TECHNISCHE DATEN UND WERKSTOFFE

TECHNISCHE GRUNDLAGEN

Allgemeine technische Daten 898

Werkstoffe – Grundlagen 906

Prüfung und Interpretation von Prüfergebnissen 912

Allgemeine Werkstoffbeschreibungen 925

Vorschlag für Lagerung 970

Zusammenfassung der erwähnten Normen 971

ALLGEMEINE TECHNISCHE DATEN

ISO-ABMASSE, AUSWAHL – in µm –

Nennmaß-bereich [mm]		Kolbenführungen	Nutgrund für zweiteilige Kolbendichtungen	Nutgrund für Kolben-dichtungen	Simmerring-Welle		Kolbenstangen		Simmerring-(Gehäuse), Stangenführungen, Abstreifergehäuse		Nutgrund für Stangen-dichtungen		Simmerring-Gehäuse, Sonderfälle
									Zylinderrohre				
über	bis	h8	h9	h10	h11	f7	f8	e8	H8	H9	H10	H11	F8
1,6	3	0	0	0	0	−6	−6	−14	14	25	40	60	20
		−14	−25	−40	−60	−16	−20	−28	0	0	0	0	6
3	6	0	0	0	0	−10	−10	−20	18	30	48	75	28
6	10	0	0	0	0	−13	−13	−25	22	36	58	90	35
		−22	−36	−58	−90	−28	−35	−47	0	0	0	0	13
10	14	0	0	0	0	−16	−16	−32	27	43	70	110	43
14	18	−27	−43	−70	−110	−34	−43	−59	0	0	0	0	16
18	24	0	0	0	0	−20	−20	−40	33	52	84	130	53
24	30	−33	−52	−84	−130	−41	−53	−73	0	0	0	0	20
30	40	0	0	0	0	−25	−25	−50	39	62	100	160	64
40	50	−39	−62	−100	−160	−50	−64	−89	0	0	0	0	25
50	65	0	0	0	0	−30	−30	−60	46	74	120	190	76
65	80	−46	−74	−120	−190	−60	−76	−106	0	0	0	0	30
80	100	0	0	0	0	−36	−36	−72	54	87	140	220	90
100	120	−54	−87	−140	−220	−71	−90	−126	0	0	0	0	36
120	140	0	0	0	0	−43	−43	−85	63	100	160	250	106
140	160	−63	−100	−160	−250	−83	−106	−148	0	0	0	0	43
160	180												
180	200	0	0	0	0	−50	−50	−100	72	115	185	290	122
200	225	−72	−115	−185	−290	−96	−122	−172	0	0	0	0	50
225	250												
250	280	0	0	0	0	−56	−56	−110	81	130	210	320	137
280	315	−81	−130	−210	−320	−108	−137	−191	0	0	0	0	56

© Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG | Technisches Handbuch

Nennmaß-bereich [mm]		Kolbenführungen	Nutgrund für zweiteilige Kolbendichtungen	Nutgrund für Kolben-dichtungen	Simmerring-Welle		Kolbenstangen		Simmerring-(Gehäuse), Stangenführungen, Abstreifergehäuse		Nutgrund für Stangen-dichtungen		Simmerring-Gehäuse, Sonderfälle
									Zylinderrohre				
über	bis	h8	h9	h10	h11	f7	f8	e8	H8	H9	H10	H11	F8
315	355	0	0	0	0	−62	−62	−125	89	140	230	360	151
355	400	−89	−140	−230	−360	−119	−151	−214	0	0	0	0	62
400	450	0	0	0	0	−68	−68	−135	97	155	250	400	165
450	500	−97	−155	−250	−400	−131	−165	−232	0	0	0	0	68

Tab. 1 Auswahl aus den ISO-Abmaßen

FERTIGUNGSTOLERANZEN

Im folgenden Kapitel Werkstoffe wird eingegangen auf die technologische Qualität der gummielastischen Werkstoffe von FST, Elastomere und Plastomere sowie ihre Einsatzmöglichkeiten unter Berücksichtigung der physikalischen und chemischen Eigenschaften.
Wichtig sind jedoch auch die mit den genannten Werkstoffen am Fertigteil erreichbaren Maßgenauigkeiten. Konstrukteure und Verwender legen hier hinsichtlich Toleranzwünschen oder -vorschriften sehr oft Maßstäbe an, die im Maschinenbau bei Metallteilen üblich sind. Bei der Fertigung von Dichtelementen und Konstruktionsteilen aus gummielastischen Werkstoffen ist indessen eine enge Tolerierung meist nicht möglich.
Für Dichtelemente und Konstruktionsteile aus gummielastischen Werkstoffen gelten im allgemeinen die in der DIN 7715 festgelegten Toleranzen. Sofern für bestimmte Produkte keine besonderen Festlegungen bestehen, gilt die Toleranzgrenze M3 als vereinbart.
Abweichungen von den in der DIN 7715 angegebenen Werten können nur durch Absprache zwischen Verwender und Hersteller vereinbart werden.

Zulässige Abweichungen für Weichgummiteile (Auszug aus DIN 7715-Teil 2)

Maßbegriffe

Bei allen Formteilen sind innerhalb der Toleranzklassen zwei Arten von zulässigen Maßabweichungen F und C zu unterscheiden.

F: Abweichungen bei an die Form gebundenen Maßen. Maße, die nicht von formverändernden Einflüssen wie Austrieb und seitlichem Versatz zwischen verschiedenen Formteilen (Ober- und Unterteil, Kerne) beeinflusst werden. Siehe die Maße w, x und y in → Abb. 1.

C: Abweichungen bei an den Formschluss gebundenen Maßen. Maße, die durch Veränderung der Dichte des Austriebes und des seitlichen Versatzes zwischen verschiedenen Formteilen verändert werden können. Siehe die Maße s, t, u und z in → Abb. 1.

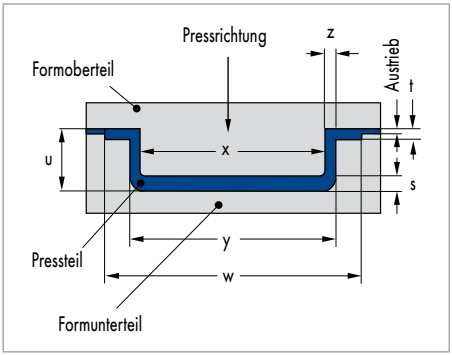


Abb. 1 Pressform und Pressteil

Nennmaßbereich [mm]		Klasse M 1		Klasse M 2		Klasse M 3		Klasse M 4	
		F ±	C ±	F ±	C ±	F ±	C ±	F ±	C ±
über	bis	Zulässige Maßabweichungen in mm							
	6,3	0,10	0,10	0,15	0,20	0,25	0,40	0,50	0,50
6,3	10,0	0,10	0,15	0,20	0,20	0,30	0,50	0,70	0,70
10,0	16,0	0,15	0,20	0,20	0,25	0,40	0,60	0,80	0,80
16,0	25,0	0,20	0,20	0,25	0,35	0,50	0,80	1,00	1,00
25,0	40,0	0,20	0,25	0,35	0,40	0,60	1,00	1,30	1,30
40,0	63,0	0,25	0,35	0,40	0,50	0,80	1,30	1,60	1,60
63,0	100,0	0,35	0,40	0,50	0,70	1,00	1,60	2,00	2,00
100,0	160,0	0,40	0,50	0,70	0,80	1,30	2,00	2,50	2,50
Zulässige Abweichung in %									
160		0,30	*)	0,50	*)	0,80	*)	1,50	1,50
*) Werte nur nach Vereinbarung									

Tab. 2 Auszug aus DIN 7715

Unabhängig von den in den Tabellen angegebenen Werten sind produktbezogene Toleranzen angegeben in:

DIN 3760 für Radialwellendichtringe

DIN ISO 3302-1 Genauigkeitsgrad M2 für Durchmesserbereiche von formgepressten Membranen ohne Gewebeverstärkung

DIN ISO 3302-1 Genauigkeitsgrad M3 für Durchmesserbereiche von formgepressten Membranen mit Gewebeverstärkung und/oder Metallinsert

DIN 16901, Teil 2 Für Fertigteile aus formgespritzte Thermoplasten

DIN 7168 Für spanend bearbeitete Teile aus PTFE oder sonstigen Thermoplasten

Müssen die Toleranzen aus Funktionsgründen kleiner als in DIN 7168 gehalten werden, so sollten die „eingeengten Werkstofftoleranzen" in → Tab. 3 nicht unterschritten werden. In Sonderfällen ist eine Rücksprache zu empfehlen.

Nennmaßbereich [mm]		Toleranz nach DIN 7168 mittel	Eingeengtes Werkstoleranzfeld
über	bis		
	6	±0,1	0,10
6	30	±0,2	0,15
30	65	±0,3	0,20
65	120	±0,3	0,30
120	200	±0,5	0,40

Tab. 3 Auszug aus DIN 7168

© Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG | Technisches Handbuch

Nennmaßbereich [mm]		Gepresste, gebohrte und gestanzte Teile	Flanschdicke gepresster Teile	Ausgestochene und nach Schablone geschnittene Teile	Stoßvulkanisierte Teile		Schläuche und Scheiben vom Schlauch abgestochen			
über	bis				Im Durchmesser	Profile im Querschnitt und Meterware	Außen-Ø geschliffen	Außen-Ø ungeschliffen	Innendurchmesser	Abstechhöhe
	3	±0,2[a)]	±0,10	±0,3[b)]	−0,15	±0,3[b)]	±0,1	±0,3[b)]	−0,15	±0,15
3	6	±0,2[a)]	±0,15	±0,4[b)]	−0,20	±0,4[b)]	±0,1	±0,4[b)]	−0,20	±0,20
6	10	±0,3[a)]	±0,20	±0,5[b)]	−0,25	±0,5[b)]	±0,1	±0,5[b)]	−0,25	±0,20
10	18	±0,3[a)]	–	±0,6[b)]	−0,30	±0,6[b)]	±0,2	±0,6[b)]	−0,30	±0,30
18	30	±0,4[a)]	–	±0,8[b)]	−0,40	±0,8[b)]	±0,2	±0,8[b)]	−0,40	±0,40
30	40	±0,5[a)]	–	±1,0[b)]	−0,50	±1,0[b)]	±0,2	±1,0[b)]	−0,50	±0,50
40	50	±0,5[a)]	–	±1,0	−0,80	±1,2[b)]	±0,2	±1,0[b)]	−0,50	–
50	80	±0,6[a)]	–	±1,0	−0,80	±1,2[b)]	±0,3	±1,2[b)]	−0,80	–
80	120	±0,8[a)]	–	±1,0	−1,00	±1,4[b)]	±0,3	±1,4[b)]	−1,00	–
120	180	±1,0[a)]	–	±1,2	−1,40	±1,6[b)]	±0,4	±1,6[b)]	−1,40	–
180	250	±1,3[a)]	–	±1,2	−2,00	–	–	±2,0[b)]	−2,00	–
250	315	±1,6[a)]	–	±1,5	−2,80	–	–	±2,5[b)]	−2,80	–
315	400	±2,0[a)]	–	±1,5	−3,50	–	–	±3,0[b)]	−3,50	–
400	500	±2,5[a)]	–	±2,0	−4,50	–	–	±3,5[b)]	−4,50	–
500		±0,5%[a)]	–	±0,5%	−6,00	–	–	±1,0[b)]	−6,00	–

Tab. 4 Von DIN 7715 abgeleitete Toleranzen von FST

[a)] Werte entsprechen DIN 7715 Genauigkeitsgrad „fein"

[b)] Werte entsprechen DIN 7715 Genauigkeitsgrad „mittel"

[c)] Werte entsprechen DIN 7715 Genauigkeitsgrad „grob"

MASSEINHEITEN – AUSWAHL –

Basisgröße	Basiseinheit	Einheitszeichen
Länge	Meter	m
Masse	Kilogramm	kg
Zeit	Sekunde	s
Elektrische Stromstärke	Ampère	A
Temperatur	Kelvin	K
Lichtstärke	Candela	cd
Stoffmenge	Mol	mol

Tab. 5 Basisgrößen, Basiseinheiten

Größe	Einheit	Formel-Zeichen	Einheiten-Zeichen
Beschleunigung	Meter durch Sekunden hoch 2	b	m/s^2
Dichte	Kilogramm durch Kubikmeter	ρ	kg/m^3
Druck	Newton/m^2, Pascal	p	N/m^2, Pa
Energie, Arbeit	Joule (Dschul)	A, E	Nm = Ws
Fläche	Quadratmeter	A	m^2
Geschwindigkeit	Meter durch Sekunde	V	m/s
Kraft	Newton	F	N
Spannung	Newton durch Quadratmeter	σ	N/m^2, Pa
Viskosität dynamisch	Pascalsekunde	η	Pa S
Viskosität kinematisch	Quadratmeter durch Sekunde	μ	m^2/s
Volumen	Kubikmeter	V	m^3
Elektr. Spannung	Volt	V	W/A
Elektr. Widerstand	Ohm	Ω	V/A
Elektr. Leitfähigkeit	Siemens	S	1/Ω
Induktivität	Henry	H	Vs/A
Elektrizitätsmenge	Coulomb	C	As
Frequenz	Hertz	Hz	1/s
Leistung	Watt	W	J/s
Lichtstrom	Lumen	1 m	cd sr
Beleuchtungsstärke	Lux	1 x	1 m/m^2

