflächen trennt. Bei weiter steigender Gleitgeschwindigkeit nimmt dann die Reibkraft/das Reibmoment wieder zu. Im Mischreibungsgebiet nimmt der Verschleiss ähnlich mit dem Reibmoment ab, bis die Gleitgeschwindigkeit die verschleissfreie Flüssigkeitsreibung erreicht hat. Die Mischreibung ist daher im Dauerbetrieb stets unerwünscht, ist aber manchmal unvermeidlich.

Die Flüssigkeitsreibung tritt dann auf, wenn sich zwischen den Gleitflächen ein permanenter Schmierfilm bildet. Typische Schmierstoffe sind Öle, Wasser, aber auch Gase. Die Gleitflächen sind vollständig voneinander getrennt. Die entstehende Reibung beruht darauf, dass die Schmierstoffmoleküle aufeinander gleiten. Damit diese Scherkräfte nur zu einer tragbaren Temperaturerhöhung des Schmierstoffes führen, muss die entstehende Wärme auf geeignete Weise abgeführt werden. Flüssigkeitsreibung

Le frottement, ou friction, est une interaction qui s'oppose au mouvement relatif entre deux systèmes en contact. On distingue le frottement sec et le frottement visqueux.

Le frottement sec se produit entre les surfaces de contact de corps solides qui se touchent. Il est subdivisé en adhérence et frottement de glissement. Les deux peuvent se produire en même temps ou alternativement. Par exemple, l'effet stick-slip est un passage périodique entre frottement de glissement et adhérence. Les coefficients de frottement μ dépendent de l'état des surfaces. Le coefficient pour l'adhérence est principalement plus grand que celui de glissement. Leurs valeurs sont déterminées par essai.

Le frottement visqueux dépend de la viscosité des matériaux et fluides. Elle influence les déformations et l'écoulement. Outre le mouvement des particules dans une substance, le frottement visqueux décrit aussi la résistance de frottement de corps solides se déplaçant dans un milieu fluide. Typiquement, le frottement visqueux (viscosité) augmente en fonction de la température pour les gaz et diminue en fonction de la température pour les liquides.

▣ ÉTATS DE FROTTEMENT DANS LA TECHNIQUE DE LUBRIFICATION

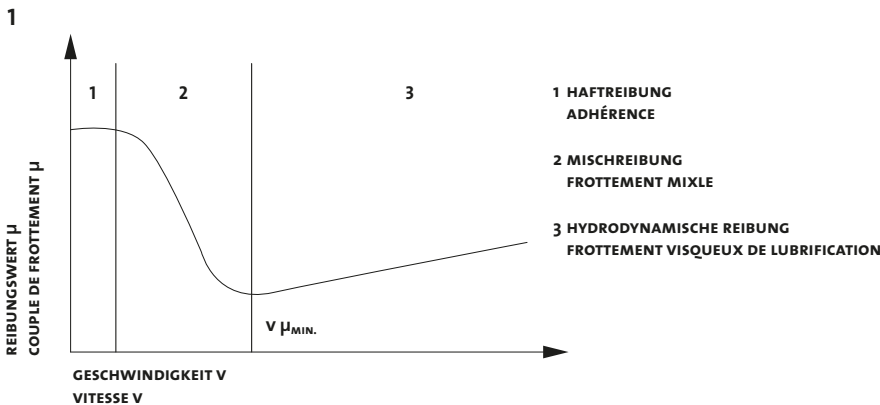
La science qui étudie le frottement entre solides est la tribologie.

Dans le frottement à sec, les deux surfaces glissantes sont en contact direct. Par ce frottement, les inégalités des surfaces sont aplanies (abrasion). En cas d'une paire de surface défavorable et d'une grande pression de surface, les deux surfaces peuvent se souder (adhésion). Le frottement à sec se produit par exemple lors de l'emploi de lubrifiants à sec (graphite, PTFE), ou que l'on n'utilise pas de lubrifiant ou que le lubrifiant fasse défaut.

Le frottement mixte peut se produire en cas de lubrification insuffisante ou au début du mouvement des deux parties en frottement avec lubrification. Les surfaces de glissement se touchent ponctuellement. Le couple de frottement dans le domaine du frottement mixte dépend de la vitesse: la force respectivement le couple de frottement diminue en fonction de l'augmentation de la vitesse de glissement jusqu'à ce que le frottement visqueux pur se produise et que celui-ci sépare les surfaces de frottement. Lorsque la vitesse de glissement continue à augmenter, la force respectivement le couple de frottement recommence à augmenter. Dans le domaine du frottement mixte, l'abrasion diminue presque dans la même mesure que le couple de frottement jusqu'à ce que la vitesse ait atteint le frottement visqueux exempt d'abrasion. De ce fait, le frottement mixte est toujours indésirable dans la marche continue mais parfois inévitable.

Lorsqu'entre deux surfaces de glissement une couche permanente de liquide lubrifiant se forme, on parle de frottement visqueux de lubrification. Les matériaux de lubrification typiques sont les huiles, l'eau, mais aussi les gaz. Les surfaces de glissement ne se touchent pas du tout. Le frottement est causé par le glissement entre les molécules du lubrifiant. Pour que ces efforts de cisaillement ne pro-

ist der gewünschte Reibungszustand. Der Übergang von der Mischreibung zur Flüssigkeitsreibung wird durch die Stribeck-Kurve dargestellt (siehe Bild 1), das Minimum von Reibkraft/-moment der Kurve markiert den Übergang zur reinen Flüssigkeitsreibung.



■ EINFLÜSSE AUF EIN REIBSYSTEM

- Form der Dichtung einschliesslich der Fertigungstoleranz und damit die Vorspannung
- Härte und Oberflächenstruktur des Werkstoffs
- Reibwert des trockenen und des geschmierten Werkstoffs
- Quell- und Temperaturverhalten der Werkstoffe
- Betriebsdruck
- Gleitgeschwindigkeit
- Werkstoffart und Oberflächengüte der abzudichtenden Metallflächen
- Bearbeitungstoleranzen
- Form- und Lagetoleranzen
- Abzudichtendes Medium

Die meisten dieser Faktoren wirken nicht nur für sich allein, sondern sie kumulieren sich.

■ VERSCHLEISS

Reibung verursacht Verschleiss. Die Reibung kann im Vorfeld einer Dichtungsauslegung berechnet bzw. abgeschätzt werden. Der tatsächliche Verschleiss weicht jedoch oft sehr stark von den berechneten Werten ab.

Eine Aussage auf die zu erwartende Lebensdauer der Dichtung ist daher nur bedingt möglich. Es ist empfehlenswert, die Betriebsdauer und den Wartungsaufwand eines Dichtungssystems in einem Feldversuch zu ermitteln.

duisent qu'une augmentation acceptable de la température, la chaleur qui se produit doit être évacuée de façon adéquate. Le frottement visqueux de lubrification est l'état de frottement souhaité. Le passage du frottement mixte au frottement visqueux de lubrification est représenté par la courbe de Stribeck (voir image 1). Le minimum de la force/couple de frottement de la courbe marque le passage au frottement visqueux de lubrification pur.

■ INFLUENCES SUR UN SYSTÈME DE FROTTEMENT

- Forme du joint, inclue la tolérance de fabrication et donc la prétension
- Dureté et structure de surface du matériau
- Coefficient de frottement du matériau à sec et lubrifié
- Comportement de gonflement et thermique du matériau
- Pression de service
- Vitesse de glissement
- Type de matériau et facteur de qualité de la surface des surfaces en métal à étancher
- Tolérances de l'usinage
- Tolérances de forme et position
- Milieu à étancher

La plupart de ces facteurs n'agissent pas seuls, mais leurs effets se cumulent.

■ ABRASION

Le frottement crée de l'abrasion. Le frottement peut être calculé respectivement estimé avant le dimensionnement du joint. Cependant, l'abrasion effective, diffère parfois considérablement des valeurs calculées.

Une prévision sur la durée de vie du joint n'est donc possible que de façon approximative. Il est recommandé de faire des essais in situ sur la durée de service et les frais/coûts d'entretien d'un système d'étanchéité.

Bei Temperaturerhöhung dehnen sich, von ganz wenigen Ausnahmen abgesehen, die Körper nach allen Richtungen aus. Bei festen Körpern wird die Längenausdehnung je 1 °C Temperaturerhöhung als mittlerer Längenausdehnungskoeffizient α (alpha) angegeben. So dehnt sich z.B. Stahl je 1 °C Temperaturerhöhung um etwa 0.000 012 seiner Länge aus. Der lineare Ausdehnungskoeffizient von Elastomeren ist je nach Mischungszusammensetzung verschieden und hängt in erster Linie vom Füllstoffgehalt ab. Er beträgt jedoch immerhin mehr als das Zehnfache des Ausdehnungskoeffizienten von Stahl.

Bei der Auslegung der O-Ring-Nuten wurde dies berücksichtigt. Im dynamischen Anwendungsfall und bei höheren Betriebstemperaturen ist zu berücksichtigen, dass die Ausdehnung des O-Rings zu erhöhter Reibung führt.

Wird ein frei hängender Elastomerstreifen mit einem Gewicht belastet und dann erwärmt, so zieht er sich wider Erwarten zusammen und hebt das Belastungsgewicht an. Dagegen dehnt sich bekanntlich ein unbelasteter Elastomerstreifen bei Erwärmung in Übereinstimmung mit seinem Ausdehnungskoeffizienten aus. Dieses Phänomen wird als Joule-Effekt bezeichnet, der nur eintritt, wenn ein Elastomer zuerst gedehnt und dann erwärmt wird.

In der Praxis muss der Anwender diesem speziellen Sachverhalt Beachtung schenken. So ist dieser Joule-Effekt mitunter eine der Ursachen für die Ausfälle von O-Ringen bei Wellendichtungen. Verwendet man O-Ringe, deren Innendurchmesser kleiner ist als der Wellendurchmesser, so steht der Ring unter Spannung. Somit bewirkt der Joule-Effekt, dass durch die erhöhte Betriebstemperatur oder durch die Reibungswärme sich der O-Ring zusammenzieht. In der Folge vergrößert sich die Reibung und damit die Wärme, wodurch der Elastomer hart und brüchig wird. Daher sind bei dynamischem Einsatz die Nutdimensionen in der Zylinderwand so zu wählen, dass der O-Ring am Innendurchmesser eher gestaucht eingebaut wird.

Richtwerte von linearen Wärmeausdehnungskoeffizienten α einiger elastomerer Werkstoffe und zum Vergleich jene von einigen Metallen:

Elastomere		Linearer Wärmeausdehnungskoeffizient α ($10^{-6} / K$)
Naturkautschuk	NR	180
Styrol-Butadien-Kautschuk	SBR	180
Isobutylene-Isopren-Kautschuk	IIR	130
Acrylnitril-Butadien-Kautschuk mit 28 % Acrylnitril-Gehalt	NBR	175
mit 33 % Acrylnitril-Gehalt		170
mit 38 % Acrylnitril-Gehalt		150
Chloropren-Kautschuk	CR	185
Chlorsulfonierter Polyethylen-Kautschuk	CSM	175
Polyester-Uretan-Kautschuk	AU	175
Vinylmodifizierter Silikon-Kautschuk	MVQ	255

Lors d'augmentation de température, les corps, à quelques rares exceptions près, se dilatent dans toutes les directions. Chez les corps solides, le coefficient de dilatation longitudinale pour chaque 1 °C d'augmentation de température est indiqué comme coefficient moyen de dilatation longitudinal α (alpha). Par exemple, l'acier, pour chaque 1 °C d'augmentation de température se dilate d'environ 0.000 012 de sa longueur. Le coefficient linéaire de dilatation des élastomères est différent selon le mélange et dépend principalement de la teneur en matière de charge. Il est cependant plus de dix fois supérieur au coefficient de dilatation de l'acier.

Lors du dimensionnement des gorges des joints toriques, cela a été pris en considération. En cas d'applications dynamiques et en présence de températures de service plus hautes, il faut tenir compte du fait que la dilatation du joint torique provoque un frottement plus haut.

Si on charge un ruban d'élastomère librement suspendu d'un poids et qu'on le réchauffe, il se rétracte, contrairement à ce qu'on n'attendrait, et augmente ainsi le poids de charge. Par contre, il est connu qu'un ruban élastomère sans charge réchauffé se dilate conformément à son coefficient de dilatation. Ce phénomène est nommé effet «Joule» et il ne se produit que quand un élastomère a été d'abord étendu et puis réchauffé.

Dans la pratique, l'utilisateur doit tenir compte de cet effet particulier. L'effet Joule est parfois la cause d'une défaillance de joints toriques dans des bagues d'étanchéité. Si on utilise des joints toriques avec un diamètre intérieur plus petit que celui de la bague d'étanchéité, le joint se trouve sous tension. L'effet Joule produit une contraction du joint suite à une température de service augmenté ou à la chaleur du frottement. Par conséquent, le frottement augmente et de ce fait la chaleur aussi; l'élastomère devient dur ou fêlé. Pour les utilisations dynamiques, il faut donc choisir les dimensions de la gorge dans la paroi du cylindre de façon telle que le joint torique soit monté plutôt serré sur le diamètre intérieur.

Valeurs indicatives du coefficient de dilatation thermique linéaire α de quelques élastomères en comparaison à ceux de quelques métaux:

Elastomères		Coefficient de dilatation thermique linéaire α ($10^{-6} / K$)
Caoutchouc naturel	NR	180
Caoutchouc styrène butadiène	SBR	180
Caoutchouc butylé	IIR	130
Caoutchouc nitrile butadiène avec 28 % de teneur en acrylique nitrile	NBR	175
avec 33 % de teneur en acrylique nitrile		170
avec 38 % de teneur en acrylique nitrile		150
Caoutchouc chloroprène	CR	185
Caoutchouc polyéthylène chlorosulfoné	CSM	175
Caoutchouc polyuréthane	AU	175
Caoutchouc silicone	MVQ	255

Technische Informationen

Wärmeausdehnung

Metalle		Linearer Wärmeausdehnungskoeffizient α ($10^{-6} / K$)
Zink	Zn	26.5
Aluminium	Al	24
Silber	Ag	19.5
Messing	Ms	18.9
Kupfer	Cu	16.9
Nickel	Ni	13
Stahl	St	12
Titan	Ti	9

Informations techniques

Dilatation thermique

		Coefficient de dilatation thermique linéaire α ($10^{-6} / K$)
Métaux		
Zink	Zn	26.5
Aluminium	Al	24
Argent	Ag	19.5
Laiton	Ms	18.9
Cuivre	Cu	16.9
Nickel	Ni	13
Acier	St	12
Titane	Ti	9

Technische Informationen

Elektrische Eigenschaften von Elastomeren

In immer mehr industriellen Anwendungen werden elektrisch leitfähige Dichtungsmaterialien benötigt, insbesondere um eine Erdung von Bauteilen sicherzustellen. Elastomere können je nach Verwendungsart ein guter Isolator, ein Halbleiter oder elektrisch leitend sein. Bei der Anwendung ist darauf zu achten, dass sich nicht bestimmte Mischungsbestandteile durch das abzudichtende Medium herauslösen. Dies kann eine Veränderung der elektrischen Eigenschaften mit sich führen.

Als elektrisch isolierend gelten Elastomere mit einem elektrischen Widerstand von mindestens $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$. Zu diesen gelten Standardqualitäten von EPDM, IIR, SBR, FKM und MVQ. Mit einem Widerstand von 10^5 bis $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ als Halbleiter geltende Elastomertypen sind zum Beispiel CR und NBR. Als elektrisch leitend gelten Elastomere mit einem elektrischen Widerstand von unter $10^5 \Omega \cdot \text{cm}$. Diesen Compounds (Mischungen) müssen spezielle Füllstoffe gezielt beigemischt werden. Dies können zum Beispiel elektrisch besonders aktive Rüsse oder andere Stoffe sein. Kubo Tech AG unterstützt Sie, einen geeigneten Compound zu definieren.

Informations techniques

Propriétés électriques des élastomères

De plus en plus d'applications industrielles sont employés avec des matériaux d'étanchéité électriquement conductibles, notamment pour garantir la mise à terre des composants. En fonction de leur emploi, les élastomères peuvent être des bons isolants, des semi-conducteurs ou des conducteurs. Lors de l'utilisation, il faut faire attention à ce que aucun composant du mélange ne se dissolvent dans le milieu à étancher. Cela peut engendrer une modification des propriétés électriques.

Sont considérés isolants les élastomères avec une résistance électrique d'au moins $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$. Dans ce groupe, on trouve les qualités standards de EPDM, IIR, SBR, FKM et MVQ. Les élastomères avec une résistance entre 10^5 et $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ sont considérés semi-conducteurs. Exemples sont le CR et le NBR. Les élastomères avec une résistance électrique inférieure à $10^5 \Omega \cdot \text{cm}$ sont considérés des conducteurs. A ces mélanges il faut additionner des charges spéciales, telles que par exemples des suies électriquement particulièrement actives ou d'autres substances. Kubo Tech AG vous aide dans le choix du mélange adéquat.

Technische Informationen

Reissdehnung (Bruchdehnung)

Die Reissdehnung ist ein Materialkennwert, der die Dehnung in % im Augenblick des Zerreißens einer Nennprobe in Bezug auf die Anfangslänge angibt. Die Reissdehnung ist bei der Werkstoffprüfung eine von vielen Kenngrößen und charakterisiert die Verformungsfähigkeit eines Werkstoffes.

▣ VISKOELASTISCHES VERHALTEN BEI ELASTOMEREN

Viskoelastisches Verhalten bedeutet bei Elastomeren, dass sowohl das elastische Verhalten von Festkörpern (reversibel) als auch das viskose Verhalten von Flüssigkeiten (irreversibel) zu beobachten ist. Je nach Art der Beanspruchung ist die eine oder die andere Eigenschaft stärker ausgeprägt. Bei tiefen Temperaturen und hohen Verformungsgeschwindigkeiten dominiert das Festkörperverhalten, während bei hohen Temperaturen und niedrigen Verformungsgeschwindigkeiten viskoses Verhalten auftritt. Letzteres führt zu Kriechen, Spannungsrelaxation oder Kaltfluss. Das viskose Fließen kann durch eine Fixierung der Ketten untereinander (Vernetzung) stark unterdrückt werden. Die weitmaschige Vernetzung bedingt also im Endeffekt das typische gummielastische Verhalten. Die Viskoelastizität der Elastomere hat eine ausgeprägte Zeit- und Temperaturabhängigkeit sehr vieler physikalischer, besonders mechanischer Eigenschaften zur Folge. So liegt bei Stahl ein linearer Zusammenhang zwischen Spannung und Dehnung vor, während beim Elastomer eine nicht-lineare Beziehung zwischen Spannung und Dehnung existiert, die sich unter anderem in einer Abhängigkeit von der Verformungsgeschwindigkeit zeigt (Grafik 1). Als Konsequenz aus dieser Abhängigkeit reagieren Elastomere sehr empfindlich auf Änderungen der Prüfbedingungen. Daher kommt es in der Praxis häufig zu Problemen bei der Korrelation von einfachen physikalischen Prüfergebnissen mit den tatsächlichen vorherrschenden Beanspruchungen eines Elastomerbauteils im Einbauraum. Umso wichtiger ist eine exakte Erstellung von Spezifikationen eines Elastomerbauteils, damit die wichtigsten Eigenschaften des Produkts auch durch Prüfungen abgebildet werden können.

Informations techniques

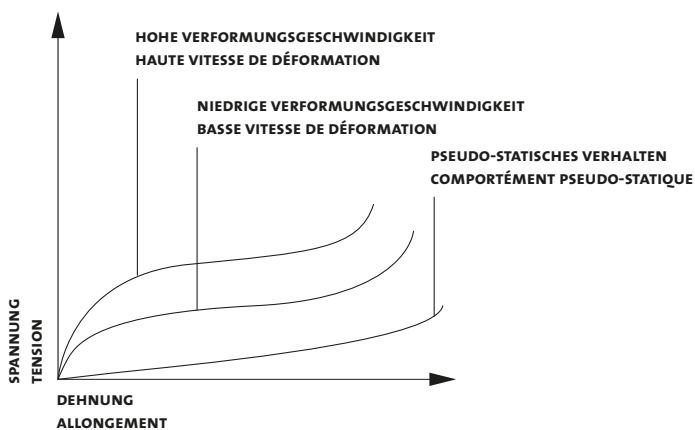
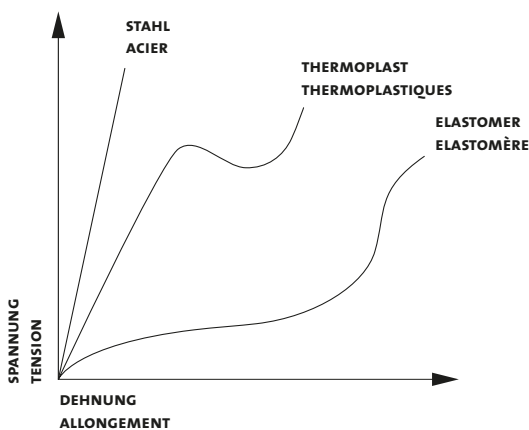
Allongement à la rupture

L'allongement à la rupture est un paramètre de matériau caractéristique, désignant l'allongement en pourcentage de la longueur originale au moment de la rupture d'un échantillon nominal. L'allongement à la rupture est une des nombreuses caractéristiques spécifiques et définit les propriétés de déformation d'un matériau.

▣ COMPORTEMENT VISCOÉLASTIQUE DES ÉLASTOMÈRES

Le comportement viscoélastique, pour les élastomères, signifie que l'on peut observer soit le comportement élastique des corps solides (réversible), soit le comportement visqueux des liquides (irréversible). En fonction du type de sollicitation, l'une ou l'autre caractéristique est plus prononcée. En présence de basses températures et hautes vitesses de déformation, c'est le comportement des corps solides qui est plus prononcé. Par contre, en présence de hautes températures et basses vitesses de déformation, on observe le comportement visqueux. Ce dernier porte au fluage, à une relaxation sous tension ou au fluage au froid. Le fluage visqueux peut être significativement réduit grâce à une fixation des chaînes entre-elles (réticulation). Finalement, c'est donc la réticulation à larges mailles qui cause le comportement élastique du caoutchouc. A cause de la viscoélasticité des élastomères, un très grand nombre de propriétés physiques et surtout mécaniques sont fortement dépendantes du temps et de la température. Par exemple, l'acier présente une corrélation linéaire entre la tension et l'allongement, tandis que l'élastomère présente une corrélation non linéaire entre la tension et l'allongement en dépendance de la vitesse de la déformation (graphique 1). Par conséquent de cette dépendance, les élastomères réagissent de façon très sensible aux changements des paramètres d'essai. Voici la raison pour laquelle, dans la pratique, surgissent souvent des problèmes relatifs à la corrélation entre les résultats des simples essais physiques et les sollicitations effectivement existantes à l'intérieur du composant en élastomère dans l'espace de montage. Il est donc d'autant plus important d'établir des spécifications très précises pour la pièce en élastomère, afin de pouvoir reproduire les caractéristiques les plus importantes aussi dans les essais.

1

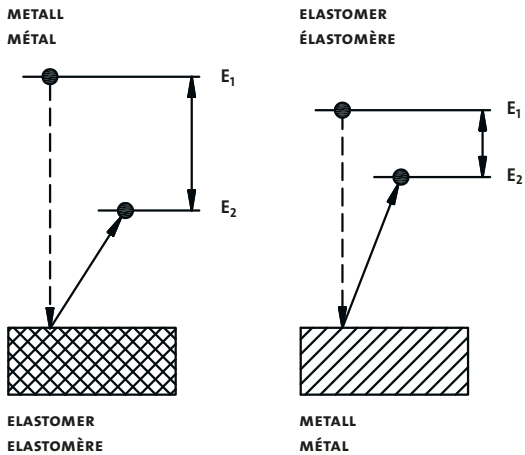


Technische Informationen

Rückprall-Elastizität

Beim Aufprall eines Elastomerballen auf eine harte Unterlage springt dieser um einen kleineren oder grösseren Teil des zurückgelegten Weges zurück (siehe Bild 1). Die so sichtbar gemachte Rückprall-Elastizität ist abhängig von der Qualität, der Rezeptur und der Temperatur (siehe Bild 2). Die nicht zurückgegebene Energie wird in Wärme umgewandelt und kann zu einer starken Aufheizung des Elastomerteils führen.

1



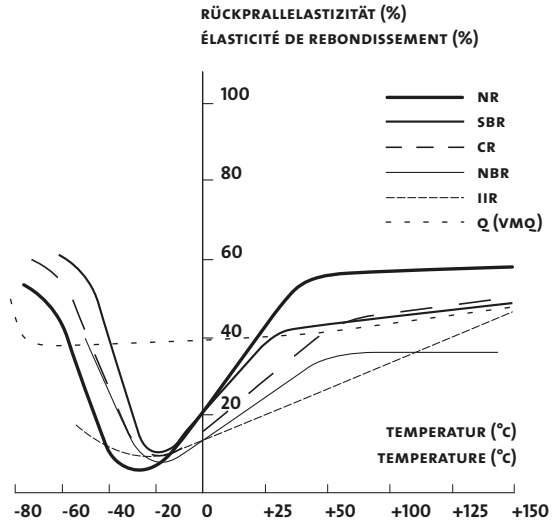
RÜCKPRALLELASTIZITÄT (ELASTOMER UND METALL)
ÉLASTICITÉ DE REBONDISSEMENT (ÉLASTOMÈRE ET MÉTAL)

Informations techniques

Elasticité de rebondissement

Lorsqu'une balle en élastomère percute une surface dure, elle rebondit partiellement du chemin parcouru (image 1). L'élasticité de rebondissement ainsi visualisée dépend de la qualité, de la composition et de la température (image 2). L'énergie qui n'est pas restituée est transformée en chaleur et peut conduire à un fort échauffement de la pièce en élastomère.

2



RÜCKPRALLELASTIZITÄTS-KENNLINIEN VERSCHIEDENER QUALITÄTEN
LIGNES CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉLASTICITÉ DE REBONDISSEMENT DE DIFFÉRENT ÉLASTOMÈRE

Technische Informationen

Kälterichtwert TR

Nach der amerikanischen Norm ASTM D1329 werden die Elastizitätswerte in Abhängigkeit der Temperatur bestimmt, um die Einsatzfähigkeit von Elastomeren im Temperaturbereich unterhalb von 0 °C darzustellen. Zu diesem Zweck werden Elastomerstreifen 100 % gedehnt und mit dieser Dehnung eingefroren. Der gefrorene Elastomer wird entlastet und stufenweise erwärmt, dabei wird die Rückverformung (Retraktion) gemessen. Die Temperatur, bei welcher das Elastomer um 10 % der ursprünglichen 100 % Dehnung zurückfedert, wird als TR₁₀-Wert bezeichnet. Die Kälterichtwerte hängen sehr stark von der Art und der zugegebenen Menge an Weichmachern in den Elastomeren ab. Die Materialhersteller bieten daher spezifische Compounds für den Einsatz bei tieferen Temperaturen an.

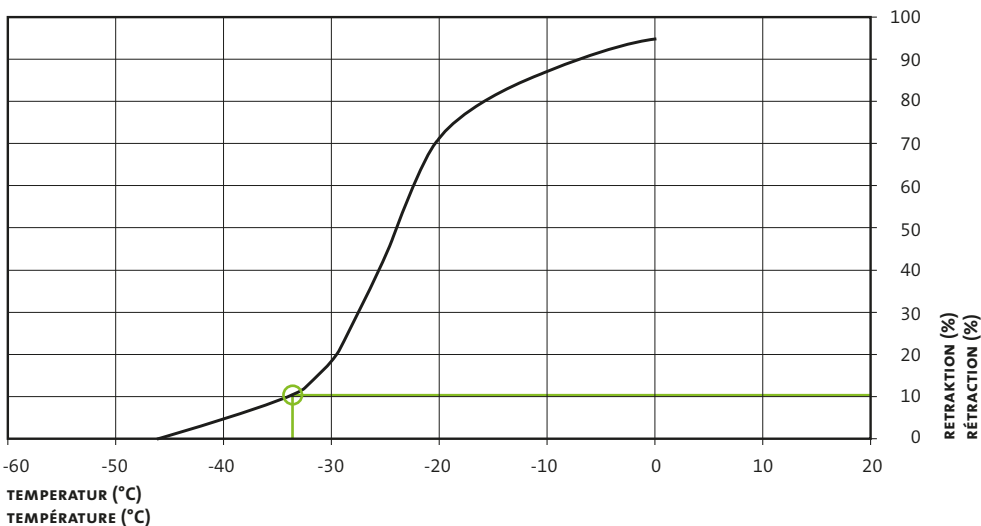
Informations techniques

Température minimale de flexibilité TR

Pour illustrer les possibilités d'emploi des élastomères dans la gamme de températures au dessous de 0 °C, les valeurs de l'élasticité sont définies en fonction de la température selon la norme américaine ASTM D1329. A cette fin, des rubans d'élastomères sont dilatés de 100 % et surgelés avec cette dilatation. L'élastomère congelé est ensuite déchargé et réchauffé graduellement. Pendant ce processus, on mesure la rétraction. La température à laquelle l'élastomère s'est rétracté de 10 % de la dilatation originaire de 100 % est appelée valeur TR₁₀. Les températures minimales de flexibilité dépendent en forte mesure de la quantité et de la qualité des substances plastifiantes dans les élastomères. Les fabricants de matériaux offrent des mélanges spécifiques pour l'emploi à basses températures.

Kälterichtwerte TR eines NBR 70 Shore A

Température minimale de flexibilité TR d'un NBR 70 Shore A



Kälterichtwerte im obigen Beispiel:

TR₁₀: -33 °C
TR₃₀: -27 °C
TR₅₀: -23 °C
TR₇₀: -20 °C

Température minimale de flexibilité dans l'exemple:

TR₁₀: -33 °C
TR₃₀: -27 °C
TR₅₀: -23 °C
TR₇₀: -20 °C

Beispiele von Kälterichtwerten einiger Elastomere:

Vinylmodifizierter Silikon-Kautschuk	MVQ	TR ₁₀ : -57 °C
Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk	EPDM	TR ₁₀ : -46 °C
Chloropren-Kautschuk	CR	TR ₁₀ : -35 °C
Acrylnitril-Butadien-Kautschuk	NBR	TR ₁₀ : -31 °C
Perfluor-Kautschuk	FFKM	TR ₁₀ : -26 °C
Fluor-Kautschuk	FKM	TR ₁₀ : -16 °C

Exemples de température minimale de flexibilité de quelques élastomères:

Caoutchouc silicone	MVQ	TR ₁₀ : -57 °C
Terpolymère d'éthylène propylène	EPDM	TR ₁₀ : -46 °C
Caoutchouc polychloroprène	CR	TR ₁₀ : -35 °C
Caoutchouc nitrile butadiène	NBR	TR ₁₀ : -31 °C
Elastomère perfluoré	FFKM	TR ₁₀ : -26 °C
Elastomère fluoré	FKM	TR ₁₀ : -16 °C

Technische Informationen

Flächenpressung

Die Flächenpressung ist die Kraft pro Kontaktfläche zwischen zwei Festkörpern. Werden zwei Festkörper mit einer Kraft F aufeinandergedrückt, so stellt sich in der Berührungsfäche zwischen den Körpern eine Normallastverteilung ein, die als Flächenpressung bezeichnet wird.

Die Flächenpressung ist im Gegensatz zum Druck nicht isotrop, das heisst, sie hat – wie eine Spannung – eine Richtung, und sie ist über die Kontaktfläche nicht notwendigerweise konstant. Neben der Höhe der Kraft und den Materialeigenschaften sind die Oberflächenkonturen der beteiligten Körper für die Lastverteilung über der Kontaktfläche ausschlaggebend. Die Einheit der Flächenpressung ist Pascal (1 Pa = 1 N/m² bzw. 1 MPa = 1 N/mm²).

Für die Dichtungswerkstoffe werden Flächenpressungswerte mit minimalen und maximalen Werte angegeben. Der Mindestflächenpressung im Einbauzustand wird als δ_{VU} und die Höchstflächenpressung im Betriebszustand mit δ_{BO} bezeichnet.

Nachstehend einige Werte der Flächenpressung für bestimmte Werkstoffe:

Informations techniques

Pression superficielle

La pression superficielle est la force répartie sur la surface de contact entre deux corps solides. Si on presse deux corps solides l'un sur l'autre avec une force F , sur la surface de contact entre les deux corps il se produit une distribution normale gaussienne des charges nommée pression superficielle.

La pression superficielle, contrairement à la pression intérieure, n'est pas isotrope, c'est-à-dire qu'elle a une direction, comme une tension, et elle n'est pas nécessairement constante sur toute la surface de contact. Pour la répartition de la pression sur la surface sont décisifs, outre l'intensité de la pression et les propriétés du matériau, les contours du corps en question. L'unité de la pression superficielle est le Pascal (1 Pa = 1 N/m² respectivement 1 MPa = 1 N/mm²).

Pour les matériaux d'étanchéité, on donne des valeurs maximales et minimales pour la pression superficielle. La valeur minimale de pression superficielle à l'état monté est appelé δ_{VU} et la valeur maximale de pression superficielle en état de service est nommé δ_{BO} .

Ci-dessous vous trouvez quelques valeurs de pression superficielle pour des matériaux choisis:

Werkstoff Matériau	Temperatur Température max.	Flächenpressung MPa, N/mm ² Pression superficielle MPa, N/mm ²				
		min. (+20 °C)	max. (+20 °C)	max. (+100 °C)	max. (+200 °C)	max. (+300 °C)
Gummi / Caoutchouc						
EPDM	+130 °C	2	10	6	*	*
NBR	+100 °C	2	10	6	*	*
NR	+100 °C	2	10	6	*	*
Gummi-Faser, 2 mm Fibre de caoutchouc, 2 mm						
Aramid / Aramide	+130 °C	15	25	20	*	*
Glasfaser / Fibre de verre	+150 °C	20	55	50	*	*
Kohlefaser / Fibre de carbone	+180 °C	20	35	30	*	*
PTFE						
Rein-PTFE / PTFE pur	+250 °C	15	90	25	*	*
Gylon Standard	+260 °C	18	160	120	100	*
Gylon Weiss / Gylon blanc	+260 °C	15	150	85	70	*
Gylon Blau / Gylon bleu	+260 °C	8	150	85	70	*
Graphit / Graphite						
Glattfolie / Feuille lisse	+450 °C	10	300	300	300	250
Spießblech / Insertion métal	+450 °C	50	150	150	150	130
Wellenringdichtungen Joints pour bagues d'étanchéité						
1.4541 / Graphitaufilage / Revêtement en graphite	+450 °C	15	180	170	160	150
15Mo3 / Graphitaufilage / Revêtement en graphite	+450 °C	15	180	170	160	150
Spiraldichtungen / Joints spiralés						
1.4541 / Graphitaufilage / Revêtement en graphite	+450 °C	50	180	170	160	150
1.4541 / PTFE-Wicklung / Bobinage en PTFE	+450 °C	50	180	160	150	140
Metalle / Métaux						
Al		70	140	120	93	*
Cu		135	300	270	195	150
St35		265	600	570	495	390

* nicht anwendbar / pas applicable

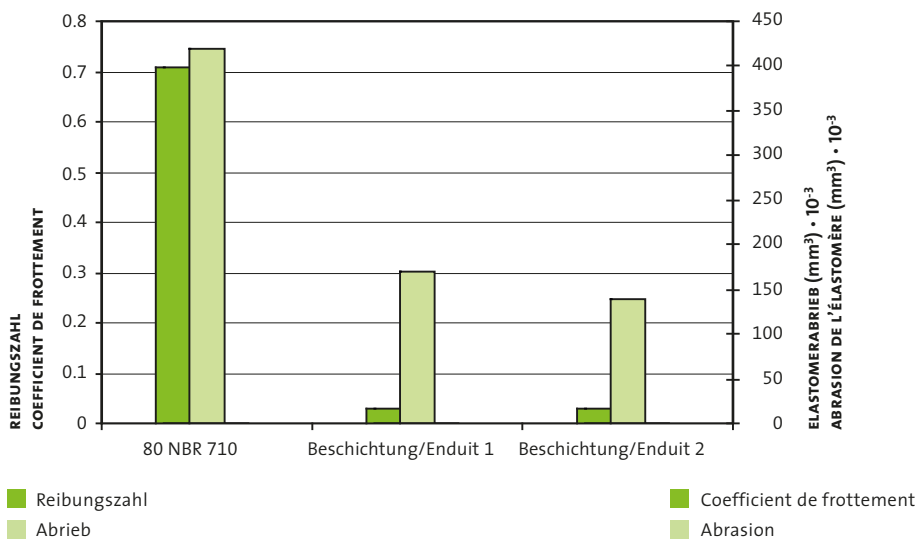
GLEITLACKE

Neueste Entwicklungen bei Gleitlacken, gepaart mit modernsten Applikationstechniken und der langjährigen Erfahrung, ermöglichen es, Gleitlacke auf Basis PTFE oder Silikon zu applizieren.