Tab. 6 Abgeleitete SI-Einheiten mit hauptsächlich eigenen Einheitennamen

© Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG | Technisches Handbuch

Größe	Einheit	Ebenfalls gebräuchliche gesetzliche Einheiten
Drehimpulse, Drall	N · m · s	–
Drehmoment	Nm, J	–
Drehzahl	2 · x · rad/s	s^{-1}
Elastizitätsmodul	Pa	N/mm^2, bar
Enthalpie	J	kJ
Enthalpie, spezifische	J/kg	kJ/kg
Entropie	J/K	kJ/K
Entropie, spezifische	J/kg · K	kJ/kg · K
Flächenträgheitsmoment	m^4	cm^4
Gewichtskraft	N	kN, MN
Gaskonstante	J/kg · K	kJ/kg · K
Heizwert	J/kg, J/m^3	kJ/kg, kJ/m^3
Impuls	N · s	–
Massenträgheitsmoment	kg · m	g ·m, t · m^2
Moment	N · m	–
Strahlzahl	W/m · K^4	–
Volumen, spezifisches	m^3/kg	–
Wärmedurchgangskoeffizient	W/m · K	–
Wärmekapazität	J/K	kJ/K
Wärmekapazität, spezifische	J/kg · K	kJ/kg · K
Wärmeleitfähigkeit	W/m · K	–
Widerstandsmoment	m^3	cm^3

Tab. 7 Weitere gesetzliche, abgeleitete Einheiten der Mechanik

Zehnerpotenz	Vorsatz	Vorsatzzeichen
Dezimale Vielfache		
10^{1}	Deka	da
10^{2}	Hekto	h
10^{3}	Kilo	k
10^{6}	Mega	M
10^{9}	Giga	G
10^{12}	Tera	T
Dezimale Teile		
10^{-1}	Dezi	d
10^{-2}	Zenti	c
10^{-3}	Milli	m
10^{-6}	Mikro	µ
10^{-9}	Nano	n
10^{-12}	Piko	p
10^{-15}	Femto	f
10^{-18}	Atto	a

Tab. 8 Dezimale Vielfache und Teile von Einheiten

Das Gesetz erlaubt, dezimale Vielfache und Teile von Einheiten durch Vorsetzen von Silben auszudrücken.

© Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG | Technisches Handbuch

Umrechnungstabellen

Kraft:				Energie, Arbeit, Wärmemenge:					Leistung:			
1 Newton (N) = 1 kg m/s²				1 Nm = 1 Joule (J) = 1 Ws					Watt (W) = 1 Nm/s = 1 J/s			
	N	kp	dyn		Nm	kWh	kpm	cal		W	kW	PS
1 N	1	0,102	10^5	1 Nm	1	$0{,}278 \cdot 10^{-6}$	0,102	0,238	1 W	1	10^{-3}	$1{,}36 \cdot 10^{-3}$
1 kp	9,81	1	$9{,}81 \cdot 10^5$	1 kWh	$3{,}6 \cdot 10^6$	1	$0{,}367 \cdot 10^6$	$0{,}86 \cdot 10^6$	1 kW	10^3	1	1,36
1 dyn	10^{-5}	$1{,}02 \cdot 10^{-6}$	1	1 kpm	9,81	$2{,}72 \cdot 10^{-6}$	1	2,335	1 PS	736	0,736	1
–				1 cal	4,19	$1{,}17 \cdot 10^{-6}$	0,428	1	–			

Tab. 9 Umrechnungsfaktoren für Kraft-, Energie-, Arbeit-, Wärmemenge- und Leistungseinheiten

Druck, mechanische Spannung

1 Pascal (Pa) = 1 N/m² : 1 MPa (10^6 Pa) = 1 N/mm²= 0,102 kp/mm²							
	Pa	MPa	bar	kp/cm²	mm Hg	atm	mWs
1 Pa = 1 N/m²	1	10^{-6}	10^{-5}	$1{,}02 \cdot 10^{-5}$	$7{,}50 \cdot 10^{-3}$	$9{,}87 \cdot 10^{-6}$	$1{,}02 \cdot 10^{-4}$
1 MPa = 1 N/mm²	10^6	1	10	10,2	$7{,}50 \cdot 10^3$	9,87	102
1 bar	10^5	0,1	1	1,02	750	0,987	10,2
1 kp/cm² (at)	$9{,}81 \cdot 10^4$	$9{,}81 \cdot 10^{-2}$	0,981	1	736	0,968	10
1 mm Hg (Torr)	133	$1{,}33 \cdot 10^{-4}$	$1{,}33 \cdot 10^{-3}$	$1{,}36 \cdot 10^{-3}$	1	$1{,}32 \cdot 10^{-3}$	$1{,}36 \cdot 10^{-2}$
1 atm	$1{,}013 \cdot 10^5$	0,1013	1,013	1,033	760	1	10,33
1 mWs	$9{,}81 \cdot 10^3$	$9{,}81 \cdot 10^{-3}$	$9{,}81 \cdot 10^{-2}$	0,1	73,6	$9{,}68 \cdot 10^{-2}$	1

Tab. 10 Umrechnungsfaktoren für Druck- und mechanische Spannungseinheiten

nach dem 31.12.1977 nicht mehr zugelassene Einheiten

WERKSTOFFE – GRUNDLAGEN

Freudenberg Sealing Technologies verarbeitet gummielastische Werkstoffe, Polyurethane, Thermoplaste und Duroplaste zu Dichtungen und technischen Formteilen.

Nachfolgend hierzu einige allgemeine Informationen, insbesondere ein Überblick über die Werkstoffe, deren Aufbau und Einsatzmöglichkeiten sowie über die Grenzen ihrer Verwendbarkeit.

- Natur-/Synthesekautschuk
  sind hochmolekulare Polymere, die durch Vulkanisation in den gummielastischen Zustand verändert werden können.

- Gummi und Vulkanisat
  Gummi ist ein unspezifischer Begriff, der sowohl das Basispolymer als auch für den vulkanisierten Kautschuk verwendet werden kann. Vulkanisat steht für den vulkanisierten Kautschuk.

- Elastomere
  sind vernetzte Polymere, die in der Lage sind, reversibel große Verformungen zu absorbieren. Sie stehen gleichbedeutend für den vulkanisierten Kautschuk.

- Thermoplaste
  sind nicht vernetzte hochmolekulare Polymere, die unter Einwirkung von Druck und Temperatur bleibend verformt werden können, sie besitzen in geringem Maße weichelastische Eigenschaften.

- Thermoplastische Elastomere
  sind unvernetzte hochmolekulare Polymere. Sie werden verarbeitet wie Thermoplaste und besitzen ausgeprägt gummielastische Eigenschaften.

- Duroplaste
  sind hochvernetzte Polymere, die bei sehr geringer Deformation hartelastisch sind.

Die strukturellen Hauptmerkmale der polymeren Werkstoffe werden in der DIN 7724 ausführlich erläutert.

© Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG | Technisches Handbuch

BEZEICHNUNGEN

Übersicht Werkstoffkurzzeichen

Elastomere		
Chemische Bezeichnung der Basis-Polymere	Kurzbezeichnung nach	
	ASTM D 1418	ISO 1629
Acrylnitril-Butadien-Kautschuk	NBR	NBR
Hydrierter Acrylnitril-Butadien-Kautschuk	HNBR	HNBR
Chlorbutadien-Kautschuk	CR	CR
Carboxilierter Nitril-Kautschuk	XNBR	XNBR
Acrylat-Kautschuk	ACM	ACM
Ethylen-Acrylat-Kautschuk	AEM	AEM
Silikon-Kautschuk		
Methyl-Polysiloxan	MQ	MQ
Vinyl-Methyl-Polysiloxan	VMQ	VMQ
Phenyl-Vinyl-Methyl-Polysiloxan	PVMQ	PVMQ
Phenyl-Methyl-Polysiloxan	PMQ	PMQ
Fluorsilikon-Kautschuk		
Fluormethyl-Polysiloxan	FVMQ	FVMQ
Fluor-Kautschuk	FKM	FKM
Per-Fluor-Kautschuk	FFKM	FFKM
Polyurethan-Kautschuk		
Polyester-Urethan-Kautschuk	AU	AU
Polyether-Urethan-Kautschuk	EU	EU
Ethylenoxid-Epichlorhydrin-Kautschuk	ECO	ECO
Epichlorhydrin-Polymer	CO	CO
Chlorsulfoniertes Polyethylen	CSM	CSM
Naturkautschuk	NR	NR
Isopren-Kautschuk	IR	IR
Polybutadien-Kautschuk	BR	BR
Styrol-Butadien-Kautschuk	SBR	SBR
Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk	EPDM	EPDM
Ethylen-Propylen-Copolymer	EPM	EPM
Butyl-Kautschuk	IIR	IIR
Chlorbutyl-Kautschuk	CIIR	CIIR
Brombutyl-Kautschuk	BIIR	BIIR
ASTM = American Society for Testing and Materials; ISO = International Organization for Standardization; DIN = Deutsches Institut für Normung e.V.		

Tab. 11 Übersicht Werkstoffkurzzeichen

Thermoplaste		
Chemische Bezeichnung der Grundwerkstoffe	Kurzbezeichnung nach	
	DIN 7728, Teil 1, ISO 1043.1	ASTM D 1600
Polytetrafluorethylen	PTFE	PTFE
Ethylen-Tetrafluorethylen-Copolymerisat	E/TFE	E/TFE
Perfluoralkoxy-Copolymerisat	PFA	PFA
Polyvinylchlorid	PVC	PVC
Acrylnitril-Butadien-Styrol	ABS	ABS
Styrol-Acrylnitril	SAN	SAN
Polypropylen	PP	PP
Polyamid	PA	PA
Polyoxymetylen (Polyacetat)	POM	POM
Polyphenylenoxid	PPO	PPO
Polysulfon	PSU	PSU
Polyetherblockamid	PEBA	PEBA
Polyetherketon	PEEK	PEEK
Polyetherimid	PEI	PEI

Tab.12 Kurzbezeichnungen Thermoplaste

Thermoplastkautschuke	
Chemische Bezeichnung der Basis-Polymere	ASTM-Kurzbezeichnung D 1418
Block-Polymer von Styrol und Butadien	YSBR
Polyetherester	YBPO
Thermoplastisches Polyolefin	TPO

Tab. 13 Kurzbezeichnungen Thermoplastkautschuke

Duroplaste		
Chemische Bezeichnung der Grundwerkstoffe	Kurzbezeichnung nach	
	DIN ISO 1043.1	ASTM D 1600
Ungesättigter Polyester	UP	UP
Phenol-Formaldehyd	PF	PF
Harnstoff-Formaldehyd	UF	UF
Glasfaserverstärktes, ungesättigtes Polyesterharz	UP-GF	–

Tab. 14 Kurzbezeichnungen Duroplaste

© Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG | Technisches Handbuch

Bezeichnung der Werkstoffe von FST
Werkstoffe von Freudenberg Sealing Technologies werden mit Hilfe von Kurzzeichen sowie vor- und nachgestellten Ordnungszahlen gekennzeichnet, z.B. 72 NBR 902.

Die Vorzahl bezeichnet die Härte des Werkstoffes in Shore A.
Die Buchstabengruppe kennzeichnet das Basispolymer gemäß DIN/ISO 1629.
Die Zahl hinter der Buchstabengruppe ist eine interne Kennzahl von FST.