WIRKUNGSWEISE

Mit der Beschichtung der Elastomerteile wie zum Beispiel von O-Ringen erzielt man eine Herabsetzung der Reibwerte der unterschiedlichen elastomeren Grundwerkstoffe ohne Veränderung der sonstigen mechanisch-physikalischen Kennwerte. Die Reibbeanspruchung des Elastomers wird verringert.

Vergleich NBR 80 Shore A unbeschichtet mit zwei verschiedenen Beschichtungen:



WERKSTOFFE

Werkstoffe wie EPDM, NRB und teilweise Fluorelastomere lassen sich mit diesen Gleitbeschichtungen partiell oder allseitig beschichten und stellen eine umweltfreundliche Alternative zu anderen Verfahren dar. Eine thermische Belastung erfolgt nur in geringem Masse.

BESCHICHTUNGEN

Verschiedene Beschichtungswerkstoffe stehen zur Verfügung. Je nach gewünschtem Einsatzzweck werden spezielle Beschichtungstypen mit verschiedenen Charakteristiken, Schichtdicken, Farben und Beständigkeiten eingesetzt.

EINSATZMÖGLICHKEITEN

Die Optimierung beginnt bereits bei der Bereitstellung der Dichtungen. Die negative Eigenschaft des elastomeren Werkstoffes, dass die Teile zusammenkleben, verursacht einen Zusatzaufwand. Dabei spielt es keine Rolle, ob es sich um einen automatisierten oder manuellen Bereitstellungsprozess handelt. Die Beschichtung hat die hervorragende antiadhäsive Eigenschaft, damit die Teile ohne Probleme vereinzelt werden können. Zudem bietet die Möglichkeit der Einfärbung eine deutliche Kennzeichnung, um Verwechslungen zu vermeiden, und bei elektronischen Bildverarbeitungen zur Detektion der beschichteten Bauteile. Da die beschichteten Bauteiloberflächen niedrige Reibbeiwerte aufweisen, reduzieren sich die Einpresskräfte und in deren Folge auch die Einpresszeiten.

REVÊTEMENTS DE GLISSEMENT

Grâce aux plus récents développements des revêtements de glissement accompagnés des plus modernes techniques d'application et à une longue expérience, il est possible d'appliquer des revêtements de glissement à base de PTFE ou silicone.

FONCTIONNEMENT

Avec le revêtement des pièces en élastomères, comme par exemple d'O-Rings, on obtient une réduction des valeurs de frottement des différents élastomères de base sans modifier cependant les autres propriétés mécaniques et physiques. L'action de friction sur l'élastomère est réduite.

Comparaison NBR 80 Shore A sans revêtement et avec deux différents revêtements:

MATÉRIAUX

Il est possible d'enduire totalement ou partiellement des matériaux tels que l'EPDM, le NRB et certains élastomères fluorés. Ces revêtements de glissement représentent une alternative écologique aux procédés utilisés aujourd'hui. La charge thermique est minime.

ENDUITS

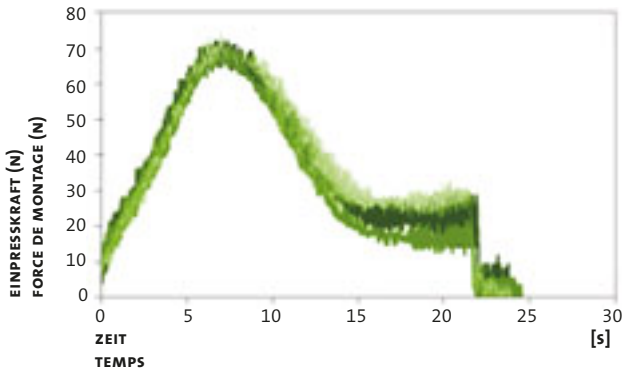
Il existe différents types de revêtements. En fonction de l'application souhaitée, on utilise l'enduit adéquat avec ses différentes propriétés, épaisseurs, couleurs et résistances.

POSSIBILITÉS D'APPLICATION

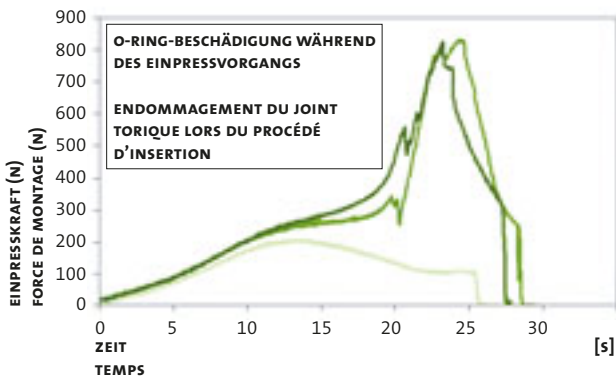
L'optimisation commence déjà lors du choix des joints. Le fait que les pièces en matériaux élastomères collent les unes aux autres est une caractéristique négative qui nécessite un surplus de maniement. Cela indépendamment du fait que cela soit fait à la main ou automatiquement. L'enduit a des propriétés antiadhésives excellentes, les pièces peuvent donc être dépariées sans problèmes. La possibilité de la coloration rend possible une désignation claire pour éviter les erreurs et pour détecter les pièces enduites par le traitement électronique des images. Vu que les surfaces des pièces enduites ont des bas coefficients de friction, les forces de montage et donc aussi les temps de montage se réduisent.

Technische Informationen

Beschichtung von Elastomerteilen



REIHE 1–3: GEMESSENE KRAFTWERTE **UNBESCHICHTETER** O-RINGE ÜBER 3 MESSEINHEITEN HINWEG MIT 10 O-RINGEN.
SÉRIES 1–3: VALEURS DES FORCES MESURÉES SUR DES JOINTS TORIQUES **SANS ENDUIT** SUR TROIS UNITÉS DE MESURE AVEC 10 JOINTS TORIQUES.



REIHE 1–3: GEMESSENE KRAFTWERTE **BESCHICHTETER** O-RINGE ÜBER 3 MESSEINHEITEN HINWEG MIT 10 O-RINGEN.
SÉRIES 1–3: VALEURS DES FORCES MESURÉES SUR DES JOINTS TORIQUES **ENDUITS** SUR TROIS UNITÉS DE MESURE AVEC 10 JOINTS TORIQUES.

□ VORTEILE

- Befettung und Beölung für die Montage entfällt.
- Sehr gute Gleiteigenschaften, kein Stick-slip-Effekt.
- Kein Zusammenkleben der Elastomerteile.
- Beschichtung ist ein umweltfreundlicher Prozess.
- Die trockene Gleitschicht bindet keine Schmutzpartikel.
- Farbe ermöglicht klare Kennzeichnung (verschiedene Farben sind möglich).
- Verschiedene Beschichtungsmedien verfügbar.

□ AVANTAGES

- Les lubrifiants lors du montage ne sont plus nécessaires.
- Très bonnes propriétés glissantes, pas d'effet stick-slip.
- Les pièces en élastomères ne collent plus les unes aux autres.
- Le revêtement est un processus écologique.
- La surface sèche ne contient pas de particules de poussière.
- Les différentes couleurs possibles permettent une distinction claire.
- Plusieurs types d'enduits disponibles.



Es lassen sich Flachdichtungen, Radialwellendichtringe und O-Ringe wirtschaftlich beschichten. Im Einsatz gleiten die Reibpartner störungsfrei und ohne Stick-slip-Effekt aneinander. Die Beschichtung ist vielfach öl- und chemikalienbeständig, bietet aber keinen Schutz vor chemischem Angriff auf das Elastomer.

Il est possible de revêtir économiquement avec un enduit des joints plats, des bagues d'étanchéité radiales et des joints toriques. Dans l'application, le couple de frottement est réduit, sans effet stick-slip. L'enduit est résistant à de nombreuses substances chimiques et huiles, mais ne protège pas l'élastomère de l'effet agressif des substances chimiques.

Technische Informationen

Dampfdruck

Der Dampfdruck ist ein stoff- und temperaturabhängiger Gasdruck.

Anschaulich gesprochen ist der Dampfdruck der Umgebungsdruck, unterhalb dessen eine Flüssigkeit beginnt, bei konstanter Temperatur in den gasförmigen Zustand überzugehen. In der Technik hat der Dampfdruck im System Wasser–Luft eine besondere Bedeutung.

Stoffe treten in drei Aggregatzuständen auf, nämlich: fest, flüssig und gasförmig.

Existiert neben dem Gas noch eine flüssige Phase, so bezeichnet man das Gas als Dampf. Der Dampfdruck ist also der Gasdruck in einem mehrphasigen System. Hält man die Temperatur eines geschlossenen Systems konstant, so stellt sich ein Gleichgewicht zwischen der flüssigen und der gasförmigen Phase ein. Die Gasphase ist gesättigt und man misst den Dampfdruck. Wenn sich das Gleichgewicht vollständig eingestellt hat, spricht man auch von Sättigungsdampfdruck. Wenn die flüssige Phase verschwindet und nur noch eine gasförmige Phase existiert, messen wir keinen Dampfdruck mehr, sondern den Gasdruck. Befinden sich verschiedene Stoffe im betrachteten System, so setzt sich der gemessene Druck der Gasphase aus den Partialdrücken der verschiedenen Stoffe zusammen. Bedingung ist, dass sich diese wie ideale Gase verhalten (Dalton'sches Gesetz).

Mit zunehmender Temperatur nähern sich die Eigenschaften von flüssigem und gasförmigem Wasser immer mehr aneinander an. Bei +374.12 °C (kritische Temperatur) haben sich die Eigenschaften vollkommen aneinander angeglichen, sodass es keinerlei Unterschied mehr zwischen flüssigem und gasförmigem Wasser gibt. Folglich kann oberhalb dieser Temperatur weder ein Sieden noch ein Kondensieren stattfinden.

Aus den Dampfdruckdaten ist ersichtlich, wie viel Druck mindestens erforderlich ist, um Wasserdampf bei einer gegebenen Temperatur zu verflüssigen (zu kondensieren), oder umgekehrt, bei welcher Temperatur Wasser bei einem gegebenen Druck siedet.

Informations techniques

Pression de vapeur saturée

La pression de vapeur saturée ou tension de vapeur est la pression à laquelle la phase gazeuse de cette substance est en équilibre avec sa phase liquide ou solide. Elle dépend de la température. Certains utilisent le terme «pression de vapeur», mais celui-ci est ambigu car il évoque la pression partielle de la vapeur.

La pression de vapeur saturée est la pression partielle de la vapeur d'un corps pur à partir de laquelle une partie du corps pur passe sous forme liquide ou solide. On dit aussi que c'est la pression maximale de sa vapeur «sèche» (c'est-à-dire sans phase liquide). Dans la technique, la tension de vapeur est particulièrement importante dans le système eau–air.

Quand la pression partielle de la vapeur est égale à la pression de vapeur saturée d'une substance, les phases gazeuse, liquide ou solide sont en équilibre.

Si la pression partielle de la vapeur dépasse la pression de vapeur saturée, il y a donc liquéfaction ou condensation. A partir d'une situation d'équilibre, cela peut se faire en augmentant la pression partielle de vapeur (par exemple en diminuant le volume), ou bien en diminuant la pression de vapeur saturée, c'est-à-dire en diminuant la température.

Lorsqu'à l'équilibre, on a un corps pur sous forme liquide avec un «ciel» gazeux (atmosphère au-dessus du liquide) fait du même corps pur. Une partie de l'atmosphère est composée du corps pur sous forme gazeuse. La contribution à la pression de cette fraction (ou pression partielle du corps pur gazeux) est la pression de vapeur saturée. Si alors la pression passe en dessous de la pression de vapeur saturée (par une détente, ou alors en augmentant la pression de vapeur saturée, c'est-à-dire en chauffant), le liquide passe violemment sous forme gazeuse : c'est la vaporisation, ou ébullition.

Si cette vapeur est mélangée avec d'autres gaz, on considère que la pression partielle saturée de vapeur est la même que la pression d'équilibre de la vapeur seule. On peut avoir le cas où la pression de vapeur saturée est supérieure à la pression partielle du gaz, mais inférieure à la pression totale: le liquide passe alors lentement sous forme gazeuse, c'est l'évaporation. Il n'y a ébullition (vaporisation) que si la pression de vapeur saturée est supérieure à la pression totale.

Ainsi, pour une pression donnée, le point d'ébullition d'une substance est la température à laquelle la pression de vapeur saturée de cette substance est égale à la pression ambiante totale.

Technische Informationen

Dampfdruck

Temperatur Température	Dampfdruck Pression de vapeur saturée
-90 °C	0.000093 mbar
-80 °C	0.00053 mbar
-70 °C	0.00259 mbar
-60 °C	0.0108 mbar
-50 °C	0.0394 mbar
-40 °C	0.129 mbar
-30 °C	0.381 mbar
-25 °C	0.634 mbar
-20 °C	1.03 mbar
-15 °C	1.65 mbar
-10 °C	2.6 mbar
-5 °C	4.02 mbar Eis / glace
+0 °C	6.1 mbar Eis / glace
+5 °C	8.7 mbar
+10 °C	12.3 mbar
+15 °C	17 mbar
+20 °C	23.4 mbar
+25 °C	31.7 mbar
+30 °C	42.4 mbar
+35 °C	56.2 mbar
+40 °C	73.7 mbar
+50 °C	123 mbar
+60 °C	199 mbar
+70 °C	311 mbar
+80 °C	473 mbar
+90 °C	701 mbar
+97.92 °C	940 mbar
+98.21 °C	950 mbar
+98.5 °C	960 mbar
+98.79 °C	970 mbar
+99.07 °C	980 mbar
+99.36 °C	990 mbar
+99.64 °C	1000 mbar
+99.92 °C	1010 mbar
+100 °C	1013 mbar
+100.2 °C	1020 mbar
+100.74 °C	1040 mbar
+101.28 °C	1060 mbar
+110 °C	1433 mbar
+120 °C	1985 mbar
+130 °C	2.7 bar
+150 °C	4.76 bar
+200 °C	15.54 bar
+250 °C	39.7 bar
+300 °C	85.8 bar
+350 °C	165 bar
+374.12 °C	221.2 bar kritischer Punkt / point critique

Beständigkeit von Elastomeren und Thermoplasten in Dampf

Werkstoff		Maximale Dampftemperatur
Natur-Kautschuk	NR	nicht geeignet
Polyurethan-Kautschuk	PUR	nicht geeignet
Isobuten-Isopren-Kautschuk	IIR	+120 °C
Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk	EPDM	+130 °C
Polychloropren-Kautschuk	CR	nicht geeignet
Acrylnitril-Butadien-Kautschuk	NBR	+100 °C
Epichlorhydrin-Kautschuk	CO	+100 °C
Methyl-Silikon-Kautschuk	MQ	+120 °C
Fluor-Silikon-Kautschuk	FMQ	+100 °C
Chlorsulfonyl-Polyethylen-Kautschuk	CSM	+100 °C
Fluorkautschuk	FPM	+150 °C *
Polyvinylchlorid mit Weichmacher	PVC	nicht geeignet
Polyethylen	PE	nicht geeignet
Polypropylen	PP	nicht geeignet
Polyamid	PA	+120 °C
Polyoxymethylen	POM	+120 °C
Polytetrafluorethylen	PTFE	+200 °C

* Spezialcompound

Informations techniques

Pression de vapeur saturée

La loi de Dalton (nommée en l'honneur du physicien britannique John Dalton) nous dit que dans le cas d'un gaz parfait, la pression totale exercée par un mélange est égale à la somme des pressions partielles des constituants.

Dans le cas de l'eau, plus la température augmente, plus les caractéristiques de l'eau liquide et sous forme gazeuse se rapprochent. A +374.12 °C (température critique) les caractéristiques sont identiques. Par conséquent, au-dessus de cette température, ni ébullition ni condensation ne sont plus possibles.

Dans les tableaux on peut voir quelle pression est nécessaire au minimum pour liquéfier la vapeur d'eau à une température donnée (condensation) ou vice versa, à quelle température l'eau bout sous une pression donnée.