Zusammenfassung einiger Handelsnamen für Elastomere und Kunststoffe

Elastomere	
Chemische Bezeichnung	**Handelsnamen**
Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (NBR)	Perbunan, Hycar, Chemigum, Breon, Butakon, Europrene N, Butacril, Krynac, Paracril, Nipol, Nitriflex
Chlorbutadien-Kautschuk (CR)	Neoprene, Baypren, Butaclor, Denka Chloroprene
Acrylat-Kautschuk (ACM)	Cyanacryl, Europrene AR, Noxtite PA, Nipol AR
Ethylen-Acrylat (AEM)	Vamac
Silikon-Kautschuk (VMQ, FVMQ und PVMQ)	Silopren, Silastic, Silicone, Rhodorsil
Fluor-Kautschuk (FKM)	Viton, Fluorel, Tecnoflon, Dai El, Noxtite
Perfluorelastomer (FFKM)	Kalrez, Simriz, Chemraz
Polyurethane (AU und EU)	Vulkollan, Urepan, Desmopan, Adipren, Estane, Elastothane, Pellethane, Simputhan
Ethylenoxid-Epichlorhydrin-Kautschuk (ECO)	Epichlomer, Hydrin, Gechron
Styrol-Butadien-Kautschuk (SBR)	Buna Hüls, Buna SB, Europrene, Cariflex S, Solprene, Carom
Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk (EPDM)	Dutral, Keltan, Vistalon, Nordel, Epsyn, Buna AP, Royalene, Polysar EPDM
Butyl-Kautschuk (IIR)	Enjay Butyl, Esso Butyl, Polysar Butyl
Chlorsulfoniertes Polyethylen (CSM)	Hypalon

Tab. 15 Elastomere (Handelsnamen)

Kunststoffe für Dichtanwendungen	
Chemische Bezeichnung	**Handelsnamen**
Acrylnitril-Butadien-Styrol (ABS)	Cycolac, Novodur, Terluran
Acetalharz-Polyoxymethylen (POM)	Delrin, Hostaform C, Ultraform
Polyamid (PA)	Durethan, Dymetrol, Nylon, Rilsan, Ultramid, Vestamid
Polybutylenterephtalat (PBTP)	Crastin, Pocan, Ultradur, Vestodur
Polyethylen (PE)	Alathon, Baylon, Hostalen, Lupolen
Polycarbonat (PC)	Lexan, Makrolon
Polyphenylenoxid (PPO)	Noryl
Polypropylen (PP)	Hostalen PP, Novolen
Polystyrol (PS)	Hostyren, Lustrex, Vestyron
Polytetrafluorethylen (PTFE)	Algoflon, Fluon, Halon, Hostaflon, Teflon
Ethylen-Tetrafluorethylen-Copolymerisat (ETFE)	Tefzel
Polyvinylchlorid (PVC)	Breon, Hostalit, Plaskon
Perfluoralkoxy-Copolymerisat (PF^{A})	Teflon-PFA
Phenolharzhartgewebe	Ferrozell, Pertinax

Tab. 16 Kunststoffe für Dichtanwendungen (Handelsnamen)

KLASSIFIZIERUNG NACH ASTM D 2000/SAE J 200

Dieses Klassifizierungssystem soll den Verwender bei der Auswahl der einzusetzenden Werkstoffe von FST unterstützen; es erlaubt die Spezifizierung der Materialien durch Verwendung einfacher Qualitätsmerkmale für Shorehärte, Festigkeitswerte, Temperatur- und Quellverhalten, usw.

An folgendem Beispiel wird die Einstufung des Werkstoffs 72 NBR 872 in dieses Klassifizierungssystem aufgezeigt. Ausführliche Angaben über dieses System sind dem Annual Book of ASTM Standards „Rubber" Volume 09.01 und 09.02 zu entnehmen.
Die ASTM-Klassifizierung für den jeweiligen Werkstoff von FST finden Sie in den Tabellen. Weitere Informationen zu Werkstoffen von FST nach ASTM D 2000 finden Sie im Internet unter www.simrit.de.

© Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG | Technisches Handbuch

72 NBR 872 = M2 BG 714 B14 B34 EA14 EF11 EF21 EO14 EO34 F17		
Grundforderungen		
M 2 BG 714		
M	=	Werte in SI-Einheiten
2	=	Qualitätsgrad
B	=	Typ (festgelegt nach der Wärmebeständigkeit)
G	=	Klasse (festgelegt nach der Quellbeständigkeit)
7	=	Härte nach Shore A = 70 ± 5
14	=	Zugfestigkeit = 14 MPa
Ergänzende Anforderungen		
B 14		
B	=	Druckverformungsrest (compression set)
1	=	Prüfdauer 22 Stunden, massiver Prüfkörper
4	=	Prüftemperatur 100 °C
B 34		
B	=	Druckverformungsrest (compression set)
3	=	Prüfdauer 22 Stunden, geschichteter Prüfkörper
4	=	Prüftemperatur 100 °C
EA 14		
EA 1	=	Quellung in destilliertem Wasser, Prüfdauer 70 Stunden
4	=	Prüftemperatur 100 °C
EF 11		
EF 1	=	Quellung in Referenz Fuel A (Isooktan), Prüfdauer 70 Stunden
1	=	Prüftemperatur 23 °C
EF 21		
EF 2	=	Quellung in Referenz Fuel B (Isooktan: Toluol/70:30), Prüfdauer 70 Stunden
1	=	Prüftemperatur 23 °C
EO 14		
EO 1	=	Quellung in ASTM-Öl Nr. 1, Prüfdauer 70 Stunden
4	=	Prüftemperatur 100 °C
EO 34		
EO 3	=	Quellung in IRM 903*, Prüfdauer 70 Stunden
4	=	Prüftemperatur 100 °C
F 17		
F 1	=	Prüfung der Tieftemperaturbeständigkeit Methode A, Prüfdauer 3 Min.
7	=	Prüftemperatur −40 °C
* Ersatzprodukt für ASTM-Öl Nr. 3		

Tab. 17 Klassifizierung eines Werkstoffs von FST am Beispiel 72 NBR 872

PRÜFUNG UND INTERPRETATION VON PRÜFERGEBNISSEN

Gummielastische Werkstoffe unterscheiden sich von anderen Werkstoffen nicht einfach dadurch, dass sie „elastisch" sind. Das Eigenschaftsbild ist in vieler Hinsicht anders. Die dem Techniker aus der Werkstoffprüfung gewohnten Begriffe wie Härte oder Zugfestigkeit müssen anders interpretiert werden. Neue Begriffe, wie Alterungsbeständigkeit oder Deformationsgeschwindigkeit, tauchen auf. Konstanten gibt es kaum; die meisten Eigenschaften sind stark von der Temperatur und anderen äußeren Einflüssen, manche sogar von der Größe und Gestalt der betreffenden Prüfkörper bzw. Formteile abhängig.
Es gibt eine große Zahl synthetischer Kautschuke. Und diese haben eine noch größere Zahl von Variationsmöglichkeiten in der Werkstoffzusammensetzung. Der Kombinierbarkeit von Werkstoffeigenschaften sind jedoch Grenzen gesetzt. Zum Beispiel ist es bei NBR nicht möglich, hohe Ölbeständigkeit mit optimalem Kälteverhalten zu verbinden.
Eine Reihe von Werkstoffeigenschaften ist aus chemisch-physikalischen Gründen abhängig miteinander verknüpft. Wird eine Eigenschaft verändert, so ändern sich andere Eigenschaften zwangsläufig mit. Das kann für die jeweilige Anwendung von Vorteil sein, sich aber auch nachteilig auswirken.
Mit Rücksicht darauf sollten bereits bei Aufstellung der Spezifikationen unnötige Forderungen an den Werkstoff vermieden werden. Dieses Vorgehen ebnet den zielgerichteten Weg zum einsatzgerechten Werkstoff.

PHYSIKALISCHE EIGENSCHAFTEN

Härte

Die zur Charakterisierung gummielastischer Werkstoffe am meisten benutzte Kenngröße ist die Härte. Die Prüfung wird mit den Prüfgeräten nach Shore A bzw. D und IRHD vorgenommen. Die gummielastischen Werkstoffe von FST sind meist nach Shore A zu prüfen.
Im Prüflabor werden die Messungen nach den in DIN 53 505 festgelegten Bedingungen durchgeführt. Die Härte nach Shore kann auch mit einem Taschengerät gemessen werden. Dabei sind allerdings häufig Messunsicherheiten nicht auszuschließen.
In vielen Fällen ergeben sich aber brauchbare Relativ- oder Vergleichswerte, wenn die Normvorschriften eingehalten werden und beim Messen folgendes beachtet wird:
Zu geringe Probendicke führt zu höheren Messwerten. Das gleiche gilt für zu starken Anpressdruck.
Dagegen ergeben Messungen zu dicht am Rand, z.B. bei zu kleinen Formteilen, zu niedrige Werte.
Die Prüfkörper sollten möglichst eben sein, nicht hohl liegen. Die Probe und das Messgerät immer parallel halten und die Ablesezeit genau einhalten.
Eine andere Methode für Messungen im Prüflabor ist die Bestimmung des internationalen Gummihärtegrads (IRHD; DIN ISO 48) als Eindringtiefenmessung einer definierten Kugel unter definierter Kraft. Bei hochelastischen Werkstoffen entspricht der IRHD-Wert etwa der Shore-A-Härte. Bei Werkstoffen, die zur plastischen Verformung neigen, können die nach den beiden Methoden ermittelten Messwerte erheblich voneinander abweichen.
Eine Variante dieser Methode mit entsprechend verkleinertem Kugeldurchmesser (0,4 mm) erlaubt es, an kleinen und dünnen Proben zu messen (sog. Mikrohärte, DIN ISO 48 Verfahren M). Sie wird deshalb häufig bei Messungen an Fertigteilen angewandt. Bei dieser Methode kommen zu den o.g., durch die verschiedenen Messverfahren bedingten Unterschieden zusätzliche Einflüsse durch die Probenoberfläche (Unebenheiten, z.B. durch Schleifen, Krümmung aufgrund der Teilegeometrie, Oberflächenverhärtung, Reibungskoeffizient) hinzu, die zu noch größeren Werteunterschieden führen können. An Fertigteilen ermittelte Messwerte entsprechen in der Regel nicht den an Normprüfkörpern ermittelten Werten. Bei der Härteangabe ist daher immer die zu ihrer Ermittlung benutzte Messmethode mit zu benennen, z.B. Härte 80 Shore A oder Härte 72 IRHD. Bei der Härteprüfung an Fertigteilen ist die Methode zwischen Kunde und Lieferant im Einzelfall genau abzusprechen, um Unstimmigkeiten zu vermeiden.
Als Toleranz für Härtemessungen und -angaben werden in der Regel ±5 Härtegrade zugrundegelegt. Dieser relativ groß erscheinende Bereich ist notwendig, um die Differenzen bei verschiedenen Geräten und Prüfern sowie die unvermeidliche Fertigungsstreuung zu berücksichtigen.

© Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG | Technisches Handbuch

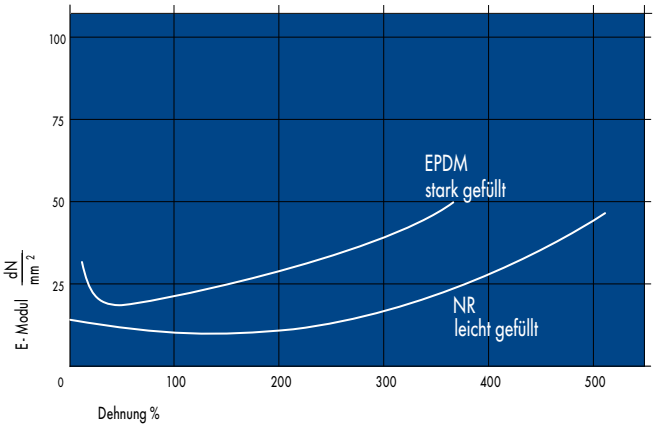


Diagramm 1 Abhängigkeit des E-Moduls von der Verformung (Zugversuch) bei zwei verschieden aufgebauten Vulkanisaten

Spannungswert und Elastizitätsmodul

Wie die Härte sind auch Spannungswert und Elastizitätsmodul Kenngrößen für die Verformbarkeit von elastischen Werkstoffen.
Der im Zugversuch nach DIN 53504 ermittelte Spannungswert bei 100 oder 300% Dehnung ist definiert als die zu der betreffenden Verformung notwendige Kraft, dividiert durch den ursprünglichen Querschnitt des Probekörpers. Der Spannungswert wird oft fälschlich als „Modul" bezeichnet.
Der Elastizitätsmodul oder Dehnmodul ist der Spannungswert dividiert durch die relative Längenänderung (Dehnung). Er ist bei gummielastischen Werkstoffen keine Konstante.
Das Hookesche Gesetz $\sigma = E \cdot \varepsilon$, nach dem die Spannung σ proportional der Dehnung ε ist, wobei der Elastizitätsmodul E die Proportionalitätskonstante darstellt, gilt bei Gummi nur in einem begrenzten Verformungsbereich, der von Werkstoff zu Werkstoff verschieden sein kann. Der Elastizitätsmodul kann mit der Dehnung sowohl zu- als auch abnehmen → Diagramm 1.

Der Elastizitätsmodul ist abhängig von dem sogenannten Formfaktor, dem Verhältnis von belasteter zu freier Oberfläche des Teiles bzw. Prüfkörpers. Dabei versteht man unter belasteter Fläche eine Zug- oder Druckfläche (ohne die Gegenfläche) und unter freier Fläche die Summe aller Flächen, an denen sich der Körper frei ausdehnen oder zusammenziehen kann. Beide Flächen werden im unbelasteten Zustand gemessen. So ist z.B. der Formfaktor F für einen axial belasteten Zylinder

$F = d/4h$ (d = Durchmesser, h = Höhe).

Weitere Moduln

Für die Verformungseigenschaften sind noch weitere Moduln von Bedeutung. Schub- oder Gleitmodul und dynamische Moduln sind bei Schwingungsvorgängen wichtig. Sie sollen hier nicht näher beschrieben werden. Prüfverfahren sind z.B. in DIN 53513, DIN EN ISO 6721 und ASTM D 945 (YERZLEY-Versuch) festgelegt.

Zusammenhänge zwischen Verformungseigenschaften bzw. ihren Kenngrößen

Nach den vorausgegangenen Ausführungen kann nur eine angenäherte Beziehung zwischen den einzelnen Messgrößen erwartet werden.
Für Schubmodul G und Elastizitätsmodul E gilt bei gummielastischen Stoffen angenähert

$G = 1/3\ E$.

Zwischen der Härte in Shore A oder IRHD und dem Elastizitätsmodul bei 5–10%iger Druckverformung besteht angenähert eine Beziehung, die im → Diagramm 4 graphisch dargestellt ist.
Die Härte steht jedoch in keinem generellen Zusammenhang mit den Moduln für größere Verformungen, wenn auch im allgemeinen ein Werkstoff mit größerer Härte zugleich höhere Moduln besitzt.

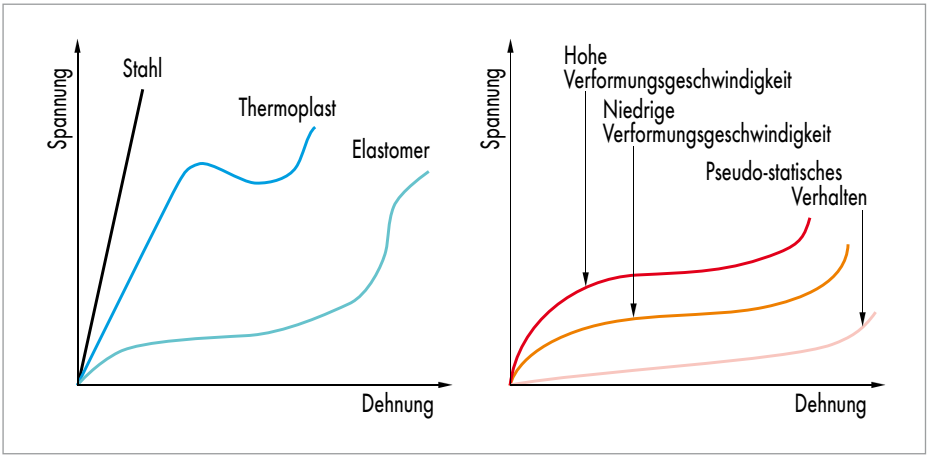


Diagramm 2 Spannungs-Dehnungs-Diagramm.
Links: Vergleich von Stahl, Thermoplast, Elastomer
Rechts: Verhalten von Elastomeren bei unterschiedlichen Verformungsgeschwindigkeiten.

Allen Verformungseigenschaften ist gemeinsam, dass sie stark temperatur- und zeitabhängig sind. Zeitabhängig heißt, dass die Geschwindigkeit der Verformung (z.B. Abzugsgeschwindigkeit im Zugversuch oder die Frequenz beim dynamischen Modul) bzw. die Zeit, nach der der Messwert abgelesen wird (z.B. bei der Härtemessung), in den Messwert eingehen.
„Den" Elastizitätsmodul eines gummielastischen Werkstoffes, nach dem gelegentlich gefragt wird, gibt es also nicht!

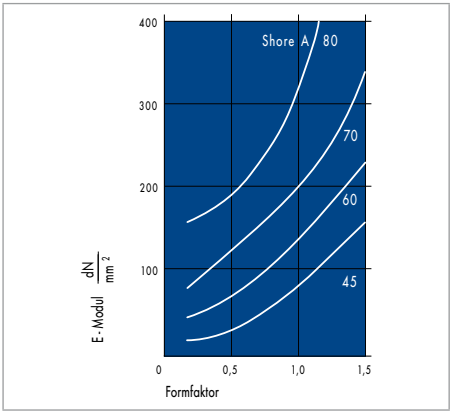


Diagramm 3 Abhängigkeit des E-Moduls vom Formfaktor (20%ige Druckverformung) bei unterschiedlicher Härte

Zugfestigkeit und Reißdehnung

Diese Werte sind nur bedingt Qualitätsmerkmale zur Beurteilung von Einsatzmöglichkeit und Lebensdauer von Teilen aus Elastomeren, denn sie sind nur in Ausnahmefällen Spannungen oder Dehnungen ausgesetzt, die in der Größenordnung der Bruchwerte des Materials liegen. So kann z.B. bei Membranen die Dehnung in der Nähe des Einspannflansches sehr hohe Werte erreichen, was dann zu vorzeitiger Zerstörung führen kann. In derartigen Fällen ist es aus den zu Beginn dieses Kapitels dargelegten Gründen angebracht, die Lösung des Problems nicht nur vom Werkstoff, sondern auch von der Konstruktion her zu suchen.
Die nach DIN 53504 ermittelten Werte der Zugfestigkeit und Reißdehnung werden zum charakterisierenden Materialvergleich, zur Identitäts- und Betriebskontrolle sowie zur Ermittlung der Beständigkeit gegenüber zerstörenden Einflüssen (aggressive Medien, Alterung) benutzt.

Weiterreißwiderstand

Eine zusätzliche Information erhält man durch die Prüfung des Weiterreißwiderstandes nach DIN ISO 34-1 als Kraft, die eine definierte Probe dem Weiterreißen entgegensetzt, bezogen auf die Probendicke. Die hier gefundenen Werte sollen als Maß für die Empfindlichkeit von Elastomeren gegen das Weiterreißen von Schnitt- oder Rissverletzungen dienen und brauchen nicht mit der Zugfestigkeit parallel zu gehen. Da die Ergebnisse der Weiterreißprüfung stark von den speziel-

© Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG | Technisches Handbuch

len Prüfbedingungen und insbesondere von der Probenform abhängen, muss die an Laborproben gefundene Reihung für die jeweiligen Prüfmethoden untereinander wie auch mit der in der Praxis gefundenen nicht übereinstimmen.
Die Angabe von Prüfverfahren und Probenform zum gefundenen Messwert ist unerlässlich.

Elastizität und Dämpfung

Die Elastizität ist wie die Deformierbarkeit abhängig von der Temperatur und vor allem vom zeitlichen Ablauf des Deformationsvorganges. Die Prüfung der Stoßelastizität bei Dichtelementen nach DIN 53512 sagt über das elastische Verhalten unter Einsatzbedingungen wenig aus. Es ist daher häufig sinnvoller, die Rückfederung oder die bleibende Verformung unter Versuchsbedingungen zu ermitteln, die in Anlehnung
an die Einsatzbedingungen gewählt werden.
Die mechanische Dämpfung ist die der Elastizität reziproke Eigenschaft. Sie kann nach den für die Messung des dynamischen Moduls genannten Methoden bestimmt werden.
Ein Körper ist elastisch, wenn er nach einer erzwungenen Verformung sofort wieder seine ursprüngliche Gestalt annimmt (z.B. Stahlfeder). Ein Körper, der seine Verformung behält, ist plastisch oder viskos (z.B. Knetgummi). Ein viskoelastischer Körper ist beides zugleich, wobei im Falle der gummielastischen Werkstoffe der elastische Anteil überwiegt. Kennzeichnend für viskoelastisches Verhalten ist, dass bei der Rückfederung der ursprüngliche Zustand nicht sofort nach Entlastung, sondern je nach den Bedingungen erst allmählich erreicht wird. Auch dies ist für Dichtelemente von Bedeutung und kann durch entsprechende Laborprüfungen festgestellt werden. Die Viskoelastizität ist die eigentliche Ursache für das spezifische physikalische Verhalten der gummielastischen Werkstoffe. Typische viskoelastische Erscheinungen sind Druckverformungsrest (compression set), Spannungsrelaxation und Kriechen (→ Diagramm 7 und → Diagramm 9).

Weitere physikalische Eigenschaften

Für spezielle Anwendungen können weitere physikalische Eigenschaften wie Wärmeausdehnung, Reibungsverhalten, elektrische Eigenschaften, Durchlässigkeit gegenüber Gasen oder Flüssigkeiten u.a.m. von Bedeutung sein. Auf Einzelheiten soll hier nicht weiter eingegangen werden.

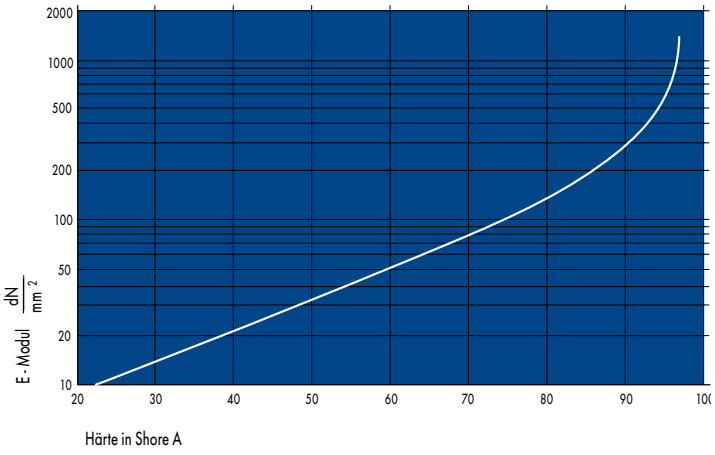


Diagramm 4 Zusammenhang zwischen Härte in Shore A und E-Modul bei ca. 10%iger Druckverformung (Formfaktor 0,2)

Temperaturverhalten

Wie schon mehrfach erwähnt, beeinflusst die Temperatur die physikalischen Eigenschaften gummielastischer Werkstoffe sehr stark. → Diagramm 5 zeigt die Abhängigkeit des dynamischen Schubmoduls G von der Temperatur (Schubmodul gemessen im Torsionsschwingungsversuch nach DIN EN ISO 6721). Man erkennt von rechts nach links den gummielastischen Bereich mit nahezu konstantem Modul, anschließend mit steilem Anstieg den Übergangsbereich und schließlich den Glaszustandsbereich, in welchem der Gummi hart und spröde ist, mit wiederum nahezu konstantem Modul. Bei Wiederansteigen der Temperatur verschwindet die Kältesprödigkeit wieder. Der Einfriervorgang ist also reversibel. Der Übergang vom gummielastischen in den Glaszustandsbereich ist besonders wichtig, da er in vielen Fällen die Tieftemperatur-Einsatzgrenze darstellt. Dieser Übergang ist, wie aus → Diagramm 4 hervorgeht, nicht scharf, sondern erstreckt sich über einen bestimmten Bereich.

Der Bereich des Übergangs vom gummielastischen Bereich in den Glaszustand wird durch die Glasübergangstemperatur T_g (Temperatur des Maximums des log. Dämpfungsdekrements Λ) charakterisiert. Dieser Wert kann jedoch nur ein grobes Richtmaß für die Tieftemperatur-Einsatzgrenze des Werkstoffs darstellen, da es im praktischen Einsatzfall eines Elastomerbauteils ganz auf die Art der Beanspruchung ankommt. Der gleiche Werkstoff wird bei schlagartiger Beanspruchung mit sehr hoher Verformungsgeschwindigkeit seine Belastungsgrenze bei einer höheren Temperatur erreicht haben als z.B. bei einer langsamen Aufdehnung. Mit Hilfe des Torsionsschwingungsversuches lässt sich zwar zwischen verschiedenen Materialien differenzieren, die Temperatureinsatzgrenze in der Praxis ist jedoch mit den entsprechenden Bauteilen in der Funktion zu testen.

Beispiel:
Bei Berührungsdichtungen entsteht durch die bei der Bewegung auftretende Reibung Wärme. Bei Temperaturen, bei denen an sich bereits die Gefahr der Verhärtung durch Einfrieren besteht, kann die Reibungswärme ausreichen, um die Dichtung elastisch zu erhalten oder nach dem Bewegungsbeginn rasch genug in einen funktionsfähigen Zustand zu bringen. Die Prüfung des Kälteverhaltens ist daher immer nur in Form eines Materialvergleiches in Verbindung mit Erfahrungen bezüglich des technischen Einsatzes sinnvoll.
Die Unterschiede zwischen verschiedenen Materialien für aus dem Torsionsschwingungsversuch einerseits und aus dem Praxisversuch andererseits ermittelte Tieftemperatureinsatzgrenzen entsprechen in vielen Fällen einander. Hat man die (häufig sehr aufwendig zu ermittelnde) Kälteeinsatzgrenze für ein Material im Praxisversuch bestimmt, so lassen sich mit Hilfe der T_g-Werte der anderen Materialien recht verlässliche Vorhersagen auf deren Kälteverhalten im praktischen Einbaufall machen.

© Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG | Technisches Handbuch

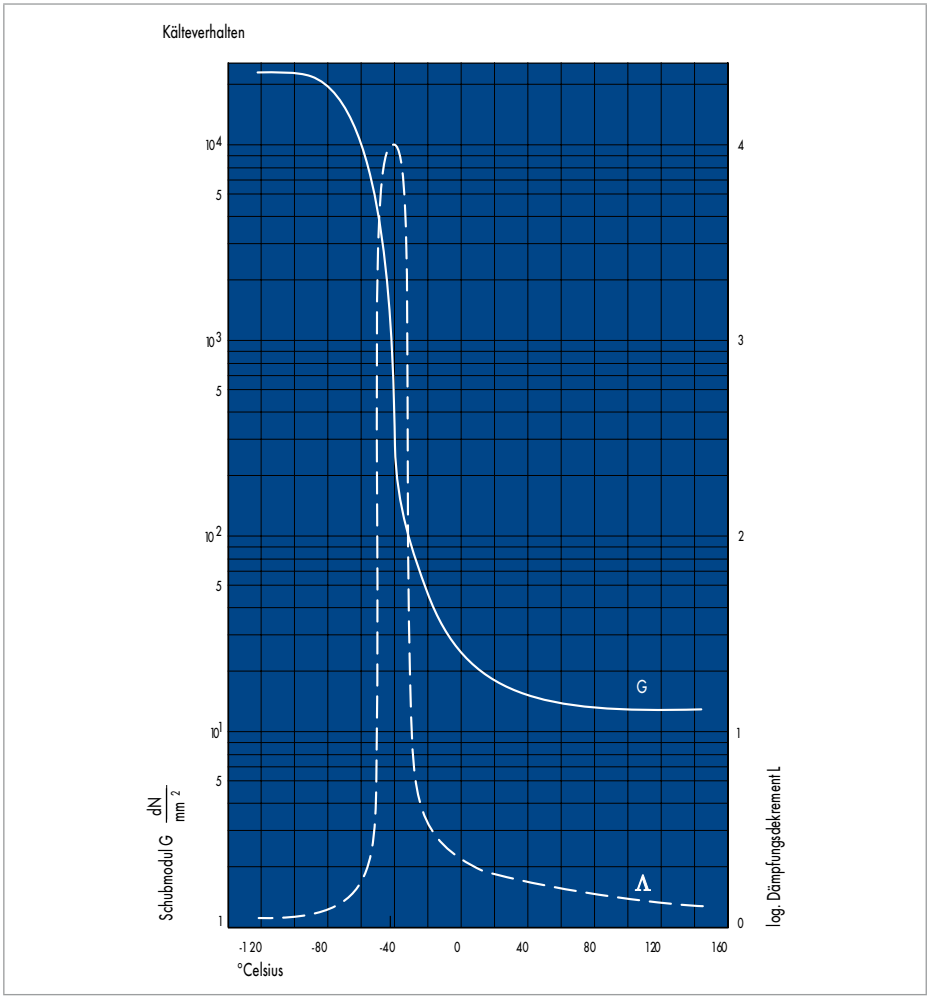


Diagramm 5 Torsionsschwingungsversuch nach DIN 53 445.
Dynamischer Schubmodul G und logarithmisches Dekrement Λ eines Werkstoffs von FST auf Basis CR

Ähnliches wie für den Vergleich zwischen der im Praxisversuch ermittelten Tieftemperatureinsatzgrenze und der im Torsionsschwingungsversuch gemessenen Glasübergangstemperatur gilt für den Vergleich von Kälterichtwerten, die nach anderen Laborprüfmethoden bestimmt wurden. Hier können Abweichungen von nur wenigen Grad, aber auch von 30 bis 40 Grad zwischen jeweils unterschiedlichen Prüfmethoden gefunden werden.

Zur Angabe des Kälterichtwertes gehört immer die Angabe der zugrundliegenden Messmethode. Für die Übertragung auf das Bauteilverhalten in der Praxis gilt sinngemäß das gleiche wie oben beschrieben. Verschiedene gängige Labormethoden zur Charakterisierung des Tieftemperaturverhaltens sind im folgenden kurz zusammengestellt:

Differenzthermoanalyse (DTA), Differential Scanning Calorimetry (DSC)

Bei dieser Methode (DIN 3761 Teil 15) werden eine kleine Gummiprobe und eine inerte Referenzprobe mit konstanter Heizrate aufgewärmt. Die Temperaturdifferenz zwischen Probe und Referenzprobe wird gegen die Temperatur aufgetragen. Durch Änderung der spezifischen Wärme des Gummiwerkstoffs stellt sich beim Erreichen des Glasübergangsbereiches eine Konstante negativer Temperaturdifferenz ein. Der Wendepunkt dieser Glasstufe der DTA-Kurve definiert den Kälterichtwert T_R.

Temperature Retraction-Test

Bei diesem Test (ASTM D 1329-79) wird eine stäbchenförmige Gummiprobe im aufgedehnten Zustand in einem Temperierbad eingefroren und die Temperaturen T_R 10, T_R30, ... gemessen, bei denen die Dehnung der Probe um 10, 30, ... Prozent zurückgegangen ist.

Kältesprödigkeitstemperatur bei Schlagbeanspruchung

Als Kältesprödigkeitstemperatur T_s (DIN 53 546) wird diejenige Temperatur bezeichnet, bei der (nach Erhöhung der Temperatur der umgebenden Kühlflüssigkeit) alle Probekörper unter einer definierten Schlagbeanspruchung gerade nicht mehr brechen.
Daneben können auch aus relativ einfach durchzuführenden Prüfungen Informationen zum Tieftemperaturverhalten gewonnen werden. Beispiele sind die Kältebiegeprüfung über einen Dorn mit definierter Biegegeschwindigkeit oder die Shorehärte-Messung bei verschiedenen Temperaturen.

Als Kälterichtwert kann man z.B. diejenige Temperatur festlegen, bei der die Shore-A-Härte 90 Punkte beträgt. Auch der Verlauf des Druckverformungsrestes bei tiefen Temperaturen liefert eine Aussage über die Tieftemperatur-Flexibilität des Werkstoffs. Als Kälterichtwert kann man z.B. die Temperatur festlegen, bei der der Druckverformungsrest einen bestimmten Wert, z.B. 50% annimmt.

Medienbeständigkeit

Die Veränderungen, die gummielastische Werkstoffe durch die auf sie wirkenden Umwelt- und/oder Einsatzbedingungen erfahren, sind oft von noch größerer Bedeutung als die Ausgangswerte der technologischen Eigenschaften. Das Verhalten der Werkstoffe muss daher praxisnah geprüft werden.

Quellung und chemischer Angriff

Bei Dichtungen ist für die richtige Wahl eines geeigneten Werkstoffes häufig die Berücksichtigung der chemischen Beständigkeit und des Quellverhaltens ausschlaggebend. Es muss daher stets bekannt sein, mit welchen flüssigen bzw. gasförmigen Medien das Material in Berührung kommt. Natürlich spielen die Temperaturen der Medien eine entscheidende Rolle.
Die Folgen einer chemischen Einwirkung sind, ähnlich wie bei der Heißluftalterung, Erweichung oder Verhärtung, Abnahme der Festigkeit, Reißdehnung und Elastizität, Spannungsverlust bzw. Kriechen. Hinzu kommt eine Volumenänderung durch Quellung oder Schrumpfung, je nachdem, ob die Aufnahme zusätzlicher Stoffe oder das Herauslösen extrahierbarer Substanzen überwiegt. Eine geringe Volumenquellung stellt bei geeigneter Auslegung der Dichtungsumgebung keine Gefahr für die Funktion der Elastomerdichtung dar. Dagegen führt der Volumenschrumpf zu einer Beeinträchtigung der Dichtfunktion in Form von Leckage. Es gibt kein Elastomer, das alle Anforderungen an Ölbeständigkeit, Wärme- und Kältebeständigkeit gleichermaßen erfüllt. Für die Auswahl eines geeigneten Dichtwerkstoffes sind daher das Umgebungsmedium und die Temperaturbedingungen im Einsatzfall zu berücksichtigen. Es gilt der chemische Grundsatz „Gleiches löst Gleiches“. Das bedeutet, dass polare Elastomere (z.B. NBR) in polaren Medien (z.B. Glykol) stark aufquellen, während unpolare Elastomere wie EPDM in unpolaren Medien (z.B. Mineralöl) nicht beständig sind. Nähere Angaben über die Eignung von Elastomerwerkstoffen in ausgewählten Dichtmedien finden sich im Anhang zu diesem Kapitel (→ Seite 948).

© Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG | Technisches Handbuch

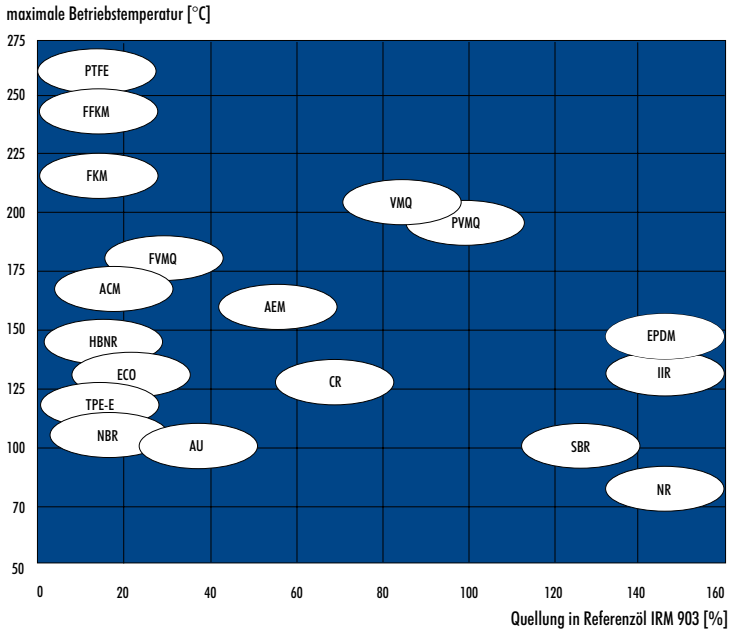


Diagramm 6 Wärme- und Ölbeständigkeit von Elastomeren (nach ASTM D 2000)

Die Prüfung des Verhaltens gegenüber Flüssigkeiten, Dämpfen und Gasen wird nach DIN ISO 1817 in dem zur Anwendung kommenden Medium oder in standardisierten Prüfflüssigkeiten vorgenommen (z.B. ASTM-Öl Nr. 1, IRM 902* und IRM 903**, ASTM-Referenz-Fuel A, B und C, FAM-Prüfkraftstoffe).

* Ersatzprodukt für ASTM-Öl Nr. 2
** Ersatzprodukt für ASTM-Öl Nr. 3

Volumenänderungsindex

Die Gleichmäßigkeit der Quellwirkung von Mineralölen gegenüber gummielastischen Werkstoffen kann an Standard-Referenz-Elastomeren überprüft werden. Ein derartiges NBR-Standard-Referenz-Elastomer (SRE) wurde bereits als Testwerkstoff NBR 1 vorgeschlagen und ist auch nach DIN 53538 genormt. Die unter standardisierten Bedingungen ermittelte Volumenänderung dieses SRE in einem beliebigen Mineralöl wird gemäß einem VDMA-Vorschlag als der Volumenänderungsindex (VAI) des untersuchten Öles bezeichnet.

Wird ein elastomerer Werkstoff bis zu seinem Sättigungszustand in beliebigen Ölen gequollen, so besteht ein linearer Zusammenhang zwischen der ermittelten Volumenänderung des Elastomers in diesen Ölen und der unter gleichen Bedingungen ermittelten Volumenänderung des Standard-Referenz-Elastomers (SRE) in den gleichen Ölen, d.h. dem VAI dieser Öle. Trägt man in einem Koordinatensystem die maximale Volumenänderung eines beliebigen Elastomeres in verschiedenen Ölen über den VAI-Werten dieser Öle auf, so erhält man eine Gerade, die das Quellverhalten (QVH) dieses Elastomers charakterisiert. Für jeden elastomeren Werkstoff lässt sich auf diese Weise eine QVH-Gerade ermitteln. Aus diesen Geraden lassen sich dann für alle Öle mit bekannten VAI die maximalen Volumenänderungen der dazugehörigen Elastomere voraussagen. Für etliche Werkstoffe von FST sind diese QVH-Geraden bereits ermittelt. Anhand dieser Diagramme können die für den jeweiligen Anwendungsfall in Frage kommenden Werkstoffe mit den geeigneten Ölen kombiniert werden. Der Volumenänderungsindex (VAI) wird von den Ölherstellern nicht angegeben.