Résistance à la vapeur des élastomères et des thermoplastes

Matériau		Température maximale de la vapeur
Caoutchouc naturel	NR	ne convient pas
Polyuréthane	PUR	ne convient pas
Caoutchouc butylé	IIR	+120 °C
Terpolymère d'éthylène propylène diène	EPDM	+130 °C
Caoutchouc chloroprène	CR	ne convient pas
Caoutchouc nitrile butadiène	NBR	+100 °C
Caoutchouc épichlorhydrine	CO	+100 °C
Silicone	MQ	+120 °C
Caoutchouc fluorosilicone	FMQ	+100 °C
Caoutchouc polyéthylène chlorsulfoné	CSM	+100 °C
Caoutchouc fluoré	FPM	+150 °C *
Polyvinylchloride	PVC	ne convient pas
Polyéthylène	PE	ne convient pas
Polypropylène	PP	ne convient pas
Polyamide	PA	+120 °C
Polyoxyméthylène	POM	+120 °C
Polytétrafluoroéthylène	PTFE	+200 °C

* mélange spécial

Technische Informationen

Gasdurchlässigkeit (Permeabilität)

Der eigentliche Gas- und Dampftransport durch einen Polymerwerkstoff hindurch stellt eine Kombination des Sorptions- und Diffusionsvorganges dar und wird als Permeation bezeichnet. Sie variiert sehr stark zwischen den verschiedenen Elastomeren. Die Durchlässigkeit hängt zudem von der Löslichkeit und der Diffusionsgeschwindigkeit des Gases im entsprechenden Elastomer ab. Nach der DIN Norm 53536 wird die Gasdurchlässigkeit mit dem Permeationskoeffizienten Q angegeben. Dieser Koeffizient gibt an, wie viel cm³ Gas (NTP, Normal-Temperatur und -Druck = 0 °C und 1 bar) in einer Sekunde durch eine Probe von 1 cm Dicke und 1 cm² Oberfläche bei 1 bar Druckgefälle bei der Temperatur von +23 °C des Prüfkörpers dringen.

$$Q \left[\frac{\text{cm}^3 (\text{NTP}) \cdot \text{cm}}{\text{cm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{bar}} \right]$$

Mit steigender Temperatur und Erhöhung des Drucks nimmt der Permeabilitätswert Q stark zu. Die starke Temperaturabhängigkeit lässt sich durch thermische Ausdehnung des Elastomers und die Erhöhung der Beweglichkeit der Gasmoleküle erklären.

Die nachstehende Tabelle gibt einen Überblick der ungefähren Permeationskoeffizienten verschiedener Elastomere für Luft, Stickstoff und Kohlendioxid und zeigt auch gleich die Variationen bei unterschiedlichen Temperaturen auf. Diese Angaben sind nur Richtwerte und hängen sehr stark von der Art und der Menge der Mischungsbestandteile des Elastomers sowie von der Vernetzungsdichte ab. Die Messung des Permeationskoeffizienten Q erfolgt bei Elastomeren bei +60 °C und +80 °C, da bei tieferen Temperaturen, wie zum Beispiel bei Raumtemperatur, die Gasdurchlässigkeit bei einigen Elastomeren zu gering ausfällt und dadurch schwer zu messen ist.

Elastomer Elastomère	Permeationskoeffizient Q (x 10 ⁻⁹) Coefficient de perméabilité (x 10 ⁻⁹)					
	Luft / Air +60 °C +80 °C		Stickstoff / Azote +60 °C +80 °C		Kohlendioxid / Dioxyde de carbone +60 °C +80 °C	
Butylkautschuk Caoutchouc butylé (IIR)	20	50	15	35	130	290
Polyurethankautschuk Caoutchouc polyuréthane (AU/PUR)	25	70	25	55	260	730
Nitril-Kautschuk Caoutchouc nitrile (NBR)						
38 % Acrylnitrilgehalt/teneur en acryle	25	55	10	25	300	480
33 % Acrylnitrilgehalt/teneur en acryle	35	70	20	55	560	630
28 % Acrylnitrilgehalt/teneur en acryle	75	210	40	70	580	970
Chloropren-Kautschuk Caoutchouc polychloroprène (CR)	60	120	45	80	580	710
Styrol-Butadien-Kautschuk Caoutchouc Styrene Butadiène (SBR)	150	260	110	200	1200	1500
Natur-Kautschuk Caoutchouc Naturel (NR)	250	400	180	330	1600	2100
Silikon-Kautschuk Caoutchouc Silicone (MVQ)	3300	4100	2500	3600	9500	15000

Informations techniques

Perméabilité

Le transport de gaz et vapeur à travers un matériau polymère représente une combinaison de procédés de sorption et de diffusion appelée perméabilité. Elle varie fortement parmi les différents élastomères. La perméabilité dépend en outre de la solubilité et de la vitesse de diffusion du gaz dans l'élastomère correspondant. Selon la norme DIN 53536, la perméabilité au gaz est définie avec le coefficient de perméabilité Q. Ce coefficient indique combien de cm³ de gaz (NTP; température pression normalisée = 0 °C et 1 bar) pénètre à travers une éprouvette de 1 cm d'épaisseur et 1 cm² de surface avec une chute de pression d'un bar à une température de +23 °C.

$$Q \left[\frac{\text{cm}^3 (\text{NTP}) \cdot \text{cm}}{\text{cm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{bar}} \right]$$

Si la température et la pression augmentent, le coefficient de perméabilité Q augmente aussi considérablement. Cela est dû à l'expansion thermique de l'élastomère et à l'augmentation de la mobilité des molécules du gaz.

Le tableau ci-dessous montre un aperçu des coefficients de perméabilité de différents élastomères pour l'air, l'azote et le dioxyde de carbone; de même, il montre les variations lors de différentes températures. Ces valeurs sont indicatives et dépendent principalement du type et de la quantité des composants de l'élastomère et de sa densité de réticulation. La mesure du coefficient de perméabilité Q des élastomères est effectuée à +60 °C et +80 °C, étant donné que la perméabilité au gaz chez les élastomères est trop réduite à température ambiante et est donc très difficile à mesurer.

□ ALLGEMEINES

Strahlung, die Atome oder Moleküle ionisieren kann, wird als ionisierende Strahlung bezeichnet. Zur ionisierenden Strahlung rechnet man Teilchenstrahlung und elektromagnetische Strahlung, wenn die Energie ausreicht, Elektronen – auch über Zwischenreaktionen – aus einem Atom oder Molekül herauszulösen. Im elektromagnetischen Spektrum haben nur die Gamma- und Röntgenstrahlen sowie ein Teil der UV-Strahlen genügend Energie.

Ionisierende Strahlung ionisiert Materie aber nicht nur, sondern kann chemische Verbindungen zerstören, das heisst grössere Moleküle zerteilen, wodurch chemische Radikale entstehen. Bei den Elastomeren führt die Strahlung zur weiteren Vernetzung des Kautschuks, was zur Verhärtung und zur Verringerung der Elastizität führt.

Die Strahlenbeständigkeit von Materialien ist über den Radiation Index (RI) in IEC 544-4 als 10er-Logarithmus der absorbierten Dosis in Gray (abgerundet auf zwei Kommastellen) definiert, bei der die Reissdehnung auf $\leq 50\%$ des Ausgangswertes reduziert wurde. Die nachstehende Tabelle enthält die typischen maximalen Dosen der jeweiligen Materialien in Gray (bzw. rad) einer Gammastrahlenquelle, bei der der Reissdehnungswert des Prüflings 50% seines ungealterten Werts nicht unterschreitet.

□ GRÖSSEN UND MASSEINHEITEN**Gray**

Das Gray löst die alte Bezeichnung «Rad» ab. Es gibt an, wie viel Energie von einem Kilogramm der bestrahlten Materie aufgenommen wird.

1 Gy (SI-Einheit der Energiedosis) = 1 J/kg = 100 rad

Rad

Radiation absorbed dose; alte Einheit der Energiedosis, abgelöst durch Gray (Gy)

Rem

Roentgen equivalent man; alte Einheit der Personendosis, abgelöst durch Sievert (Sv)

Röntgen

Alte Einheit der Ionendosis

Sievert

Sv, Einheit der Äquivalentdosis; löst die alte Bezeichnung Rem ab.

□ GÉNÉRALITÉS

Le rayonnement capable d'ioniser des atomes ou des molécules s'appelle rayonnement ionisant. Le rayonnement de particules et le rayonnement électromagnétique est considéré rayonnement ionisant si son énergie suffit à extraire des électrons d'un atome ou d'une molécule – même à travers des réactions intermédiaires. Dans le spectre électromagnétique, seulement les rayons gamma et Röntgen, ainsi qu'une partie des rayons UV ont assez d'énergie pour être considérés rayons ionisants.

Le rayonnement ionisant cependant n'ionise pas seulement la matière mais il peut aussi détruire des composés chimiques, donc séparer des molécules plus grandes. Il en résulte des radicaux chimiques. Chez les élastomères, le rayonnement porte à une réticulation ultérieure du caoutchouc, donc à un durcissement et à une réduction de l'élasticité.

La résistance au rayonnement des matériaux est définie avec l'index de rayonnement (Radiation Index) RI dans IEC 544-4 en tant que logarithme décimal de la dose absorbée en Gray (arrondi vers le bas à deux chiffres après la virgule), dans laquelle l'allongement à la rupture a été réduit à $\leq 50\%$ de la valeur initiale. Le tableau ci-dessous contient les doses maximales typiques des matériaux en Gray (respectivement en rad) d'une source de rayonnement gamma, avec un allongement à la rupture de l'éprouvette qui ne se situe pas au-dessous de 50% de sa valeur non vieillie.

□ MESURES ET UNITÉS DE MESURE**Gray**

Le Gray remplace l'ancien «Rad». Il indique combien d'énergie est absorbée d'un kilo de matière irradiée.

1 Gy (unité SI de la dose d'énergie) = 1 J/kg = 100 rad

Rad

Radiation absorbed dose; vieille unité de la dose d'énergie, remplacée par le Gray (Gy)

Rem

Roentgen equivalent man; vieille unité de la dose pour personnes, remplacée par le Sievert (Sv)

Röntgen

Vieille unité de la dose d'iones

Sievert

Sv, unité de la dose équivalente, remplace la vieille unité de Rem.

Technische Informationen

Strahlenbeständigkeit

□ STRAHLENBESTÄNDIGKEIT VON ELASTOMEREN

Kurzzeichen	Werkstoffbezeichnung	Strahlenbeständigkeit in Gy ca.
EPDM	Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk	6×10^5
AU / EU	Polyurethan-Kautschuk	4×10^5
SBR	Styrol-Butadien-Kautschuk	3×10^5
FKM	Fluorkautschuk (Viton®)	2×10^5
CR	Chloropren	1.1×10^5
CSM	Chlorsulfonyl-Polyethylen-Kautschuk	1.1×10^5
NBR	Acrylnitril-Butadien-Kautschuk	1×10^5
Q	Silikon-Kautschuk	7×10^4
ACM	Acrylat-Kautschuk (Hycar®)	5×10^4
IIR	Isobuten-Isopren-Kautschuk	1×10^4

□ STRAHLENBESTÄNDIGKEIT VON THERMOPLASTEN / DUROPLASTEN

Kurzzeichen	Werkstoffbezeichnung	Strahlenbeständigkeit in Gy ca.
PUR	Polyurethan	1.8×10^7
TPI	Thermoplastisches Imid	1.3×10^7
PEEK	Polyetheretherketon (Arlon®)	1×10^7
EP	Epoxid-Harze	1×10^7
PS	Polystyrol	3×10^6
PI	Polyimid	1×10^6
ABS	Acrylnitril-Butadien-Styrol	7×10^5
PVC	Polyvinylchlorid	1×10^5
PE	Polyethylen	1×10^5
PSU	Polysulfon	1×10^5
PC	Polycarbonat	3×10^4
PP	Polypropylen	2×10^4
PA 66	Polyamid	2×10^4
FEP	Perfluorethylenpropylen	2×10^4
PF	Phenolharz	2×10^4
POM	Polyoxymethylen	1.2×10^3
PTFE	Polytetrafluorethylen	1.3×10^2

Diese Werte sind Richtangaben und sind von den jeweiligen Mischungsbestandteilen abhängig.

Informations techniques

Résistance au rayonnement

□ RÉSISTANCE AU RAYONNEMENT DES ÉLASTOMÈRES

Sigle	Matériau	Résistance au rayonnement en Gy env.
EPDM	Terpolymère d'éthylène propylène diène	6×10^5
AU / EU	Caoutchouc polyuréthane	4×10^5
SBR	Caoutchouc butadiène-styrène	3×10^5
FKM	Caoutchouc fluoré (Viton®)	2×10^5
CR	Chloroprène	1.1×10^5
CSM	Caoutchouc polyéthylène chlorosulfoné	1.1×10^5
NBR	Caoutchouc nitrile butadiène	1×10^5
MVQ	Caoutchouc silicone	7×10^4
ACM	Caoutchouc acrylate (Hycar®)	5×10^4
IIR	Caoutchouc butylé	1×10^4

□ RÉSISTANCE AU RAYONNEMENT DES THERMOPLASTES / DUROPLASTES

Sigle	Matériau	Résistance au rayonnement en Gy env.
PUR	Polyuréthane	1.8×10^7
TPI	Imide thermoplastique	1.3×10^7
PEEK	Polyétheréthercétone (Arlon®)	1×10^7
EP	Résines Epoxide	1×10^7
PS	Polystyrène	3×10^6
PI	Polyimide	1×10^6
ABS	Acrylonitrile butadiène styrène	7×10^5
PVC	Polyvinylchloride	1×10^5
PE	Polyéthylène	1×10^5
PSU	Polysulfone	1×10^5
PC	Polycarbonate	3×10^4
PP	Polypropylène	2×10^4
PA 66	Polyamide	2×10^4
FEP	Perfluoroéthylène-propylène	2×10^4
PF	Phénoplaste Résine phenol-formaldéhyde	2×10^4
POM	Polyoxyméthylène	1.2×10^3
PTFE	Polytétrafluoroéthylène	1.3×10^2

Ces valeurs sont indicatives et dépendent des composants du mélange.

ELEKTRISCHE SCHUTZART (IP-SCHUTZART)

Die «IP-Schutzart» (IP= International Protection) ist ein durch die IEC Publication 529 und die DIN 60529 definierter Begriff (bis 1992 waren die Schutzarten in der DIN 40050 festgelegt). Diese Normen beschreiben die Einteilung von Schutzarten durch Gehäuse für elektrische Betriebsmittel mit Bemessungsspannungen nicht über 72.5 kV.

Sie legen Folgendes fest:

1. Schutz von Personen.
2. Schutz der elektrischen Betriebsmittel gegen Eindringen von festen Fremdkörpern, einschliesslich des Staubes.
3. Schutz der elektrischen Betriebsmittel gegen schädliche Einwirkung durch Wasser.

ERLÄUTERUNG DES IP-CODES

Der IP-Code besteht aus den Buchstaben «IP» und zwei Kennziffern. Die erste ist von 0 bis 6 und die zweite von 0 bis 9 bzw. 9K definiert.

In der Nahrungsmittelindustrie werden üblicherweise Bauteile mit der IP-Schutzart 65 – staubdicht und strahlwassergeschützt – oder IP 67 – staubdicht und sicher bei zeitweiligem Untertauchen – eingesetzt.

Der Einsatz von IP 65 oder IP 67 ist von der speziellen Anwendung abhängig, bei denen unterschiedliche Testkriterien gelten. IP 67 ist nicht unbedingt besser als IP 65. Ein Bauteil, das IP-67-Kriterien erfüllt, genügt daher nicht automatisch auch den Kriterien für IP 65.

Wenn eine der beiden Ziffern nicht angegeben werden muss, wird sie durch den Buchstaben X ersetzt (zum Beispiel «IPX1»). In Spezialfällen wird der Buchstabe K an die Schutzart angehängt, was für die ausschliessliche Kennzeichnung der Ausrüstung von Strassenfahrzeugen dient.

Schutzgrade gegen das Eindringen von Fremdkörpern

1. Kennziffer	Kurzbeschreibung	Definition
0	Nicht geschützt.	–
1	Geschützt gegen feste Fremdkörper 50 mm und grösser.	Die Objektsonde, Kugel mit 50 mm Durchmesser, darf nicht voll eindringen.
2	Geschützt gegen feste Fremdkörper 12.5 mm und grösser.	Die Objektsonde, Kugel mit 12.5 mm Durchmesser, darf nicht voll eindringen.
3	Geschützt gegen feste Fremdkörper 2.5 mm und grösser.	Die Objektsonde, Kugel mit 2.5 mm Durchmesser, darf überhaupt nicht eindringen.
4	Geschützt gegen feste Fremdkörper 1.0 mm und grösser.	Die Objektsonde, Kugel mit 1.0 mm Durchmesser, darf überhaupt nicht eindringen.
5	Staubgeschützt.	Das Eindringen von Staub ist nicht vollständig zu verhindern. Der Staub darf nicht in einer solchen Menge eindringen, dass das zufriedenstellende Arbeiten des Gerätes oder die Sicherheit beeinträchtigt wird.
6	Staubdicht.	Kein Eindringen von Staub.

PROTECTION ÉLECTRIQUE (PROTECTION IP)

La protection IP (IP= International Protection) est définie dans les normes DIN VDE 0470 et DIN 40050. Ces normes décrivent la catégorisation des types de protection pour boîtiers de matériel électrique avec des marges de mensuration inférieures à 72.5 kV.

Elles règlent les points suivants:

1. La protection des personnes.
2. La protection du matériel électrique contre la pénétration de corps étrangers solides, y compris la poussière.
3. La protection du matériel électrique contre l'action négative de l'eau.

EXPLICATION DU CODE IP

Le code IP est constitué des lettres «IP» et de deux numéros d'identification. Le premier numéro est un chiffre entre 0 et 6 et le second un chiffre entre 0 et 9 respectivement 9K.