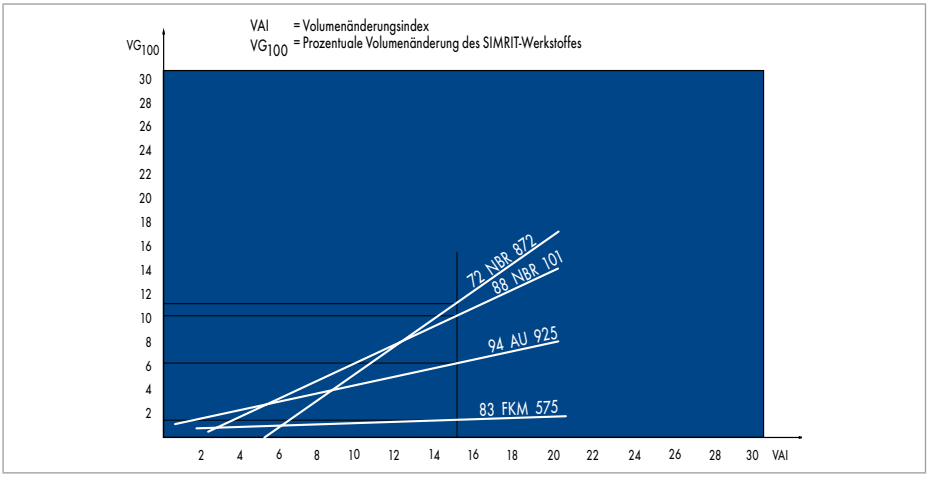


Diagramm 7 Quellverhalten von Werkstoffen von FST

Beispiel: In einem Mineralöl mit einem VAI 15 ergeben sich folgende Volumenänderungswerte:

Werkstoffe von FST	Volumenänderung
83 FKM 575	1%
94 AU 925	6%
88 NBR 101	10%
72 NBR 872	15%

Wärmebeständigkeit, Alterungsverhalten

Wie alle organisch-chemischen Produkte können auch die den gummielastischen Werkstoffen zugrundeliegenden Polymere unter der Einwirkung von Sauerstoff, Wasser und/oder anderen Medien verändert werden. Infolge dieser als Alterung bezeichneten Vorgänge können sich wichtige Eigenschaften wie Härte, Dehnbarkeit, Elastizität ungünstig verändern. Der Werkstoff kann rissig werden und brechen.
Wärme beschleunigt die Alterungsvorgänge. Auch Belichtung und Bestrahlung können zerstörend wirken. Je höher die einwirkende Temperatur ist, um so geringer ist die Lebensdauer eines Teiles. Daraus ergeben sich unterschiedliche zulässige maximale Einsatztemperaturen für Kurz- und Dauerbelastung bei den einzelnen Werkstoffen.

Die jeweiligen Grenzen hängen vor allem vom Grundpolymer ab. Durch Lagerung im Wärmeschrank (DIN 53508) versucht man die Alterung bei verkürzter Prüfzeit zu erfassen. Prüftemperatur und tatsächliche Einsatztemperatur sollen sich jedoch nicht allzusehr unterscheiden.
Zur Beurteilung des Alterungsverhaltens werden meist die Veränderungen der Härte, der Zugfestigkeit und der Reißdehnung sowie der Druckverformungsrest oder die Spannungsrelaxation herangezogen.

Chemischen Spannungsrelaxation

Eine exakte Beurteilung des Alterungsverhaltens und einen tieferen Einblick in die Alterungsmechanismen ermöglicht die Messung der chemischen Spannungsrelaxation bei verschiedenen Temperaturen. Um die verschiedenen chemischen Alterungseinflüsse besser zu beurteilen, werden die Messungen zum Vergleich auch in Stickstoff oder in flüssigen Medien durchgeführt. Ein Arrhenius-Plot der Ergebnisse erlaubt die Extrapolation auf lange Expositionszeiten bei tieferen Temperaturen.

© Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG | Technisches Handbuch

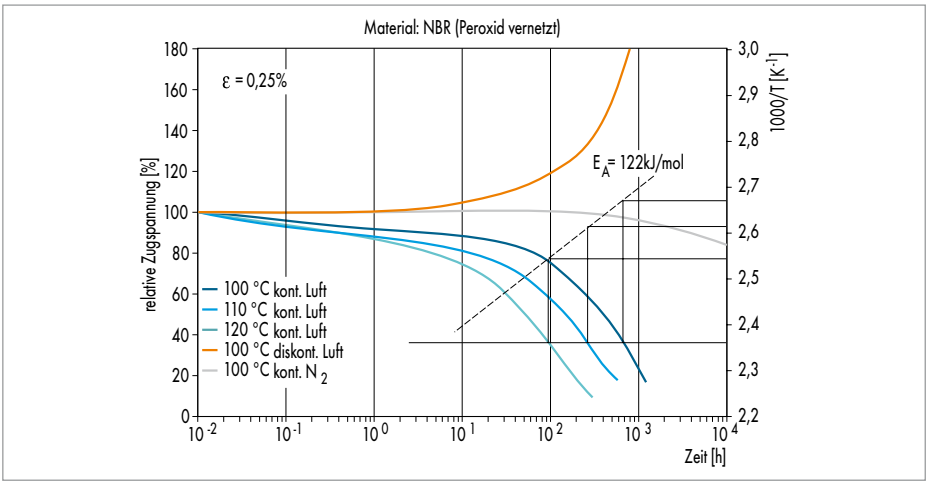
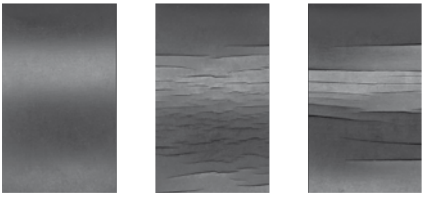


Diagramm 8 Lebensdauervorhersage anhand der Extrapolation der Messwerte der Zugspannungsrelation (Material: NBR Peroxidvernetzt), gemessen bei verschiedenen Temperaturen in Luft und Stickstoff. E = Dehnung, E_A = Aktivierungsenergie des Alterungsprozesses.

Bei dicken Prüfkörpern ist die Diffusion des Sauerstoffs bzw. Ozons in das Elastomer der begrenzende Faktor für die Zerstörung der Elastomermatrix und den damit verbundenen Alterungsvorgängen. Daher altern dicke Elastomerbauteile in der Praxis wesentlich langsamer als dünne Bauteile

Die bekannte Rissbildung an gedehnten, der Witterung ausgesetzten Gummiteilen wird vor allem durch das in der Luft vorhandene Ozon verursacht. Verfahren zur Prüfung der Ozonbeständigkeit werden in der DIN 53509 beschrieben.



nicht gealtertes Elastomer | ohne Ozonschutzmittel | mit Ozonschutzmittel

Abb. 2 Schädigung des Elastomers durch Einwirken von Ozon

LEBENSDAUER

Statische Dauerbelastung und Dauerverformung

Wird ein Elastomerbauteil eine Zeitlang konstant verformt, so bleibt nach Entspannung eine gewisse Deformation bestehen. Im Druckversuch nach DIN ISO 815 bestimmt und in Prozenten der ursprünglichen Verformung angegeben, heißt diese Restdeformation Druckverformungsrest (compression set).

Der Druckverformungsrest ist stark von der Temperatur und der Dauer der Verformung abhängig. Bei tieferen Temperaturen überwiegt der Einfluss der Viskoelastizität, bei höheren Temperaturen der Einfluss der Alterung (Näheres → Erläuterung zu DIN ISO 815).

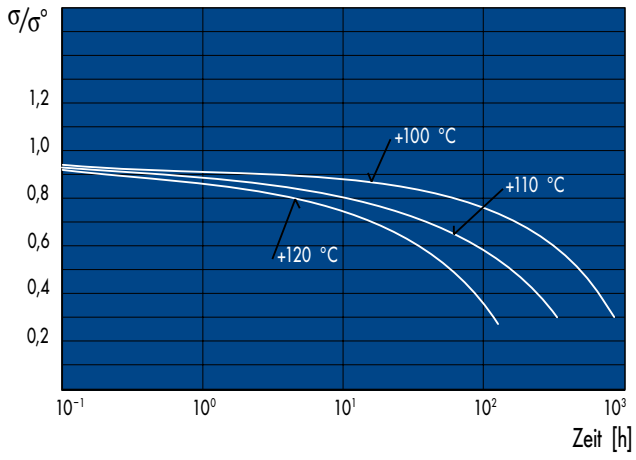


Diagramm 9 Druckspannungsrelaxation eines Elastomerwerkstoffes bei verschiedenen Temperaturen

Der Druckverformungsrest kann in bestimmten Fällen mit der Funktion von Dichtelementen in Verbindung gebracht werden, z.B. bei O-Ringen.
Das Fließverhalten, der Vulkanisationszustand und die Wärmebeständigkeit beeinflussen den Prüfwert. Dadurch ist das Messen der Druckspannungsrelaxation geeigneter (DIN 53537), denn sie gibt ein direkteres Maß für die zeitliche Abnahme des Anpressdrucks einer konstant verformten Dichtung an.
Stehen gummielastische Teile statt unter konstanter Verformung unter konstanter Belastung, so nimmt die Verformung mit der Zeit zu. Man spricht dann von Kriechen. Druckverformungsrest, Spannungsrelaxation und Kriechen sind verwandte Erscheinungen mit den gleichen Ursachen. Liegen die Prüftemperaturen beim Basispolymer unterhalb der maximal zulässigen Dauereinsatztemperatur, befolgen Druckspannungsrelaxation und Kriechen ein angenähert logarithmisches Zeitgesetz, d.h. sie kommen, praktisch gesehen, nach einiger Zeit zum Stillstand.

Dynamische Beanspruchung, Ermüdung und Zermürbung

Weit häufiger als durch einmaliges Überschreiten der Festigkeits- oder Dehnbarkeitsgrenzen ist eine Zerstörung bei Gummiteilen auf dynamische Beanspruchung zurückzuführen. Bei ständig sich wiederholender Verformung wird das Material infolge innerer Reibung geschädigt, wodurch zunächst kleine Risse auftreten können, die wachsen und schließlich zum Bruch führen. Genormte Methoden für Prüfbedingungen sind z.B. in DIN 53522 und 53533 festgelegt.

Verschleißfestigkeit

Diese bei reibender Beanspruchung wichtige Eigenschaft ist ebenfalls in starkem Maße von den Einsatzbedingungen abhängig, wie Art der Schmierung, Werkstoff und Rauhigkeit der Gegenfläche, Gleitgeschwindigkeit, Schlupf, Anpressdruck, Temperatur. Verschleißprüfungen sollten deshalb nur mit dem Fertigprodukt und möglichst praxisnah vorgenommen werden.

© Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG | Technisches Handbuch

Materialmodelle

Die ermittelten mechanischen, thermischen und dynamischen Kennwerte sind die Basis bei der Entwicklung von Materialmodellen. Anders als z.B. bei metallischen und keramischen Werkstoffen besteht bei Elastomeren zwischen Spannung und Dehnung kein linearer Zusammenhang. Folglich genügt es nicht, für Simulationen „einfache" linear-elastische Werkstoffmodelle zu verwenden, sondern es werden spezielle Modelle, sogenannte „hyperelastische Materialmodelle" eingesetzt. Diese sind in der Lage, das Verhalten auch bis zu sehr großen Dehnungen zu beschreiben.

Neben dem statisch nichtlinearen Verhalten von Elastomeren muss die Steifigkeit des Werkstoffes in Abhängigkeit von der Belastungsgeschwindigkeit berücksichtigt werden. Hierzu hat Freudenberg Sealing Technologies optimierte Materialmodelle entwickelt, die auch bei großen Materialverformungen (>150%) noch ihre Gültigkeit behalten.

Zusätzliche Informationen von Bauteilanalysen und Alterungsversuchen führen zu numerischen Analysen, die ein umfassendes Bild bezüglich der Lebensdauer von Elastomerdichtungen liefern. Simulationen mit entsprechenden FEM-Modellen dienen zur Topologie und Gestaltoptimierung mechanisch belasteter Bauteile unter Berücksichtigung moderater Nichtlinearitäten sowie der Absicherung der Bauteilfunktion. Weiterführende Informationen erfragen Sie bitte bei Ihrem FST-Ansprechpartner.

EIGENSCHAFTEN VON DICHTUNGS-WERKSTOFFEN

Die Eigenschaften eines Werkstoffs von FST werden im wesentlichen durch das dem Werkstoff zugrundeliegende Basispolymer bestimmt. Sie sind jedoch entsprechend der Mischungszusammensetzung noch vielfältig variierbar und können dadurch dem jeweiligen Verwendungszweck angepasst werden.

Vernetzungsdichte

Das Vernetzungssystem bestimmt die Verarbeitungseigenschaften, den chemischen Aufbau des polymeren Netzwerkes und die physikalischen Eigenschaften der Elastomere. Die zwei häufigsten Vernetzungsarten sind die Schwefelvernetzung und die Peroxidvernetzung. Die Schwefelvernetzung wird vornehmlich bei der Vernetzung von Dien-Kautschuken wie z.B. NR, SBR, BR, NBR oder CR eingesetzt. Mit der Peroxidvernetzung lassen sich Kautschuke ohne Doppelbindungen in der Hauptkette vernetzen. Zudem lässt sich eine verbesserte Wärmebeständigkeit, insbesondere bei NBR, erreichen. Das Ausmaß an geknüpften chemischen Bindungen zwischen den Polymerketten während der Vulkanisation hängt neben dem Kautschuktyp in erster Linie von der eingesetzten Art und Menge des gewählten Vernetzungssystems ab und wird auch als Vernetzungsgrad oder Vernetzungsdichte bezeichnet. Die Vernetzungsdichte hat einen entscheidenden Einfluss auf Werkstoffeigenschaften wie Härte, Zugfestigkeit, Reißdehnung, Reibung, Setzverhalten und Ermüdung. Mit zunehmender Vernetzungsdichte nehmen E-Modul, Härte und Elastizität zu, Reißdehnung, Dämpfung, bleibende Verformung ab. Weiterreißwiderstand und Zugfestigkeit durchlaufen ein Maximum.

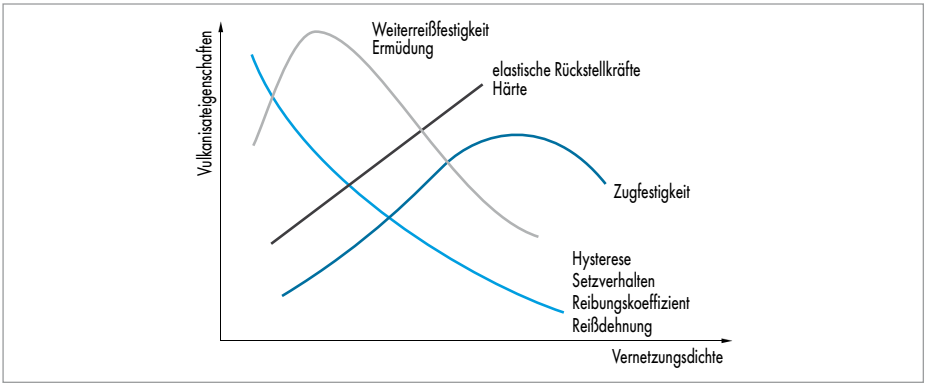


Diagramm 10 Einfluss der Vernetzungsdichte auf die Elastomereigenschaften

Dies bedeutet, dass bei einer bestimmten Vernetzungsdichte nicht für alle Materialeigenschaften ein Optimum erzielt werden kann. In der Regel wird die Vernetzungsdichte so gewählt, dass dem Verwendungszweck angepasste physikalische Eigenschaften erzielt werden. Durch Messung des Drehmoments, dass dem Vernetzungsgrad näherungsweise proportional ist, kann die Vernetzungsreaktion im zeitlichen Verlauf registriert und zur Beurteilung des Vernetzungsgrades herangezogen werden. Die sog. Vulkameter-Kurve gibt Aufschluss über die Mischungsviskosität bei Vulkanisationstemperatur. Man unterscheidet drei charakteristische Abschnitte:
→ Diagramm 11
1) Die Fließperiode umfasst das Zeitintervall vom Beginn der Messung bis zum Beginn der Vernetzung, d.h. bis zum Anstieg des Drehmoments. Sie kennzeichnet den Bereich des viskosen Fließen, der zur Formfüllung des Werkzeugs genutzt wird. Während dieser Zeit nimmt das Drehmoment zunächst ab.
2) Die Vernetzungsperiode gibt Aufschluss über die notwendige Zeitspanne, um das Material in den formstabilen Zustand zu überführen.
3) Eine vollständige Vernetzung ist erreicht, wenn sich alle möglichen Vernetzungsstellen ausgebildet haben.
Im folgenden werden die charakteristischen Eigenschaften und die sich daraus ergebenden Haupteinsatzgebiete der Werkstoffe von FST in groben Zügen umrissen. Zur feineren Differenzierung zwischen einzelnen Werkstoffen muss auf die Werkstofftabellen verwiesen werden.

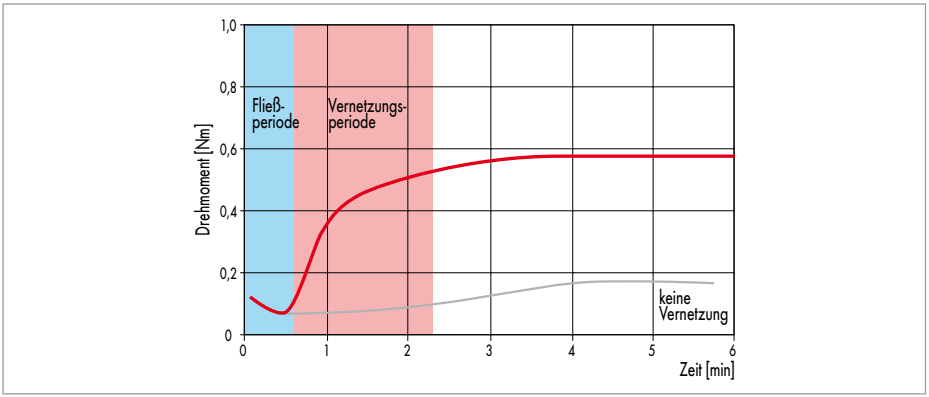


Diagramm 11 Vernetzungscharakteristik von Elastomeren durch Messung des Drehmoments

© Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG | Technisches Handbuch

ALLGEMEINE WERKSTOFFBESCHREIBUNGEN

ELASTOMERWERKSTOFFE

ACM (Acrylat-Kautschuk)

Ist ein Polymerisat aus Ethylacrylat bzw. Butylacrylat mit einem geringen Zusatz eines zur Vernetzung erforderlichen Monomers. Elastomere auf Basis ACM sind wärmebeständiger als solche auf Basis NBR oder CR. Hauptsächlich werden Simmerringe, O-Ringe und Formteile aus Werkstoffen auf Basis ACM im höheren Temperaturbereich und in Ölen mit Additiven eingesetzt, für die Werkstoffe von FST aus NBR nicht mehr ausreichen, jedoch Werkstoffe auf Basis Fluor- und Silikon-Kautschuk noch nicht erforderlich sind. Alterungs- und Ozonbeständigkeit sind sehr gut.

- Gute Quellbeständigkeit in: Mineralölen (Motoren-, Getriebe-, ATF-Öle), auch mit Additiven.
- Stark quellend in: aromatischen und chlorierten Kohlenwasserstoffen, Alkoholen, Bremsflüssigkeiten auf Glykoletherbasis, schwerentflammbaren Hydraulikflüssigkeiten. Heißwasser, Dampf, Säuren, Laugen und Amine wirken zerstörend auf den Werkstoff.
- Thermischer Anwendungsbereich:
  ca. −25 °C bis +150 °C.

AEM (Ethylen-Acrylat-Kautschuk)

Ist ein Polymerisat aus Ethylen-Methyl-Acrylat mit Carboxylgruppen. Ethylen-Acrylat-Kautschuk ist wärmebeständiger als ACM und liegt in seinen Eigenschaften zwischen ACM und FKM.

- Gute Quellbeständigkeit in: additivierten und paraffinbasischen Mineralölen, Wasser und Kühlflüssigkeiten. Gute Witterungs- und Ozonbeständigkeit.
- Stark quellend in: ATF und Getriebeölen, aromatenreichen Mineralölen, Bremsflüssigkeit auf Glykoletherbasis, konzentrierten Säuren und Phtalsäureestern.
- Thermischer Anwendungsbereich:
  ca. − 40 °C bis +150 °C.

AU (Polyurethan)

Polyurethan ist ein hochmolekularer organischer Werkstoff, dessen chemischer Aufbau durch eine hohe Anzahl von Urethangruppen gekennzeichnet ist. Innerhalb bestimmter Temperaturgrenzen besitzt Polyurethan die charakteristischen elastischen Eigenschaften von Kautschuk. Drei Komponenten bestimmen den Aufbau des Werkstoffes:

- Polyol
- Diisocyanat
- Kettenverlängerer.

Diese sind nach Art, Menge und Reaktionsbedingung für die Eigenschaften des daraus hergestellten Polyurethan-Werkstoffes ausschlaggebend.
Polyurethane besitzen folgende Eigenschaften:

- hohe mechanische Festigkeit,
- gute Verschleißfestigkeit,
- in weiten Grenzen variierbarer Elastizitätsmodul,
- gute Flexibilität,
- weit einstellbarer Härtebereich bei guter Elastizität, (Polyurethan schließt die Lücke zwischen dehnbaren Weichgummitypen und spröden Kunststoffen.)
- sehr gute Ozon- und Oxidationsbeständigkeit,
- gute Quellbeständigkeit in Mineralölen und -fetten, Wasser, Wasser-Öl-Gemischen, aliphatischen Kohlenwasserstoffen,
- Temperatureinsatzbereich −30 °C bis +80 °C, hochbelastbare Typen bis über +100 °C in Mineralölen.

Nicht beständig gegenüber polaren Lösungsmitteln, chlorierten Kohlenwasserstoffen, Aromaten, Bremsflüssigkeiten auf Glykoletherbasis, Säuren und Laugen.

BR (Polybutadien-Kautschuk)

Ist ein Polymerisat aus Butadien. Er zeichnet sich durch hohe Elastizität, Abriebfestigkeit, sehr gute Wärme- und Kälteeigenschaften und Lichtrissbeständigkeit aus.
Er findet Verwendung als Verschnittkomponente mit NR und SBR für Reifen, Keilriemen, Bänder u. ä.

- Gute Quellbeständigkeit in: verdünnten Säuren und Basen, in Alkoholen und Wasser.
- Stark quellend in: Kohlenwasserstoffen.
- Thermischer Anwendungsbereich:
  ca. −60 °C bis +100 °C.

CSM (Chlorsulfoniertes Polyethylen)

- Gute Quellbeständigkeit in: Heißwasser, Dampf, Waschlauge, oxidierend wirkenden Medien, Säuren, Basen, polaren organischen Medien, Ketonen, schwerentflammbaren Hydraulikflüssigkeiten der Gruppe HFC und einigen Typen der Gruppe HFD, Bremsflüssigkeiten auf Glykoletherbasis.
- Mittlere Quellbeständigkeit in: aliphatischen Kohlenwasserstoffen und Fetten. Beständig in oxidierend wirkenden Medien, anorganischen und organischen Säuren und Basen.
- Stark quellend in: aromatischen und chlorierten Kohlenwasserstoffen und Estern.
- Thermischer Anwendungsbereich: ca.−20 °C bis +120 °C

CR (Chlorbutadien-Kautschuk)

Ist ein Polymerisat auf Basis Chlorbutadien. Elastomere mit entsprechendem Mischungsaufbau zeichnen sich durch chemische Beständigkeit, gute Widerstandsfähigkeit gegen Alterung, Witterungseinflüsse, Ozonangriff und durch Flammwidrigkeit aus.

- Gute Quellbeständigkeit in: Mineralölen mit hohem Anilinpunkt, Fetten, vielen Kältemitteln und Wasser (bei speziellem Mischungsaufbau).
- Mittlere Quellbeständigkeit in: Mineralölen, niedermolekularen aliphatischen Kohlenwasserstoffen (Benzin, Isooctan).
- Stark quellend in: Aromaten, z.B. Benzol, Toluol, chlorierten Kohlenwasserstoffen, Estern, Ethern, Ketonen.
- Thermischer Anwendungsbereich: ca. −45 °C bis +100 °C je nach Mischungszusammensetzung (kurzzeitig bis 130 °C).

ECO (Ethylenoxid-Epichlorhydrin-Kautschuk) CO (Polyepichlorhydrin)

Ist ein Polymerisat aus Epichlorhydrin und Ethylenoxid. Werkstoffe auf Basis dieses Kautschuks zeichnen sich durch geringe Gasdurchlässigkeit, gute Ozon- und Witterungsbeständigkeit aus.

- Gute Quellbeständigkeit in: Mineralölen und -fetten, pflanzlichen und tierischen Ölen und Fetten sowie aliphatischen Kohlenwasserstoffen, wie Propan, Butan etc. und Benzin sowie Wasser.
- Stark quellend in: aromatischen und chlorierten Kohlenwasserstoffen, schwerentflammbaren Hydraulikflüssigkeiten der Gruppe HFD.
- Thermischer Anwendungsbereich: ca. −40 °C bis +140 °C.

EPDM (Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk)

Ist ein Polymerisat aus Ethylen, Propylen und einem geringen Anteil eines Diens. Ethylen-Propylen-Kautschuk (EPM) ist ein Polymerisat aus Ethylen und Propylen. Formteile und Dichtelemente aus EPDM werden bevorzugt in Waschmaschinen, Spülmaschinen und Wasserarmaturen eingesetzt. Ebenso finden Dichtungen aus diesem Material in Hydrauliksystemen mit schwerentflammbaren Druckflüssigkeiten der Gruppen HFC und HFD und in hydraulischen Bremssystemen Anwendung. Elastomere aus EPDM weisen eine sehr gute Ozon-, Alterungs- und Witterungsbeständigkeit auf und sind deshalb zur Fertigung von Profilstreifen und Dichtleisten, welche der Witterung ausgesetzt werden, bestens geeignet.

- Gute Quellbeständigkeit in: Heißwasser, Dampf, Waschlauge, oxidierend wirkenden Medien, Säuren, Basen, polaren organischen Medien, Ketonen, schwerentflammbaren Hydraulikflüssigkeiten der Gruppe HFC und einigen Typen der Gruppe HFD, Bremsflüssigkeiten auf Glykoletherbasis.
- Stark quellend in: Mineralölen und Fetten, Benzin und aliphatischen sowie aromatischen und chlorierten Kohlenwasserstoffen. Für die zusätzliche Schmierung der eingesetzten Dichtungen sind daher Spezialschmiermittel zu benutzen.
- Thermischer Anwendungsbereich: ca. −50 °C bis +150 °C.