Dans l'industrie alimentaire, on utilise normalement les éléments de construction avec la protection IP 65 – étanche à la poussière et protégé contre les jets d'eau – ou avec IP 67 – étanche à la poussière et protégé contre l'immersion temporaire.

Le choix entre IP 65 et IP 67 dépend de l'application spécifique, car les critères d'essai sont différents pour les deux codes. Le code IP 67 n'est pas obligatoirement mieux que le code IP 65. Un élément satisfaisant les critères IP 67 ne satisfait donc pas automatiquement aussi les critères IP 65.

Si un des deux numéros ne peut pas être défini, il est remplacé par la lettre X (p.ex. «IPX1»). Dans des cas particuliers, le code obtient le suffixe K, ce qui signale une utilisation réservée à l'équipement de véhicules.

Degrés de protection contre la pénétration de corps étrangers

1 ^{er} numéro d'identification	Description	Définition
0	Pas protégé.	–
1	Protégé contre les corps étrangers solides de 50 mm et plus.	La sonde, une boule avec 50 mm de diamètre, ne doit pas pénétrer totalement.
2	Protégé contre les corps étrangers solides de 12.5 mm et plus.	La sonde, une boule avec 12.5 mm de diamètre, ne doit pas pénétrer totalement.
3	Protégé contre les corps étrangers solides de 2.5 mm et plus.	La sonde, une boule avec 2.5 mm de diamètre, ne doit pas pénétrer totalement.
4	Protégé contre les corps étrangers solides de 1.0 mm et plus.	La sonde, une boule avec 1.0 mm de diamètre, ne doit pas pénétrer totalement.
5	Protégé contre la poussière.	La pénétration de poussière ne peut pas être totalement évitée. La poussière ne doit pourtant pas pénétrer dans une quantité capable d'entraver le fonctionnement satisfaisant de l'appareil ou sa sécurité.
6	Étanche à la poussière.	Pas de pénétration de poussière.

Technische Informationen
Elektrische Schutzart (IP-Schutzart)

Schutzart im Hinblick auf schädliche Einflüsse von Wasser

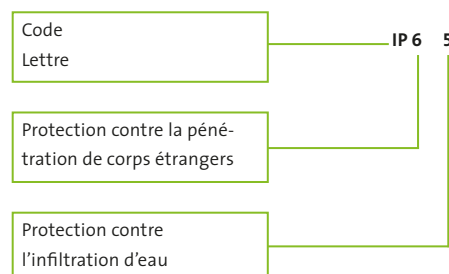
2. Kennziffer	Kurzbeschreibung	Definition
0	Nicht geschützt.	–
1	Geschützt gegen Tropfwasser.	Senkrecht fallende Tropfen dürfen keine schädliche Wirkung haben.
2	Geschützt gegen Tropfwasser.	Senkrecht fallende Tropfen dürfen keine schädliche Wirkung haben, wenn das Gehäuse bis zu 15 ° beidseitig der Senkrechten geneigt ist.
3	Geschützt gegen Sprühwasser.	Wasser, das in einem Winkel bis zu 60 ° beidseitig der Senkrechten gesprüht wird, darf keine schädliche Wirkung haben.
4	Geschützt gegen Spritzwasser.	Wasser, das aus jeder Richtung gegen das Gehäuse gespritzt wird, darf keine schädliche Wirkung haben.
5	Geschützt gegen Strahlwasser.	Wasser, das aus jeder Richtung als Strahl gegen das Gehäuse gerichtet ist, darf keine schädliche Wirkung haben.
6	Geschützt gegen starkes Strahlwasser.	Wasser, das aus jeder Richtung als starker Strahl gegen das Gehäuse gerichtet ist, darf keine schädliche Wirkung haben.
7	Geschützt gegen die Wirkung beim zeitweiligen Untertauchen in Wasser.	Wasser darf nicht in einer Menge eindringen, die schädliche Wirkung verursacht, wenn das Gehäuse unter genormten Druck- und Zeitbedingungen zeitweilig in Wasser untergetaucht ist.
8	Geschützt gegen die Wirkung beim dauernden Untertauchen in Wasser.	Wasser darf nicht in einer Menge eindringen, die schädliche Wirkung verursacht, wenn das Gehäuse dauernd unter Wasser getaucht ist. Die Bedingungen müssen zwischen Hersteller und Anwender vereinbart werden. Die Bedingungen jedoch müssen schwieriger sein als Ziffer 7.
9K	Geschützt gegen Wasser bei Hochdruck- und Dampfstrahlreinigung.	Wasser, das aus jeder Richtung unter stark erhöhtem Druck gegen das Gehäuse gerichtet ist, darf keine schädliche Wirkung haben.



Informations techniques
Protection électrique (protection IP)

Protection contre l'action négative de l'eau

2 ^e numéro d'identification	Description	Définition
0	Pas protégé.	–
1	Protégé contre les gouttes d'eau.	Les gouttes tombant verticalement ne doivent pas avoir un effet négatif.
2	Protégé contre les gouttes d'eau.	Les gouttes tombant depuis un angle de jusqu'à 15 ° ne doivent pas avoir un effet négatif.
3	Protégé contre l'eau pulvérisée.	L'eau pulvérisée jusqu'à 60 ° par rapport à la verticale ne doit pas avoir un effet négatif.
4	Protégé contre l'eau giclante.	L'eau giclant contre le boîtier de toutes les directions ne doit pas avoir un effet négatif.
5	Protégé contre les jets d'eau.	L'eau dirigée en tant que jet de toute direction contre le boîtier ne doit pas avoir un effet négatif.
6	Protégé contre les jets d'eau forts.	L'eau dirigée en tant que jet fort de toute direction contre le boîtier ne doit pas avoir un effet négatif.
7	Protégé contre l'effet lors de l'immersion temporaire dans l'eau.	L'eau ne doit pas pénétrer dans une quantité capable d'avoir un effet négatif si le boîtier est temporairement immergé dans l'eau sous des conditions de pression et de temps normalisés.
8	Protégé contre l'effet lors de submersion permanente dans l'eau.	L'eau ne doit pas pénétrer dans une quantité capable d'avoir un effet négatif si le boîtier est submergé dans l'eau. Les conditions sont à stipuler entre le fabricant et l'utilisateur, mais elles doivent être plus sévères que celles au chiffre 8.
9K	Protégé contre l'immersion dans l'eau lors de nettoyage à haute pression et vapeur.	L'eau dirigée contre le boîtier de toute direction sous haute pression ne doit pas avoir d'effet négatif.



Technische Informationen

Umrechnungsfaktoren und gesetzliche Masseinheiten

SI-Grundeinheiten / Unités SI

	Einheit Unité	Kurzzeichen Abréviation
Länge / Longueur	Meter	m
Masse	Kilogramm	kg
Zeit / Temps	Sekunde	s
Elektr. Stromstärke / Intensité de courant	Ampere	A
Temperatur / Température	Kelvin	K
Lichtstärke / Intensité lumineuse	Candela	cd
Molekulargewicht / Poids moléculaire	Mol	mol

Längenmasse / Unités de longueur

	inch	foot	yard	mm	m
1 inch =		0.0833	0.0278	25.4	0.0254
1 foot =	12		0.333	304.8	0.3048
1 yard =	36	3		914.4	0.9144
1 mm =	0.03937	0.0033	0.00109		0.001
1 m =	39.37	3.2808	1.0936	1.000	

Fläche / Surface

	inch ²	foot ²	yard ²	mm ²	m ²
1 inch ² =		0.0069	0.00077	645.16	6.45 x 10 ⁻⁴
1 foot ² =	144		0.111	92'903	0.0929
1 yard ² =	1'296	9		836'100	0.8361
1 mm ² =	0.0016	1.0764 x 10 ⁻⁵	1.196 x 10 ⁻⁶		10 ⁻⁶
1 m ² =	1'550	10.764	1.196	10 ⁶	

Volumen / Volume

	inch ³	US quart	imp. gallon	foot ³	US gallon	l
1 inch ³ =		0.0173	0.0036	0.00058	0.0043	0.0164
1 US quart =	57.75		0.2082	0.0334	0.25	0.9464
1 imp. gallon =	277	4.8		0.1604	1.2	4.546
1 foot ³ =	1'728	29.922	6.23		7.48	28.317
1 US gallon =	231	4	0.8327	0.1337		3.785
1 l =	61.024	1.0567	0.220	0.0353	0.264	

Masse / Gewicht

	ounce	pound	kg
1 ounce =		0.0625	0.0283
1 pound =	16		0.4536
1 kg =	35.274	2.2046	

Dichte / Densité

	ounce / inch ³	pound / foot ³	g / cm ³
1 ounce / inch ³ =		108	1.73
1 pound / foot ³ =	0.0092		0.016
1 g / cm ³ =	0.578	62.43	

Druck / Pression

	inch Hg	psi	atm	Torr	mm Hg	bar	MPa	kg/cm ²
1 inch Hg =		0.491	0.0334	25.4	25.4	0.0339	0.00339	0.0345
1 psi =	2.036		0.0680	51.715	51.715	0.0689	0.00689	0.0703
1 atm =	29.921	14.696		760	760	1.0133	0.10133	1.0332
1 Torr =	0.0394	0.0193	0.0013		1	0.0013	0.00013	0.00136
1 mm Hg =	0.0394	0.0193	0.0013	1		0.0013	0.00013	0.00136
1 bar =	29.53	14.504	0.987	749.87	749.87		0.1	1.020
1 MPa =	295.3	145.04	9.869	7498.7	7498.7	10		10.2
1 kg/cm ² =	28.950	14.22	0.968	735.35	735.35	0.980	0.098	

Informations techniques

Facteurs de conversion et unités de mesure officielles

Fahrenheit–Celsius

°F	°C	°F	°C
212	100	104	40
200	93.3	100	37.8
194	90	90	32.2
190	87.8	86	30
180	82.8	80	26.7
176	80	70	21.1
170	76.7	68	20
160	71.1	60	15
158	70	50	10
150	65.6	40	4.4
140	60	32	0
130	54.4	30	-1.1
122	50	20	-6.7
120	48.9	14	-10
110	43.3	10	-12.2
		0	-17.8

Celsius–Fahrenheit

°C	°F	°C	°F
100	212	35	95
95	203	30	86
90	194	25	77
85	182	20	68
80	176	15	59
75	167	10	50
70	158	5	41
65	149	0	32
60	140	-5	23
55	131	-10	14
50	122	-15	5
45	113	-17.8	0
40	104		

Temperatur / Température

	K (Kelvin)	°C	°F
K =		°C + 273.15	(°F - 459.67) 5/9
°C =	K - 273.15		(°F - 32) 5/9
°F =	K 9/5 - 459.67	°C 9/5 + 32	

Kraft / Force

	Newton (N)	Kilopond (kp)	pound force
1 Newton (N) =		0.10197	0.22481
1 Kilopond (kp) =	9.80665		2.20463
1 pound force =	4.4482	0.45359	

Drehmoment / Couple de rotation

	inch-ounce	inch-pound	foot-pound	kgm	Nm
1 inch-ounce =		0.0625	0.0052	7.2 x 10 ⁻⁴	7.06 x 10 ⁻³
1 inch-pound =	16		0.0833	1.152 x 10 ⁻²	0.1130
1 foot-pound =	192	12		0.1383	1.356
1 kgm =	1.388.70	86.796	7.233		9.80665
1 Nm =	141.6	8.850	0.7375	0.1020	

Geschwindigkeit / Vitesse

	foot / s	foot / min	mile / h	m / s	km / h
1 foot / s =		60	0.6818	0.3048	1.097
1 foot / min =	0.017		0.0114	0.00508	0.01829
1 mile / hour =	1.4667	88		0.447	1.609
1 m / s =	3.280	196.848	2.237		3.6
1 km / h =	0.9113	54.68	0.6214	0.278	

Technische Informationen
Chemische Beständigkeitsliste

Diese Angaben sind eine Zusammenfassung von Werksangaben. Besondere Betriebs- oder Einbaubedingungen, Anforderungen (benötigte Zulassungen) und unbekannt Faktoren können diese Angaben erheblich einschränken. Der aktuelle Einsatz sollte daher nicht ohne zusätzliche Prüfung oder Eignungstest vorgenommen werden. Die

Legende:

- 1: Ausgezeichnet (Volumenquellung von Elastomeren bis 5%)
- 2: Gut (Volumenquellung von Elastomeren 5 bis 10%)
- 3: Begrenzt bis fraglich (Volumenquellung von Elastomeren 10 bis 20%)
- 4: Nicht empfohlen
- leer: Keine Angaben zur Beständigkeit

Informations techniques
Liste des résistances chimiques

Daten beziehen sich, sofern nicht anders angegeben, auf eine Temperatur von +20 °C.

Obwohl die Angaben mit grosser Sorgfalt zusammengestellt wurden, können wir für allfällige Fehler keinerlei Haftung übernehmen.

Bemerkungen

- * Spezialcompound
- 1 Bitte Rücksprache mit Kubo Tech bezüglich Ihrer speziellen Einsatzbedingungen
- 2 Genaue Zusammensetzung der Beizbäder angeben
- 3 Diese Gylon® Styles können bei einer Konzentration von 45 bis 59% und einer Temperatur bis +120 °C eingesetzt werden
- 4 Für den Einsatz bei Dampf empfehlen wir Flachdichtungsmaterial ST-706
- 5 Gegen Flusssäure (wasserfrei) Gylon® 3530 oder 3545 einsetzen

Eingetragene Warenzeichen:	FFPM (Perfluor)	FPM (Viton®)	FPM (Atlas®)	NR & IR	SBR (Styrol)	IIR (Butyl)	EPDM & EPR	NBR (Nitril)	HNBR	ECO	CR	PUR (AU & EU)	ACM	AEM	PTFE (Teflon®)	FEP & PFA	FVMQ	CSM	VMQ & PVMQ	Gylon® Standard	Gylon® weiss	Gylon® blau	Gylon® 3545	HTC 9850	9900®	Blue Gard 3000	Blue Gard 3400	IFG 5500	ST-706	Reingraphit	
Viton® von DuPont																															
Performance Elastomers																															
Teflon® von DuPont																															
Atlas® von Asahi Glass																															
Gylon® von Garlock																															
Bezeichnung der chemischen Substanz oder des Mediums																															
A																															
Abgas, lösemittelhaltig																					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Abientinsäure																					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Abwasser DIN 4045	1	1*	1	1	1	1	1	1	1	1	2	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	
Acetaldehyd	1	4		3	3	2	2	3	3	4	3	4	4	3	1	1	4	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Acetamid																					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Acetanhydrid	1	4	2	2	4	2	2	4	4	4	2	4	4	4	1	1	4	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Aceton	1	4	4	3	1	1	4	4	4	3	4	4	4	4	1	1	4	3	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Acetoncyanhydrin	1	4		3	3	1	4	4			2				1	1															
Acetonitril	1	4	4				4	4	4	4	4				1	1	4			1	1	1	1	1	4	4	4		4	4	
Acetonphenon, Hypnon, Methyl-phenylketon	1	4		4	4	1	1	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	
Acetophenon	1	4	4	4	4	2	1	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	
2-Acetoxybenzoesäure	1						4	2			1				1	1				1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	
Acetylaceton	1	4	4	4	4	2	1	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	
Acetylchlorid	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	2	4	3	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	
Acetylen	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	4	4	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	
Acetylentetrabromid																					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Acetylentetrachlorid																					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Acetylsalicylsäure (Aspirin®)	1						4	2			1				1	1				1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	
Acrolein	1	1	1	2	3	2	1	2		4	2	4	4		1	1	4	2	4	1	1	1	1	3	3	3	4	3	3	3	
Acryl Anhydrid																					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Acrylaldehyd, Propenal	1	1	1	2	3	2	1	2		4	2	4	4		1	1	4	2	4	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	
Acrylamid																					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Acrylate / Salze + Ester der Acrylsäure																					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Acrylnitril, wässrig / Acrylsäurenitril																					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Acrylonitril	1	3	2	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	1	1	4	3	4												
Acrylsäure, wasserfrei / Propensäure																					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Acrylsäurebutylester																					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Acrylsäureethylester	1	4	3	4	4	2	3	4	4	4	3	4	4	4	1	1	4	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Acrylsäuremethylester	1	4	4	4	4	2	2	4	4	4	2	4	4	4	1	1	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Acrylsäurenitril	1	3	2	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	1	1	4	3	4												
Adipinsäure	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1	4	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Adipinnitril																					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ätzkali	1	2	2	2	2	1	1	2		2	2	2	4	4	1	1	2	2	3												
Alaun	1	1*	1	1	1	1	1	1		1	4	4	4	3	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Alkan	1	1		4	4	4		4							1	1															
Aldehyde																					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Aliphatische Alkohole																					1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	
Aliphatische Amine																					1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	
Aliphatische Kohlenwasserstoffe																					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Alkohol, Ethylalkohol	1	1*	1	1	1	1	1	2	2	2	1	4	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Allylacetat																					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Allylalkohol	1	2	1	3	1	2	2	1		2	2	3	4	1	1	1	1	1	1												
Allylbromid	1	2		4	4	4		4		4					1	1															
Allylchlorid	1	2		4	4	3	2	2	1		2				1	1															
Allyl Methacrylate																					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Altpapierbrei																					3	1	3	1	3	3	3	3	3	3	
Aluminaatlauge, kristallhaltig																					4	1	3	1	4	4	4	4	4	4	
Aluminiumacetat basisch	1	3	1	1	3	1	1	2	2	2	2	4	4	4	1	1	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Aluminiumbromid	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	3	1		1	1	1	1													
Aluminiumchlorat																															
Aluminiumchlorid	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Aluminiumfluorid	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	3			1	1	1	1	2	4	1		1	1	1	1	1	1	1	1	
Aluminiumhydroxid	1	2*	1	1	2	1	2	2		1					1	1	2														
Aluminiumhydroxidacetat, Tonerde essigsauer	1	3	1	1	3	1	1	2	2	2	2	4	4	4	1	1	4	4	4												
Aluminium-Kaliumsulfat Dodecahydrat	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1		4	3	1	1	1	1	1												
Aluminiumnitrat	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	4	4	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	
Aluminiumphosphat	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1												

Technische Informationen
Chemische Beständigkeitsliste

Informations techniques
Liste des résistances chimiques

Legende:

- 1: Ausgezeichnet (Volumenquellung von Elastomeren bis 5%)
 - 2: Gut (Volumenquellung von Elastomeren 5 bis 10%)
 - 3: Begrenzt bis fraglich (Volumenquellung von Elastomeren 10 bis 20%)
 - 4: Nicht empfohlen
- leer: Keine Angaben zur Beständigkeit

Bemerkungen

- * Spezialcompound
- 1 Bitte Rücksprache mit Kubo Tech bezüglich Ihrer speziellen Einsatzbedingungen
- 2 Genaue Zusammensetzung der Beizbäder angeben
- 3 Diese Gylon® Styles können bei einer Konzentration von 45 bis 59% und einer Temperatur bis +120 °C eingesetzt werden
- 4 Für den Einsatz bei Dampf empfehlen wir Flachdichtungsmaterial ST-706
- 5 Gegen Flusssäure (wasserfrei) Gylon® 3530 oder 3545 einsetzen

Bezeichnung der chemischen Substanz oder des Mediums	FFPM (Perfluor)	FPM (Vitor®)	FEPM (Aflas®)	NR & IR	SBR (Styrol)	IIR (Butyl)	EPDM & EPR	NBR (Nitril)	HNR	ECO	CR	PUR (AU & EU)	ACM	AEM	PTFE (Teflon®)	FEP & PFA	FVMQ	CSM	VMQ & PVMQ	Gylon® Standard	Gylon® weiss	Gylon® blau	Gylon® 3545	HTC 9850	9900®	Blue Gard 3000	Blue Gard 3400	IFG 5600	ST-706	Reingraphit	
Aluminiumsulfat	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Aluminiumtriethanid (ATE)	1	2			4	3	3	4				3	4	4	1	1															
Ameisensäure	2	3	3	4	2	2	2*	3	3	3	2	4	4	2	1	1	4	3	4	1	1	1	1	4	4	4		4	4	1	
Ameisensäureamid, Methanamid	1	3	2				1	2	3																						
Ameisensäureethylester	2	1	2	4	4	2	2	4	4	4	2	4	4	4	1	1	1	2	4												
Amidoschwefelsäure, Aminosulfonsäure, Aminosulfonsäure	1			2	2	1	1	2			2				1	1		2		1	1	1	1	4	4	4	4	4	4		
Amine	1	4	2	2	2	2	2	4	3		2	4	4	4	1	1	4	4	2												
1-Amino-2-methylpropan	1	4		2	2	1		2							1	1			3												
Aminobenzol	1	3	1	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	1	1	3	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	
Aminobenzol, Phenylamin, Benzidam	1	3	1	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	1	1	3	4	4												
1-Aminobutan, Aminobutan	1	4	2	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	3												
4-Aminodiphenyl																					1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	
Aminoessigsäure, Glykokoll	1	1*		2	2	1	1	2			1				1	1		2													
2-Aminoethylalkohol, Colamin, Monoethanolamin	1	4	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	4	4	1	1	4	3	2												
1-Aminopentan, n-Amylamin	1			2	2	1		2							1	1		3													
1-Aminopropan	1	4		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4												
2-Aminopropan	1	4		2	2	1		2							1	1		3													
Aminosäure/Aminocarbonsäure																					1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	
Aminosulfonsäure																					1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	
Ammoniak	1	2*	1	3	3	1	1	4	4	2	2	4	4	4	1	1	3	1	1	1	1	1	1	3	3	3		3	3	1	
Ammoniak, wasserfrei	1	4	2	4	4	1	1	2	2	3	1	4	4	4	1	1	4	4	2												
Ammoniakgas, kalt	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	4	4	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ammoniakgas, warm	1	4	2	4	4	2	2	4	4	4	2	4	4	4	1	1	4	2	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	
Ammoniaksalz	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	2												
Ammoniaksalz	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	3	3	2	1	1	2	1	3												
Ammoniumacetat	1	1*	1	1	1	1	1	1	1		2	4			1	1		1													
Ammoniumbicarbonat	1	1	1				1	1	1		1				1	1															
Ammoniumbifluorid	1	2					2	2		4					1	1				4	1	3	1	3	3	3	3	3	3	1	
Ammoniumbisulfit																				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ammoniumbromid	1														1	1															
Ammoniumcarbamat																					1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	
Ammoniumcarbonat, gesätt. Lösung	1	2*	1	1	1	1	1	4	4	2	1	4	4	4	1	1	3	1	2	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	1	
Ammoniumchlorid	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	3	3	2	1	1	2	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ammoniumdichromat	1	3	1				1	1	1		1				1	1															
Ammoniumdihydrogenphosphat	1	4		1	1	1	1	1	1	2	1	4	4	4	1	1	4	1	1												
Ammoniumdiphosphat																															1
Ammoniumhydroxid	1	2*	1	3	3	1	1	4	4	2	2	4	4	4	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ammoniumfluorid	1	1	1	2	1	1	1	1			2				1	1				1											
Ammoniumhydrogencarbonat	1	1	1				1	1	1		1				1	1															
Ammoniumhydrogendifluorid	1	2					2	2		4					1	1															
Ammoniumhyposulfit	1	1	1	1	1	1	1	1		1					1	1		1													
Ammoniumiodid	1														1	1															
Ammoniumnitrat	1	2	1	3	1	1	1	1	1	2	1	4	4	4	1	1	3	1	3	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	
Ammoniumnitrit	1	3	1	1	1	1	1	1	1	2	1	4	4	4	1	1	3	1	2												
Ammoniumoxalat	1							1			1				1	1															
Ammoniumperchlorat	1														1	1															
Ammoniumperoxodisulfat	1	3	1	3	4	1	1	4	4	2	1	4	4	4	1	1	4	1	1												
Ammoniumpersulfat	1	3	1	3	4	1	1	4	4	2	1	4	4	4	1	1	4	1	1												
Ammoniumphosphat monobasisch	1	4		1	1	1	1	1	1	2	1	4	4	4	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ammoniumphosphat 2-basisch																					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ammoniumsalze	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1			3		1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ammoniumsulfat	1	4	1	1	2	1	1	1	1	2	1	4	4	4	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ammoniumsulfid	1	4	1	3	2	1	1	3	3	2	1	4	4	4	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ammoniumsulfocyanid	1	1	1					1	1						1	1															
Ammoniumthiocyanat	1	1	1					1	1						1	1															
Ammoniumthiosulfat	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1				1	1															
Ammonsalpeter	1	2	1	3	1	1	1	1	1	2	1	4	4	4	1	1	3	1	3												
Amylacetat, Essigsäureamyylester	1	4	4	4	4	2	2	4		4					1	1		4													
Amylacetat/Pentylacetat																					1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	
Amylalkohol	1	2	1	2	2	1	1	2	2	1	2	4	4	2	1	1	1	2	4												
Amylalkohol/Pentanol																					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Anilin, Phenylamin, Benzidam	1	3	1	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	1	1	3	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	1	
Anilinfarben	1	2	1	3	2	2	2	4	4	4	2	4	4	2	1	1	2	2	3	1	1	1	1	4	4	4	3	4	4		
Anilind	1	3	2	3	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	1	1	3	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	
O-Anisidin																					A	1	1	1	1	4	4	4	4	4	
Anisol	1	3		4	4			4		4					1	1															
Anolyt																															
Anon	1	1	1	4	4	4	4	2	2	4	2	4	4	3</																	

Bezeichnung der chemischen Substanz oder des Mediums	FFPM (Perfluor)	FPM (Viton®)	FEPM (Aflas®)	NR & IR	SBR (Styrol)	IIR (Butyl)	EPDM & EPR	NBR (Nitril)	HNBR	ECO	CR	PUR (AU & EU)	ACM	AEM	PTFE (Teflon®)	FEP & PFA	FVMQ	CSM	VMO & PVMQ	Gylon® Standard	Gylon® weiss	Gylon® blau	Gylon® 3545	HTC 9850	9900®	Blue Gard 3000	Blue Gard 3400	IFG 6500	ST-706	Reingraphit		
Aqualin, Acrylsäurenitril	1	3	2	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	1	1	4	3	4													
Acrylnitril																					1 ¹	1 ¹	1 ¹	1 ¹	4	4	4	4	4	4		
Argon	1	1	1	4	4	2	1	3	2	1	4	1	1	1	1	1	2	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4		
Arochlor																					1	1	1	1	4	4	4	4	4	4		
Aromatische Treibstoffe	1	1	2	4	4	4	4	2	2		4	4	4	4	1	1	2	4	4													
Aromatische Kohlenwasserstoffe																					1	1	1	1	4	4	4	4	4	4		
Arsensäure	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	3	3	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Ascorbinsäure	1	1																			1	1	1	1								
Askarel	1	1	1	4	4	4	4	2	2		4	4	4		1	1	2	4	4													
Asphalt	1	1		4	4	4	4	2		1	2	2	2	1	1	1	2	4	4	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1		
Aspirin®, Acetylsalicylsäure	1							2			1				1	1																
ASTM Flüssigkeit 101	1	1		4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	1	1	1	4	4													
ASTM Öl 1 (Hochanilin)	1	1	1	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1													
ASTM Öl 2 (Mittelanilin)	1	1	2	4	4	4	4	1	1	1	3	2	1	1	1	1	1	4	4													
ASTM Öl 3 (Niederanilin)	1	1	3	4	4	4	4	1	1	1	4	2	1	2	1	1	1	4	3													
ASTM Öl 4 (Hochanilin)	1	1	2	4	4	4	4	2	2		4	4	2		1	1	2	4	4													
ASTM Treibstoff A (aliphatisch)	1	1	3	4	4	4	4	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	2	4													
ASTM Treibstoff B (30% aromatisch)	1	1	4	4	4	4	4	1*	1	2	4	2	4	3	1	1	1	4	4													
ASTM Treibstoff C (50% aromatisch)	1	1	4	4	4	4	4	2*	2	2	4	4	4	4	1	1	2	4	4													
ASTM Treibstoff D	1	1	4		4	4	4	1	2	2	4	3	2*		1	1	1	4	4													
Äthin	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	4	4	1	1	1	1	2	2													
Ätzkalk (s. Kaliumhydroxid)																																
Ätzkalk, Kalk gebrannt, Marmoratzkalk	1						1	1			1				1	1						1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Ätznatron (s. Natriumhydroxid)																																
B																																
Backpulver, Natron	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	4	4	1	1	1	1	1	1													
Bariumcarbonat	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1				1	1	1	1														
Bariumchlorat Monohydrat	1														1	1																
Bariumchlorid	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Bariumcyanid	1	1					3			1					1	1																
Bariumhydrat	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1													
Bariumhydroxid	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Bariumnitrat	1										1				1	1																
Bariumsalze	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Bariumsulfat	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4		1	1	1	1	1													
Bariumsulfid	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	4	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Baumwollsaamenöl	1	1	1	4	4	3	3	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Bauxit																																
Beizbäder ²																																
Benzalchlorid	1	1	1	4	4	3	4	4		4	4	4	3	4	1	1	2	4	4													
Benzaldehyd	2	4	2	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	
Benzidam, Anilin	1	3	1	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	1	1	3	4	4													
Benzidin																																
Benzin (Gemisch aus Kohlenwasserstoffen)	1	1	2	4	4	4	4	1	1	1	2	2	1	4	1	1	1	3	4	1	1	1	1	1	1	1	4		1	1		
p-Benzochinon	1														1	1																
1,2-Benzodicarbonsäure	1	2*	2	4		1	2	3		2					1	1		1														
Benzoessäure	1	1	1	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	1	1	2	4	4	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	1	
Benzoessäure-benzylester	1	1	2	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	4	4													
Benzoessäurechlorid	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	1	1	2	4	4													
Benzoessäure-methylester	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	4	4													
Benzoessäure-Natriumsalz	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	4	4	1	1	1	1	1	1													
Benzol	1	1*	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	1	
Benzolmonochlorid	1	1*	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	2	4	4													
Benzolsulfonsäurechlorid																																
Benzonitril																																
Benzophenon	1	1*	1	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	4	2													
Benzotrichlorid																																
Benzoylchlorid	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	1	1	2	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	1	
Benzoylperoxid	1										1				1	1																
Benzylacetat	1	4		4	4	2		4							1	1																
Benzylalkohol	1	1*	1	4	4	2	2	4	4	4	2	4	4	4	1	1	2	2	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	
Benzylbenzoat	1	1	2	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	4	4													
Benzylchlorid (α-Chlortoluol)	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	2	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	
Benzylether	1	4	3	4	4	2	2	4	4	4	4	3	4	4	1	1	2	4	2													
Benzylpenicillin Kaliumsalz, Penicillin G Kaliumsalz	1	1									1				1	1																
Bier		1*	1*				1*	1*		1*					1	1			1*	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Bierwürze																																
Biphenyl	1	1*	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	2	4	4													
Birnenether																																
Bis-(hydroxypropyl)-ether	1	1		1	1	1		1	1																							

Bezeichnung der chemischen Substanz oder des Mediums	FFPM (Perfluor)	FFM (Viton®)	FEPM (Aflas®)	NR & IR	SBR (Styrol)	IIR (Butyl)	EPDM & EPR	NBR (Nitril)	HNBR	ECO	CR	PUR (AU & EU)	ACM	AEM	PTFE (Teflon®)	FEP & PFA	FVMQ	CSM	VMO & PVMQ	Gylon® Standard	Gylon® weiss	Gylon® blau	Gylon® 3545	HTC 9850	9900®	Blue Gard 3000	Blue Gard 3400	IFG 6500	ST-706	Reingraphit	
Ethylchlorid	1	1	2	1	3	1	2	1	1	2	2	2	3	4	1	1	1	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	
Ethylcyanid	1	1	1	4	4	4	3	2	1		2	4	1	4	1	1	3	2	4												
Ethylen	1	1	2	3	3	2	2	1	1	1	3	2	1	3	1	1	3	4	4	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	
Ethylenbromid	1	1*	4	4	4	4	4	4			4	4	4		1	1	3	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4		
Ethylencarbonat																				1	1	1	1	4	4	4	4	4	4		
Ethylenchlorhydrin	1	1	1	2	2	2	2	4	4	4	2	4	4	4	1	1	2	2	3												
Ethylenchlorid	1	1*	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	3	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	1	
Ethylendiamin	2	4	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	1	1	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ethylendibromid	1	1	1	4	3	4	4	2	2	2	4	3	4	4	1	1	1	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	
Ethylendichlorid	1	1*	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	3	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	
Ethylenglycol, 1,2-Ethandiol	1	1*	1	2	1	1	1	2	2	2	1	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ethylenimin																				1				1	4	4	4	4	4	4	4
Ethylenoxid (ETO)	1	4	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	
Ethylentetrachlorid, Perchlorethylen, Tetrachlorethen	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	2	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	
Ethyltrichlorid, Trichlorethen	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	2	4	4												
N-Ethylethanamin	1	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	1	1	4	3	3												
Ethylether	1	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	1	1	3	4	4	1	1	1	1	3	3	3	4	3	3	1	
Ethylformiat	2	1	2	4	4	2	2	4	4	4	2	4	4	4	1	1	1	2	4												
Ethylglycol																				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
2-Ethylhexanol																				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
2-Ethylhexanol, Isooctanol	1	1	1	2	2	1	1	1		2	1	4	4	1	1	1	1	1	2												
Ethylidenchlorid																				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ethylidiod		2	4	4	4		4			1					1	1	1														
Ethylmercaptan	1	1*	1	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	1	1	3	2	3												
Ethyl-methylketon, MEK	1	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4												
F																															
F11, Trichlorfluormethan	2	2	4	4	4	4	4	2	2	3	4	4	4		1	1	2	4	4												
F113, 1,1,2-Trichlor-1,2,2-Trifluorethan	3	2	4	3	2	4	4	1	1	1	1	2	4	4	1	1	4	1	4												
F114, 1,2-Dichlor-1,1,2,2-Tetrafluorethan	3	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4		1	1	2	1	4												
F115, Chlorpentafluorethan	3	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4		1	1	4	1	4												
F12, Dichlordifluormethan	2	2	4	2	1	2	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	3	1	4												
F134a, 1,1,1,2-Tetrafluorethan	2	4	4	2	3	3	1	1	1	2	4		1	1	1	3	1	2													
F13b1, Bromtrifluormethan	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1				1	1	2	1	4												
F14, Tetrafluormethan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				1	1	1	4													
F21, Dichlorfluormethan	2	4	4	4	4	4	4	4		2	2				1	1	4	4	4												
F22, Chlordifluormethan	2	4	2	1	1	4	4	1	1	1	4	2	4	1	1	1	4	1	4												
F32, Difluormethan, Methylenefluorid	2	4	4	1	1	1	1	1	1	1					1	1	3	1													
Ferrosulfat	1	1	1	3	2	1	1	1	1	1	2	3	3	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Fett (Erdölbasis)	1	1	1	4	4	4	4	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	4	4												
Fettsäuren	1	1	1	4	4	3	3	2	2	2	2				1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	4	1			
Firnis	1	1	2	4	4	4	4	2	2	2	4	3	4	1	1	1	2	4	4	1	1	1	1	3	3	3	4	3	3		
Fischöl	1	1	1	4	4	4	4	1	1	1	3	2	1	3	1	1	1	4	1												
Fixiernatron																				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Flavonsäurelösung																				1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	
Fluor	2	2*		4	4	3	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Fluorammonium																				4	1	3	1	3	3	3	3	3	3	3	
Fluorbenzol	1	3		4	4	4	4	4	4	2	4	4	3	4	1	1	2	4	4												
Fluordioxid																				4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Fluorkieselsäure	1	2*	1	1	3	2	2	2	2	2				2	1	1	4	1	4	4	1	4	1	4	4	4	4	4	4	4	
Fluorol®	1	1	1			1	1	1		1					1																
Fluortrichlormethan	1	2	4	4	4	4	4	2		3	3	4	4	2	1	1	2	4	4												
Fluorwasserstoff																															
Flüssiger Sauerstoff	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1*	4	4	4												
Flusssäure 10 %																				4	1	4	1	4	4	4	4	4	4	4	
Flusssäure 40 %																				4	1	4	1	4	4	4	4	4	4	4	1
Flusssäure wasserfrei ⁵																				4	4	4	1	4	4	4	4	4	4	4	
Formaldehyd	1	4	1	2	3	2	2	3	3	2	3	4	4	4	1	1	4	3	2												
Formaldehyd <40%/Formalin																				1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1
Formaldehyd-ethylenacetal, Ethylenglycol-methylenether	1	4	4	4	4	3	2	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4												
Formalin	1	4	1	2	3	2	2	3	3	2	3	4	4	4	1	1	4	3	2												
Formamid	1	3	2		1	2	3			3					1	1	1														1
Freon® 11 (Freon MF)	2	2	4	4	4	4	4	2	2	3	4	4	4		1	1	2	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1		
Freon® 112 (Freon BF)	2	1	4	4	4	4	4	2	2	3	2	2	4		1	1	3	2	4												
Freon® 113 (Freon TF)	3	2	4	3	2	4	4	1	1	1	1	2	4	4	1	1	4	1	4												
Freon® 114, 1,2-Dichlor-1,1,2,2-Tetrafluorethan	2	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	4												
Freon® 114b2	3	2	4	4	3	4	4	2	2	2	1	4	4		1	1	2	1	4												
Freon® 115	3	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4		1	1	4	1	4												
Freon® 12	2	2	4	2	1	2	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	3	1	4												

Bezeichnung der chemischen Substanz oder des Mediums	FFPM (Perfluor)	FPM (Viton®)	FEPM (Aflas®)	NR & IR	SBR (Styrol)	IIR (Butyl)	EPDM & EPR	NBR (Nitril)	HNBR	ECO	CR	PUR (AU & EU)	ACM	AEM	PTFE (Teflon®)	FEP & PFA	FVMQ	CSM	VMO & PVMQ	Gylon® Standard	Gylon® weiss	Gylon® blau	Gylon® 3545	HTC 9850	9900®	Blue Gard 3000	Blue Gard 3400	IFG 6500	ST-706	Reingraphit	
4-Hydroxy-4-methyl-2-pentanon	1	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4												
2-Hydroxy-benzoesäure	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	4	4	4	1	1	1	1	1												
4-Hydroxy-benzolsulfonsäure, Phenol-sulfonsäure	1	2*	4	4	3		4								1	1	4														
Hydroxycyclohexan, Hexahydrophenol	1	1	1	4	4	4	4	2	2	4	2	4	4	3	1	1	1	3	4												
2-Hydroxyisobuttersäurenitril	1	4		3	3	1	4	4			2				1	1	4														
2-Hydroxy-propionsäure (kalt), Milchsäure	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	4	4	1	1	1	1	2												
2-Hydroxy-propionsäure (warm), Milchsäure	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	2	3	2												
2-Hydroxy-propionsäure Natrium- salz, Milchsäure-Natriumsalz	1							1							1	1															
Hypochlorige Säure	1	3		2	4	2	2	4		2	4		4		1	1		3													
2,2-Iminobis(ethylamin), Bis(2-aminoethyl)-amin	1							2							1	1															
I																															
Iodethan		2		4	4	4		4			1				1	1		1													
Iodmethan	1						1	4			4				1	1															
Iodoform		2*		4	1						4				1	1															
Isoamylalkohol	1	1	1	1	1	1	1	1			1				1	1		1													
Isoamylbutyrat	1	4		4	4	3		4							1	1		4													
Isobutan																					1	1	1	1	1		4		1		
Isobutanol																				1	1	1	1	1	1		1	1			
Isobutylalkohol	1	1	1	2	2	1	1	2	2	2	1	4	4	2		1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Isobutylamin	1	4		2	2	1		2							1	1		3													
Isobutylchlorid	1	1	2	4	4	4	2	3	4		4				1	1	2	4	1												
Isobutylene															1					1	1	1	1	1	1		4				
Isobutylketon, 2,6-Dimethyl-4-heptanon	1	4		4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4													
Isododecan	1	1	1	4	4	4	4	1	1		2		4	1	1	1	1	2	4												
Isooctan, 2,2,4-Trimethylpentan	1	1	2	4	4	4	4	1	1	1	3	2	1	1	1	1	1	2	4	1	1	1	1	1	1	3	4	3	1	1	
Isopentan	1	1		4	4	4		1							1	1		4													
Isopentylacetat	1	4	4	4	4	2	2	4			4				1	1		4													
Isopentylalkohol, 3-Methyl-1-butanol	1	1	1	1	1	1	1	1			1				1	1		1													
Isophoron	1	4	2	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4												
Isopropanol	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2	4	4	3	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Isopropanol, 2-Methyl-1-propanol	1	1	1	2	2	1	1	2	2	2	1	4	4	2	1	1	2	1	1												
1-Isopropyl-2-methyl-benzol, 2-Isopropyl-toluol	1	1		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	2	4	4												
Isopropylacetat	1	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4												
Isopropylalkohol (IPA)	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	4	4	3	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Isopropylalkohol, 2-Propanol	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	4	4	3	1	1	2	1	1												
Isopropylamin	1	4		2	2	1		2							1	1		3													
Isopropylbenzen	1	1	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	2	4	4												
Isopropylchlorid	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	2	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	
Isopropylether	1	4		1	1	1		1							1	1		1		1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	
J																															
Javelwasser	1	1	1	3	3	2	2	2	1	2	3	4	4	4	1	1	2	4	2												
Jodpentafluorid																									4	4	4	4	4	4	4
Jodmethyl																					1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	
Jodwasserstoffsäure																					1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	
K																															
Kaffee	1	1	1	3	1	1	1	2	2	4	1	4	4	3		1	1	1	1												
Kali																					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Kalialaun																					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Kalischlamm																					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Kalisalpeter	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	4	
Kalium																					4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Kalium (Schmelze bis 350 °C)																															
Kaliumacetat	1	4	1	2	4	1	1	2	4	3	2	4	4	4	1	1	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Kaliumaluminiumsulfat	1	1*	1	1	1	1	1	1		1	4	4	3	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Kaliumbicarbonat	1	1						1	1						1	1															
Kaliumbichromat																					1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	
Kaliumbifluorid, gesättigt																				4	1	3	1	3	3	3	3	3	3	1	
Kaliumbisulfat	1	1	1	1	1	1	1	1	1		2	4			1	1		1													
Kaliumbisulfid	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1				1	1		1													
Kaliumbitartrat																					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Kaliumbromid	1	1	1	1	1	1	1	1	1		2	4			1	1		1													
Kaliumcarbonat	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Kaliumchlorat	1	1	1	2	2	1	1	4			2	4			1	1		1													
Kaliumchlorid	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	3	2	1	1	1	1	1												
Kaliumchloridlösung																					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Kaliumchromat	1	1	1	2	2	1	1	1		2	1	3	3	2	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	
Kaliumchromsulfat/Chromalaun																					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Kaliumcyanid	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Kaliumdichromat	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	3	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	
Kaliumeisencyanid	1							4							1	1															
Kaliumferrocyanid, Blutlaugensalz gelb																					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Kaliumfluorid	1																														

Technische Informationen
Chemische Beständigkeitsliste

Informations techniques
Liste des résistances chimiques

Legende:

- 1: Ausgezeichnet (Volumenquellung von Elastomeren bis 5%)
 - 2: Gut (Volumenquellung von Elastomeren 5 bis 10%)
 - 3: Begrenzt bis fraglich (Volumenquellung von Elastomeren 10 bis 20%)
 - 4: Nicht empfohlen
- leer: Keine Angaben zur Beständigkeit

Bemerkungen

- * Spezialcompound
- 1 Bitte Rücksprache mit Kubo Tech bezüglich Ihrer speziellen Einsatzbedingungen
- 2 Genaue Zusammensetzung der Beizbäder angeben
- 3 Diese Gylon® Styles können bei einer Konzentration von 45 bis 59% und einer Temperatur bis +120 °C eingesetzt werden
- 4 Für den Einsatz bei Dampf empfehlen wir Flachdichtungsmaterial ST-706
- 5 Gegen Flusssäure (wasserfrei) Gylon® 3530 oder 3545 einsetzen

Bezeichnung der chemischen Substanz oder des Mediums	FFPM (Perfluor)	FPM (Vitor®)	FEPM (Aflas®)	NR & IR	SBR (Styrol)	IIR (Butyl)	EPDM & EPR	NBR (Nitril)	HNBR	ECO	CR	PUR (AU & EU)	ACM	AEM	PTFE (Teflon®)	FEP & PFA	FVMQ	CSM	VMQ & PVMQ	Gylon® Standard	Gylon® weiss	Gylon® blau	Gylon® 3545	HTC 9850	9900®	Blue Gard 3000	Blue Gard 3400	IFG 5600	ST-706	Reingraphit
Kaliumoxalat	1														1	1				1	1	1	1	4	4	4		4		
Kaliumperchlorat	1	1	1	3	3	1	1	2	1	2	2	4	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3		3	3	1
Kaliumpermanganat	1	1		4	4	1	1	3	1	2	2	4	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3		3	3	1
Kaliumperoxodisulfat	1	1		4	4	1	1	4	2	2	2	4	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3		3	3	1
Kaliumpersulfat	1	1		4	4	1	1	4	2	2	2	4	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3		3	3	1
Kaliumphosphat	1	1	1				1	1			1				1	1					1	1	1	1	1	1		1		
Kaliumrhodanid	1														1	1					1	1	1	1	1	1		1		
Kaliumsalze	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kaliumsilicat	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3				1
Kaliumsulfat	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	3	4	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kaliumsulfid	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kaliumsulfit	1	1	1	2	2	1	1	2	1	2	2	4	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kaliumtartrat	1														1	1														
Kaliumthiocyanat	1														1	1														
Kalk gelöscht, Marmorkalk-Hydrat	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	2	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kalksalpeter	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3
Kalkspat															1					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kältemittel 10																				1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4
Kältemittel 11																				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kältemittel 12																				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kältemittel 13																				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kältemittel 13B1																				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kältemittel 21																				1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4
Kältemittel 22																				1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3
Kältemittel 23																				1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4
Kältemittel 31																				1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4
Kältemittel 32																				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kältemittel 112																				1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	3
Kältemittel 113																				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Kältemittel 114																				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Kältemittel 114B2																				1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	3
Kältemittel 115																				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Kältemittel 123																				1	1	1	1				4	4	4	4
Kältemittel 124																				1	1	1	1	4	4	4	1	4	4	4
Kältemittel 125																				1	1	1	1			1				
Kältemittel 134a																				1	1	1	1	3	3	3	1	3	3	3
Kältemittel 141b																				1	1	1	1	1	1	1		1	3	3
Kältemittel 142b																				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Kältemittel 143a																				1	1	1	1				1			
Kältemittel 152a																				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Kältemittel 218																				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Kältemittel 290																				1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	3
Kältemittel 500																				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Kältemittel 502																				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Kältemittel 503																				1	1	1	1	4	4	4	1	4	4	4
Kältemittel C316																				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Kältemittel C318																				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Kältemittel HP62																				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Kältemittel HP80																				1	1	1	1							
Kältemittel HP81																				1	1	1	1							
Kampfer	1	2		4	4	4	4	1			2				1	1		4		1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4
Kaolin																				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Karbid Schlamm																				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Karbonsäure (Phenol)	1	1	1	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	1
Kel F®-Flüssigkeiten	2	2	3		1	1	1	1							1	1	2	1	1											
Kerosin, Kerosene	1	1	2	4	4	4	4	1	2	2	3	1	2	3	1	1	1	3	4	1	1	1	1	1	1	4		1	1	
Ketone															1															1
Kieselfluorwasserstoff																														1
Kieselfluorwasserstoffsäure, Hexafluorkieselsäure	1	2*	1	1	3	2	2	2	2		2			2	1	1	4	1	4	4	1	4	1	4	4	4	4	4	4	1
Kieselflussäure																				4	1	4	1	4	4	4	4	4	4	1
Kieselgur																				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kieselsäure																				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kieserithaltige Laugen																				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Klaunöl	1	1	1	4	4	2	2	1	1	1	4	1	1	3	1	1	1	4	2											
Kleesalz																				1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4
Kochsalz	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kohlendioxid, nass	1	2	1	2	2	2	2	1	1	1	2		2	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kohlendioxid, trocken	1	2	1	2	2	2	2	1	1	1	2		2	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kohlendisulfid	1	1	1	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	1	1	4	3											
Kohlenmonoxid	1	1	1</																											

Bezeichnung der chemischen Substanz oder des Mediums	FFPM (Perfluor)	FPM (Viton®)	FEPM (Aflas®)	NR & IR	SBR (Styrol)	IIR (Butyl)	EPDM & EPR	NBR (Nitril)	HNBR	ECO	CR	PUR (AU & EU)	ACM	AEM	PTFE (Teflon®)	FEP & PFA	FVMQ	CSM	VMO & PVMQ	Gylon® Standard	Gylon® weiss	Gylon® blau	Gylon® 3545	HTC 9850	9900®	Blue Gard 3000	Blue Gard 3400	IFG 5500	SI-706	Reingraphit	
N																															
Naphtha	1	1	2	4	4	4	4	2	2	1	4	2	2	4	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	1	3	4	3	1	1	
Naphthalin	1	1	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	1	
Naphthensäure	1	1	1	4	4	4	4	2	3	2	4	4	4	4	1	1	4	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	
Naphthol																															
Naphtholsäure																															
Natrium																															
Natriumschmelze bis 350 °C																															
Natrium-Salze	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Natriumacetat	1	4	2	2	4	1	1	2	4	3	2	3	3	4	1	1	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Natriumaluminat	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Natriumaluminatlauge																															
Natriumaluminiumfluorid / Kryolith																															
Natriumammoniumhydrogenphosphat																															
Natriumarsenit	1																														
Natriumbenzoat	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Natriumbicarbonat	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Natriumbichromatlösung																															
Natriumbisulfat	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Natriumbisulfid	1	1	1	3	2	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Natriumbisulfidlösung																															
Natriumborat	1	1	1	2	2	1	1	2	1	1	4	3	3	1	1	1	2	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Natriumborat, Borax	1	1																													
Natriumbromat	1	1	1																												
Natriumbromid	1	1	1																												
Natriumcarbonat	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Natriumchloracetat																															
Natriumchlorat	1	1	1	3	3	1	1	2	1	2	1	4	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	
Natriumchlorid	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Natriumchlorit	1	1	2																												
Natriumchromat	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	4	4	2	1	1	1	3	1												
Natriumcitrat	1																														
Natriumcitrat tribasisch,	1																														
Zitronensäure Trinatriumsalz																															
Natriumcyanid	1	1*	1	1	1	1	1	1	1	2	1	4	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Natriumdichromat	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	4	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Natriumethoxid	1																														
Natriumethylat	1																														
Natriumfluorid	1	1	1																												
Natriumhydrogencarbonat, Backpulver, Natron	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Natriumhydrogensulfat	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Natriumhydrogensulfid	1	1	1	3	2	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Natriumhydrogensulfat	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Natriumhydroxid	1*	3	1	2	2	1	1	1	1	2	2	3	4	4	1	1	2	1	2	4	13	33	13	4	4	4	4	4	4	1	
Natriumhypochlorit	1	1	1	3	3	2	2	2	1	2	3	4	4	4	1	1	2	4	2	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	1	
Natriumhypochlorit, 20%	1	1	1	3	3	2	2	2	1	2	3	4	4	4	1	1	2	4	2	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	1	
Natriumhypochloritlösung	1	1	1	4	4	1	1	3	2	2	3	4	4	3	1	1	2	2	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	1	
Natriumhyposulfid	1	1	1	2	2	1	1	2	1	1	1	3	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	1	
Natriumiodid	1	1	1																												
Natriumlaktat	1																														
Natriummetaphosphat	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	4	4	2	1	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Natriummetasilikat	1	1																													
Natriumnitrat	1	1	1	2	2	1	1	2	1	2	2	4	4	2	1	1	1	1	4	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	
Natriumnitratlösung bis 38%																															
Natriumnitrit	1	1	1	2	2	1	1	2	1	2	2	4	4	2	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Natriumoleat	1																														
Natriumoxalat	1	1	1																												
Natriumperborat	1	1	1	3	3	1	1	2	1	2	2	4	4	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	
Natriumperchlorat	1																														
Natriumperoxid																															
Natriumperoxodisulfat	1	1	1																												
Natriumpersulfat	1	1	1																												
Natriumphosphat	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	2	1	1	1	1	4												
Natriumphosphat, einbasisch																															
Natriumphosphat, zweibasisch																															
Natriumphosphat, dreibasisch																															
Natriumpolyphosphat, Graham'sches Salz	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	4	4	2	1	1	2														
Natriumpolysulfid																															
Natriumpyrophosphat	1																														
Natriumrhodanid																															
Natriumsalicylatlösung																															
Natriumsilicat (Wasserglas)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	4	4	2	1	1	1	1	1	3	1	3	1	3	3	3	3	3	3	1	
Natriumsulfat	1	1	1	2	3	1	1	1	1	2	2	3	4	2	1	1	1														

Legende:

- 1: Ausgezeichnet (Volumenquellung von Elastomeren bis 5%)
- 2: Gut (Volumenquellung von Elastomeren 5 bis 10%)
- 3: Begrenzt bis fraglich (Volumenquellung von Elastomeren 10 bis 20%)
- 4: Nicht empfohlen
- leer: Keine Angaben zur Beständigkeit

Bemerkungen

- * Spezialcompound
- 1 Bitte Rücksprache mit Kubo Tech bezüglich Ihrer speziellen Einsatzbedingungen
- 2 Genaue Zusammensetzung der Beizbäder angeben
- 3 Diese Gylon® Styles können bei einer Konzentration von 45 bis 59% und einer Temperatur bis +120 °C eingesetzt werden
- 4 Für den Einsatz bei Dampf empfehlen wir Flachdichtungsmaterial ST-706
- 5 Gegen Flusssäure (wasserfrei) Gylon® 3530 oder 3545 einsetzen

Bezeichnung der chemischen Substanz oder des Mediums	FFPM (Perfluor)	FFPM (Vitor®)	FFPM (Aflas®)	NR & IR	SBR (Styrol)	IIR (Butyl)	EPDM & EPR	NBR (Nitril)	HNBR	ECO	CR	PUR (AU & EU)	ACM	AEM	PTFE (Teflon®)	FEP & PFA	FVMQ	CSM	VMQ & PVMQ	Gylon® Standard	Gylon® weiss	Gylon® blau	Gylon® 3545	HTC 9850	9900®	Blue Gard 3000	Blue Gard 3400	IFG 5600	ST-706	Reingraphit	
Nickelsalze	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	3	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Nickelsulfat	1	1	1	3	2	1	1	1	1	2	2	3	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Nitroanilin																					1	1	1	1	4	4	4	4	4		
Nitroanthrachinon																					1	1	1	1	4	4	4	4	4		
Nitrobenzen, Mirbanöl	1	2	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	1	
Nitrobenzol	1	2	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4		
Nitrocalcit																					1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	
Nitrochlorbenzol																					1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	
Nitroethan	1	4	2	2	2	2	2	4	4	4	2	4	4	4	1	1	4	2	4					4	4	4	4	4	4		
Nitroglycerin																															
Nitromethan	1	4	3	2	3	2	2	4	4	4	3	4	4	4	1	1	4	2	4	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	
Nitronaphthalin																					1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	
Nitrophenol																					1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4
Nitropropan, 1-Nitro-propan	1	4	2	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4					4	4	4	4	4	4		
Nitrose-Säure/ Nitrosylschwefelsäure																					1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	
Nitrosegase (Stickoxide)																					1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	
Nitrosylschwefelsäure 40%																					1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	
Nitrotoluol																					1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	
Nonylphenol																					1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	
Norgesalpeter	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	
O																															
cis,cis-9,12-Octadecadiensäure, Linolsäure	1	2	1	4	4	4	4	2	2	2	3	3	4	4	1	1	2	4	2												
Octadecan	1	1	1	4	4	4	4	1			2	1	2		1	1	1	2	4												
Octadecensäure	1	2	1	3	3	3	3	3	2	3	3	3	4	4	1	1	2	3	3												
cis-9-Octadecensäure Natriumsalz, Ölsäure Natriumsalz	1														1	1															
Octadecylalkohol																					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Octan																					1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	
Octanol, Caprylalkohol	1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	4	4	2	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Octylalkohol	1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	4	4	2	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Octylchlorid																					1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	
Ölsäure, Elainsäure, cis-9-Octadecensäure	1	1*	1	4	4	4	4	3	4	2	4	3	4	4	1	1	2	4	4	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	1	
Olefin																					1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	
Olein (rac.-1-Oleoyl-glycerin, Glycerin-1-monooleat)		4																													
Olein(säure)	1	1*	1	4	4	4	4	3	4	2	4	3	4	4	1	1	2	4	4	1	1	1	1	3	3	3	4	3	1	1	
Oleum	1	2*	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	1	4	1	4	1	4	4	4	4	4	4	
Olivenöl	1	1	1	4	4	2	2	1	1	2	2	1	1	3	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Önanthalddehyd, Heptylaldehyd, Heptaldehyd	1	2	1	4	4	1	4								1	1	4														
Orthophosphorsäure (3-molar)	1	1*	1	2	2	3	1	4	2	3	3	4	3	4	1	1	2	2	2												
Oxalsäure	1	1	1	2	2	1	1	2	2	3	2	4	4	4	1	1	1	2	2	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	1	
Oxalsäure Diammoniumsalz	1						1				1				1	1															
Oxalsäure Kaliumsalz	1														1	1															
Oxalsäure Natriumsalz	1	1	1				1	1							1	1															
Oxim																					1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	
Oxiran	1	4	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4												
Ozon (50 PPHM)	1	1	1	4	4	1	1	2*	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	
P																															
Palmitinsäure	1	1	1	3	3	2	2	2	1	2	2	3	4	4	1	1	1	3	4	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1
Paraffin	1	1		4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Paraffinöl, Vaselineöl	1	1	1	4	4	4	4	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	
Paraldehyd	1	4		3		1	1	4			2				1	1															
Paratherm HE															1																
Paratherm NF																					1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	
Parathion																					1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4
PCP (Pentachlorphenol)	1	1					4	4			4																				
Pearl essence (Fischöl)	1	1	1	4	4	4	4	1	1	1	3	2	1	3	1	1	1	4	1												
Pech																					1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	
Penicillin	1	1									1				1	1					1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	
Pentachlorethan	1	1		4	4	4		4			4				1	1		4													
Pentachlorphenol (PCP)	1	1					4	4			4				1	1															
Pentaerythrit																					1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	
Pentalin	1	1		4	4	4		4			4				1	1															
Pentamethylen	1	1		4	4	4	4	4		4	1				1	1															
2,2,4,6,6-Pentamethyl-heptan	1	1	1	4	4	4	4	1	1		2		4	1	1	1	1	2	4												
Pentan	1	1		4	4	4	4	1		2		4	1	1	1	1	3	3	4	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	
Pentanol	1	2	1	2	2	1	1	2	2	1	2	4	4	2	1	1	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Pentanol, n-Amylalkohol	1	2	1	2	2	1	1	2	2	1	2	4	4	2	1	1	1	2	4												
2-Pentanon	1	4		4	4	2	2	4		4					1	1		4													
Pentansäure	1																														

Technische Informationen
Chemische Beständigkeitsliste

Informations techniques
Liste des résistances chimiques

Legende:

- 1: Ausgezeichnet (Volumenquellung von Elastomeren bis 5%)
- 2: Gut (Volumenquellung von Elastomeren 5 bis 10%)
- 3: begrenzt bis fraglich (Volumenquellung von Elastomeren 10 bis 20%)
- 4: Nicht empfohlen
- leer: Keine Angaben zur Beständigkeit

Bemerkungen

- * Spezialcompound
- 1 Bitte Rücksprache mit Kubo Tech bezüglich Ihrer speziellen Einsatzbedingungen
- 2 Genaue Zusammensetzung der Beizbäder angeben
- 3 Diese Gylon® Styles können bei einer Konzentration von 45 bis 59% und einer Temperatur bis +120 °C eingesetzt werden
- 4 Für den Einsatz bei Dampf empfehlen wir Flachdichtungsmaterial ST-706
- 5 Gegen Flusssäure (wasserfrei) Gylon® 3530 oder 3545 einsetzen

Bezeichnung der chemischen Substanz oder des Mediums	FFPM (Perfluor)	FPM (Vitor®)	FEPM (Aflas®)	NR & IR	SBR (Styrol)	IIR (Butyl)	EPDM & EPR	NBR (Nitril)	HNBR	ECO	CR	PUR (AU & EU)	ACM	AEM	PTFE (Teflon®)	FEP & PFA	FVMQ	CSM	VMQ & PVMQ	Gylon® Standard	Gylon® weiss	Gylon® blau	Gylon® 3545	HTC 9850	9900®	Blue Gard 3000	Blue Gard 3400	IFG 5600	ST-706	Reingraphit
Toluol	1	1	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	1	1	2	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	1
2,4-Toluoldiamin																					1	1	1	1						
Toluol-Sulfonsäure																					1	1	1	1	4	4	4	4	4	4
Toluolsulfochlorid																					1	1	1	1	4	4	4	4	4	
Tonerde, essigsauer	1	3	1	1	3	1	1	2	2	2	2	4	4	4	1	1	4	4	4											
Tranöl																														
trans-Butendisäure	1	1	1	1	2	4	2	1	1		2		4		1	1	1	2	2		1	1	1	1	1	1	4	1		
Transformatoröl, mineralisch															1						1	1	1	1	1	1	1	4	1	1
Transformatoröl	1	1	1	4	4	4	4	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	4	2		1	1	1	1	1	1	4	1	1	
Traubensäure	1	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	3	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Treibstofföl	1	1	1	4	4	4	4	1	1	1	3	3	1	2	1	1	1	4	4											
Triacetin	1	4	4	2	3	1	1	2	2	3	2	4	4	4	1	1	4	2	1											
Tributylphosphat (TBP)	1	4	2	2	4	2	1	4	4		4	4	4	4	1	1	4	4	3											
Tricalciumphosphat															1						4	1	3	1	1	1	1	1	1	1
Trichloracetaldehyd Hydrat	2	3		4	3	3	3	4			3				1	1	2													
Trichlorbenzol	1	2		4	4	4	4	4	4		4				1	1	4													
1,2,3-Trichlor-benzol	1	2		4	4	4	4	4	4		4				1	1	4													
Trichloressigsäure (TCA)	1	3	3	3	4	2	2	2	2	2	4	4	4	4	1	1	3	4	3	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4
Trichlorethan	1	1	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	2	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4
1,1,1-Trichlor-ethan, Methylchloroform	1	1	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	2	4	4											
Trichlorethylen	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	2	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	1
Trichlorfluormethan	1	2	4	4	4	4	4	2		3	3	4	4	2	1	1	2	4	4											
Trichlorhydrin, Glycerin-trichlorhydrin	1	2	4	4	4	4	4	4	4		1				1	1	4													
Trichlormethan	1	1*	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	2	4	4											
Trichlorpropan	1	2	4	4	4	4	4	4	4		1				1	1	4													
1,2,3-Trichlor-propan, Trichlorhydrin, Glycerin-trichlorhydrin	1	2	4	4	4	4	4	4	4		1				1	1	4													
Trichlortrifluorethan	1	2	4	3	2	4	3	1		1	1	2	4	3	1	1	4	1	4											1
Tridecanol	1	1		1	1	1	1	1							1	1	1													
Tridecylalkohol, 1-Tridecanol	1	1		1	1	1	1	1							1	1	1													
Triethanolamin (TEA)	2	3	1	2	2	2	2	3	3	3	2	4	4	3	1	1	3	3	3	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	1
Triethylaluminium (ATE)	1	2		4	3	3	3	4		3	4	4	4	1	1	4														1
Triethylamin	1	2		4	3	4	4	3	3	4	3	3	3	4	1	1	3	3	4	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	
Triethylboran	1	1		4	3	3	4			4	4	4			1	1	4													
Triethylenglycol, TEG	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1				1	1	1													
Triethyltetramin																					3	1	3	1	4	4	4	4	4	1
Triethylphosphat (TEP)	1	4													1	1														
Trifluorethan	1	1	2	4	4	4	4	4	4		4	4	4		1	1	2	4	4											
Triglycol	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1				1	1														
Triglycoldichlorid																					1	1	1	1	4	4	4	4	4	
3,4,5-Trihydroxybenzoesäure	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	4	4		1	1	1	2	3											
2,6,8-Trihydroxy-purin	1							1							1	1														
Triiodmethan		2*		4	1						4				1	1														
Triisopropylbenzol																					1	1	1	1	4	4	4	4	4	
Trikresylphosphat																					1	1	1	1	4	4	4	4	4	4
Trimethylpentan																					1	1	1	1	1	1	4	4	4	1
2,4,6-Trimethyl-1,3,5-trioxan, Paracetalddehyd	1	4		3	1	1	4			2					1	1														
3,3,5-Trimethyl-2-cyclohexen-1-on	1	4	2	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4											
Trimethylamine																					1	1	1	1	1	1	1	3	1	
2,2,4-Trimethylpentan	1	1	2	4	4	4	4	1	1	1	3	2	1	1	1	1	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	
Trimethylphosphat																					1	1	1	1	4	4	4	4	4	
Trinatriumphosphat	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	2	1	1	1	1	4	4	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1
Trinitrotoluen (TNT)	1	2	2	4	4	4	4	4	4	2		4			1	1	2	2	3											
Trinkwasser		1*					1*	1*							1*	1*					1*	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Triolein		4																												
Triphenylphosphit	1		1												1	1					1	1	1	1						
Tris-(2-hydroxyethyl)-amin, TEA	2	3	1	2	2	2	2	3	3	3	2	4	4	3	1	1	3	3	3											
Tungöl	1	1	1	4	4	3	4	1	1		2	3	1	1	1	1	2	3	4											
Turbinenöl	1	1	1	4	4	4	4	2	1	1	4	2	2		1	1	2	4	4											
Turboöl																					1	1	1	1	3	3	3	4	3	
U																														
Überchlorsäure	1*	1	2	4	4	2	2	4	4	3	2	4	4		1	1	1	2	4											
Unterchlorige Säure	1	3		2	4	2	2	4		2	4				1	1														
V																														
Valeriansäure	1							1	4		4				1	1														
Vanillin																					1	1	1	1	4	4	4	4	4	
Varnish	1	1	2	4	4	4	4	2	2		4	3	4		1	1	2	4	4											
Vaseline	1	1	1	4	4	4	4	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	4											
Vegetabile Öle und Fette	1	1	1	4	4	3	3	1	1	1	3	2	1	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	
Verchromungsflüssigkeit	1	1*	1	4	4	2	2	4	4		4	4	4		1	1	2	4	2											

Bezeichnung der chemischen Substanz oder des Mediums	FFPM (Perfluor)	FPM (Viton®)	FEPM (Aflas®)	NR & IR	SBR (Styrol)	IIR (Butyl)	EPDM & EPR	NBR (Nitril)	HNBR	ECO	CR	PUR (AU & EU)	ACM	AEM	PTFE (Teflon®)	FEP & PFA	FVMQ	CSM	VMO & PVMQ	Gylon® Standard	Gylon® weiss	Gylon® blau	Gylon® 3545	HTC 9850	9900®	Blue Gard 3000	Blue Gard 3400	IFG 5500	ST-706	Reingraphit	
Vinyldichlorid																				1 ¹	1 ¹	1 ¹	1 ¹	4	4	4	4	4	4		
Vinyldichlorid, 1,1-Dichlor-ethylen	1	2		4	4	4	4	4		4					1	1	3		4	1 ¹	1 ¹	1 ¹	1 ¹	4	4	4	4	4	4		
Vinylmethacrylat																				1	1	1	1	4	4	4	4	4	4		
Vinylpyrrolidon																				1	1	1	1	4	4	4	3	4			
Viskose Xanthogenat																				1	1	1	1								
W																															
Wärmeträgeröl synth.																				1	1	1	1								
Wasser, vollentsalzt																				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Wasser, destilliert																				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Wasser, Kondensat																				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Wasser, heiss	1	1*	1	3			1	2	1	2		4	4	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Wasser, kalt	1	1*	1	1	1	1	1	1	1	2	2	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Wasserstoffgas	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Wasserstoffperoxyd, 30 %	1	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	4	4	4	1	1	2	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4		
Wasserstoffperoxyd, 90 %	1*	1	1	4	4	3	3	3	3	2	4	4	4	4	1	1	2	3	2	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3		
Wasserstoffsulfid	1	3	1	4	3	1	1	4	3	2	2	4	4	4	1	1	3	2	3												
Wein		1*		1*				1*	1*		1*				1*	1*			1*	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Weinessig																				1	1	1	1	3	3	3	3	3	3		
Weinsäure	1	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	3	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Weisses Pinienöl	1	1	1	4	4	4	4	2	2		4				1	1	1	4	4												
Weissöl	1	1	1	4	4	4	4	1	1	1	2	1	1	1	1	1	4	4													
Whisky und Wein		1*		1*				1*	1*	1*	1*				1*	1*			1*	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Wollfett/Lanolen																				1	1	1	1	1	1				1		
X																															
Xenon	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												
Xylenole																					1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	
Xylidin (Dimethylanilin)	1	4	1	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4		
Xylol	1	1	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4		
Y																															
Yperit, Schwefelyperit, Schwefelost	1	1		3	3	1	3				3				1	1	1	1	1												
Z																															
Zellstoff																					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Zellulose																					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Zeolith-Suspension, alkalisch																					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Zeolithe	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1				1	1	1	1	1												
Zinkacetat	1	4	3	2	3	1	1	3	2	3	2	4	4	4	1	1	4	4	4												
Zinkcarbonat	1	1		1	1	1	1	1	1						1	1															
Zinkchlorid	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	4	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Zinkcyanid	1							1	1						1	1															
Zinkelektrolyse																					1	1	1	1	1				1		
Zinknitrat	1						1	1							1	1															
Zinkphosphat	1						1	1							1	1															
Zinksalze	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	4		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Zinkstearat																					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Zinksulfat	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	4	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Zinn	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	4	4	4	1	1	1	1	2												
Zinn-IV-Chloridlösung, kalt																					1	1	1	1	3	3	3	3	3		
Zinn-IV-Chloridlösung, kochend																					1	1	1	1	3	3	3	3	3		
Zinn-IV-Ammoniumchlorid																					1	1	1	1	3	3	3	3	3		
Zinnchlor																					1	1	1	1	3	3	3	3	3		
Zinnsalze																					1	1	1	1	3	3	3	3	3		
Zinntetrachlorid (DBTC) trocken																					1	1	1	1	3	3	3	3	3		
Zitronensäure	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Zuckerrohrflüssigkeit	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		