FFKM (Perfluor-Kautschuk Simriz)

Durch den Einsatz spezieller perfluorierter (d.h. vollständig wasserstoff-freier) Monomere und entsprechender Compoundier- und Verarbeitungstechniken lassen sich Werkstoffe mit gummielastischen Eigenschaften herstellen, die in ihrer Medienbeständigkeit und thermischen Beständigkeit dem PTFE sehr nahe kommen. Dichtungen aus Perfluorkautschuk werden überall dort eingesetzt, wo extreme Sicherheitsstandards gelten und ein hoher Wartungs- und Instandsetzungsaufwand den Preis für die Dichtungen übertrifft. Bevorzugte Bereiche sind die chemische Industrie, die erdölfördernde und -verarbeitende Industrie, der Apparate- und Kraftwerksbau sowie die Luft- und Raumfahrt.

- Thermischer Anwendungsbereich: −15 °C bis +230 °C.

© Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG | Technisches Handbuch

FKM (Fluor-Kautschuk)

Durch Polymerisation von Vinylidenfluorid (VF) und wahlweiser Verwendung variabler Anteile von Hexafluorpropylen (HFP), Tetrafluorethylen (TFE), 1-Hydropentafluorpropylen (HFPE) und Perfluor (Methylvinylether) (FMVE) lassen sich Co-, Ter- oder Tetrapolymere mit unterschiedlichem Aufbau und Fluorgehalten von 65–71% und dadurch unterschiedlicher Medienbeständigkeit und Kälteflexibilität herstellen. Die Vernetzung erfolgt entweder durch Diamine, Bisphenole oder organische Peroxide.
Die besondere Bedeutung der Werkstoffe auf Basis FKM liegt in ihrer hohen Temperaturbeständigkeit und chemischen Stabilität.
Die Gasdurchlässigkeit ist gering. Im Hochvakuum zeigen Elastomere aus FKM minimale Gewichtsverluste.
Die Ozon-Witterungs- und Lichtrissbeständigkeit ist sehr gut, ebenso die Flammwidrigkeit.
Amine können zerstörend auf den Werkstoff wirken und erfordern eine Auswahl der geeigneten Typen sowie speziellen Mischungsaufbau. Eine Spezialelastomergruppe stellen Copolymere aus TFE und Propen mit einem relativ geringen Fluorgehalt (57%) dar. Werkstoffe unter Verwendung dieser Elastomere besitzen ausgezeichnete Beständigkeit gegen Heißwasser, Dampf sowie gegen Amine bzw. aminhaltige Medien bei geringerer Quellbeständigkeit gegen Mineralöle.

- Gute Quellbeständigkeit in: Mineralölen und Fetten (auch mit den meisten Additiven), Kraftstoffen und aliphatischen sowie aromatischen Kohlenwasserstoffen, einigen schwerentflammbaren Druckflüssigkeiten und synthetischen Flugmotorenölen. Außerdem sind neu entwickelte peroxidisch vernetzte Werkstoffe gut beständig gegenüber Medien, die mit konventionellem FKM wenig oder nicht verträglich sind. Es handelt sich hier z.B. um: Alkohole, Heißwasser, Dampf und alkoholhaltige Kraftstoffe.
- Stark quellend in: polaren Lösungsmitteln und Ketonen, schwerentflammbaren Druckflüssigkeiten, Typ: Skydrol, Bremsflüssigkeit auf Glykoletherbasis.
- Thermischer Anwendungsbereich: ca. −20 °C bis +200 °C (kurzzeitig auch bis +230 °C). Spezialtypen: −35 °C bis +200 °C.

Durch geeignete Formgebung und speziell für solche Anwendungen entwickelte Werkstoffzusammensetzungen können Dichtungen und Formteile auch bei tieferen Temperaturen eingesetzt werden.

FVMQ (Fluorsilikon-Kautschuk Fluormethyl-Polysiloxan)

Ist ein Methyl-Vinyl-Silikon-Kautschuk mit fluorhaltigen Gruppen. Elastomere aus diesem Synthese-Kautschuk sind in Kraftstoffen, mineralischen und synthetischen Ölen wesentlich quellbeständiger als solche aus Silikon-Kautschuk.

- Thermischer Anwendungsbereich: ca. −80 °C bis +175 °C (kurzzeitig bis +200 °C).

HNBR (Hydrierter Acrylnitril-Butadien-Kautschuk)

Wird aus normalen NBR-Polymerisaten durch Voll- oder Teilhydrierung der doppelbindungshaltigen Butadienanteile erhalten. Dadurch steigt bei peroxidischer Vernetzung die Hitze- und Oxidationsstabilität. Hohe mechanische Festigkeit und verbesserte Abriebbeständigkeit zeichnen die daraus hergestellten Werkstoffe aus. Medienbeständigkeit gleich NBR.

- Thermischer Anwendungsbereich: ca. −30 °C bis +150 °C.

NBR (Acrylnitril-Butadien-Kautschuk)

Ist ein Polymerisat aus Butadien und Acrylnitril. Der Acrylnitrilanteil kann zwischen 18 und 50% liegen und beeinflusst folgende Eigenschaften der daraus gefertigten, entsprechenden NBR-Dichtungswerkstoffe:

- Quellbeständigkeit in Mineralölen, Fetten und Kraftstoffen
- Elastizität
- Kälteflexibilität
- Gasdurchlässigkeit
- Druckverformungsrest

So zeigt ein NBR-Werkstoff mit 18% ACN-Gehalt eine sehr gute Tieftemperatur-Flexibilität bis ca. −38 °C bei mäßiger Öl- und Kraftstoffbeständigkeit, ein solcher mit 50% ACN-Gehalt und optimaler Öl- und Kraftstoffbeständigkeit hingegen eine Tieftemperatur-Flexibilität nur bis ca. −3 °C. Mit steigendem ACN-Gehalt vermindern sich die Elastizität und die Gasdurchlässigkeit, der Druckverformungsrest verschlechtert sich.
Werkstoffe von FST auf Basis dieses Synthese-Kautschuks sind aufgrund ihrer guten technologischen Eigenschaften für sehr viele Anwendungsgebiete geeignet.

Insbesondere die bewährten Simmerringe, Dichtelemente für Hydraulik und Pneumatik sowie O-Ringe werden in großen Stückzahlen aus Werkstoffen auf Basis NBR gefertigt. Freudenberg besitzt weltweit die längste Erfahrung aller Dichtungshersteller mit diesem Basiselastomer.

- Gute Quellbeständigkeit in: aliphatischen Kohlenwasserstoffen, z.B. Propan, Butan, Benzin, Mineralölen (Schmierölen, Hydraulikölen der Gruppen H, H-L und H-LP) und Fett auf Mineralölbasis, schwerentflammbaren Druckflüssigkeiten der Gruppen HFA, HFB und HFC, pflanzlichen und tierischen Ölen und Fetten, leichtem Heizöl, Dieselkraftstoff. Einige Werkstoffe sind besonders beständig in: Heißwasser bis zu Temperaturen von +100 °C (Sanitäre Armaturen), anorganischen Säuren und Basen bei nicht zu hoher Konzentration und Temperatur.
- Mittlere Quellbeständigkeit in: Kraftstoffen mit hohem Aromatengehalt (Superkraftstoff).
- Stark quellend in: aromatischen Kohlenwasserstoffen, z.B. Benzol, chlorierten Kohlenwasserstoffen, z.B. Trichlorethylen, schwerentflammbaren Druckflüssigkeiten der Gruppe HFD, Estern, polaren Lösungsmitteln sowie in Bremsflüssigkeiten auf Glykoletherbasis.
- Thermischer Anwendungsbereich: Je nach Mischungsaufbau zwischen −30 °C und +100 °C, kurzzeitig bis 130 °C; bei höheren Temperaturen verhärtet der Werkstoff. Die Kälteflexibilität reicht bei speziellen Mischungen bis −55 °C.

NR (Naturkautschuk)

Ist ein hochpolymeres Isopren. Die Vulkanisate zeichnen sich durch hohe mechanische Festigkeit und Elastizität sowie gutes Kälteverhalten aus. Sie werden deshalb bevorzugt bei der Fertigung von Torsions-Schwingungsdämpfern, Motoraufhängungen, Maschinenlagerungen, Gummi-Metall-Federelementen, Membranen, Formteilen usw. eingesetzt.

- Gute Quellbeständigkeit in: Säuren und Basen bei niedriger Konzentration sowie in Alkoholen und Wasser bei nicht zu hoher Temperatur und Konzentration. Bremsflüssigkeiten auf Glykoletherbasis, z.B. ATE-SL bei Temperaturen bis 70 °C.
- Stark quellend in: Mineralölen und -fetten, Kraftstoffen und aliphatischen, aromatischen und chlorierten Kohlenwasserstoffen.
- Thermischer Anwendungsbereich: ca. −60 °C bis +80 °C. Bei längerer Einwirkung höherer Temperaturen kann Naturkautschuk nach vorhergehender Verhärtung erweichen.

Silikon-Kautschuke
VMQ (Vinyl-Methyl-Polysiloxan)
PVMQ (Phenyl-Vinyl-Methyl-Polysiloxan)

Sind hochpolymere Organosiloxane, die sich besonders auszeichnen durch hohe thermische Beständigkeit, gute Kälteflexibilität, gute dielektrische Eigenschaften, sehr guten Widerstand gegen den Angriff von Sauerstoff und Ozon, vor allem geringe Temperaturabhängigkeit der technologischen Eigenschaften. Die Durchlässigkeit für Gase ist bei Raumtemperatur höher als bei anderen Elastomeren. Dies ist besonders bei dünnwandigen Membranen zu beachten.
Der Werkstoff wird unter Sauerstoffausschluss bei höheren Temperaturen durch Depolymerisation abgebaut.

- Mittlere Quellbeständigkeit in: Mineralölen (vergleichsweise wie Werkstoffe auf Basis CR) und Bremsflüssigkeiten auf Glykoletherbasis. In Wasser bis etwa +100 °C ist der Einsatz möglich. Ausreichend beständig in wässrigen Salzlösungen, ein- und mehrwertigen Alkoholen.
- Stark quellend in: niedermolekularen Estern und Ethern, aliphatischen sowie aromatischen Kohlenwasserstoffen. Konzentrierte Säuren und Alkalien, Wasser und Dampf bei Temperaturen über ca. 100 °C wirken zerstörend auf den Werkstoff.
- Thermischer Anwendungsbereich: ca. −60 °C bis +200 °C (kurzzeitig bis +230 °C). Aus speziellen Mischungen können Teile gefertigt werden, die erst unterhalb −100 °C verspröden.

SBR (Styrol-Butadien-Kautschuk)

Ist ein Polymerisat aus Butadien und Styrol. Werkstoffe aus SBR werden bevorzugt zur Herstellung von Dichtelementen für hydraulische Bremsen benutzt.

- Gute Quellbeständigkeit in: anorganischen und organischen Säuren und Basen sowie in Alkoholen und Wasser, Bremsflüssigkeiten auf Glykoletherbasis.
- Stark quellend in: Mineralölen, Schmierfetten, Benzin und aliphatischen, aromatischen und chlorierten Kohlenwasserstoffen.
- Thermischer Anwendungsbereich: ca. −50 °C bis +100 °C.

© Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG | Technisches Handbuch

IIR (Butyl-Kautschuk)
CIIR (Chlor-Butyl-Kautschuk)
BIIR (Brom-Butyl-Kautschuk)
Sind Polymerisate aus Isobutylen bzw. chloriertem oder bromiertem Isobutylen und einem geringen Anteil Isopren. Elastomere aus IIR haben eine sehr gute Witterungs- und Alterungsbeständigkeit. Die Gas- und Wasserdampfdurchlässigkeit dieser Werkstoffe ist gering. Einige Werkstoffe haben ein sehr gutes elektrisches Isoliervermögen.

- Gute Quellbeständigkeit in: Bremsflüssigkeiten auf Glykoletherbasis, anorganischen und organischen Säuren und Basen, Heißwasser und Dampf bis zu 120 °C, hydraulischen Druckflüssigkeiten Gruppe HFC und einigen Typen der Gruppe HFD.
- Stark quellend in: Mineralölen und -fetten, Benzin und aliphatischen sowie aromatischen und chlorierten Kohlenwasserstoffen.
- Thermischer Anwendungsbereich: ca. −40 °C bis +120 °C.

XNBR (Carboxilierter Nitril-Kautschuk)
Sind Terpolymerisate bzw. Blends aus Butadien, Acrylnitril und (Meth)-Acrylsäure. Das Haupteigenschaftsbild entspricht den NBR-Polymerisaten, sie zeichnen sich jedoch durch verbessertes Verschleißverhalten in dynamischen Dichtungsanwendungen aus. Die Kälteflexibilität ist gegenüber den vergleichbaren NBR-Typen eingeschränkt.

- Thermischer Anwendungsbereich: ca. −25 °C bis +100 °C (kurzzeitig auch +130 °C).

TPE (THERMOPLASTISCHE KAUTSCHUKE)

Die TPE liegen in ihrem Eigenschaftsbild zwischen den Elastomeren und den Thermoplasten. TPE sind mehrphasige Systeme aus einer harten und einer weichen Phase. Die harten Segmente lagern sich so zusammen, dass eine Art kristalliner Struktur entsteht, die mit weichen Segmenten verbunden ist. Es entsteht eine pseudovernetzte Struktur.

Einteilung der TPE

TPE-O	Thermoplastkautschuk auf Olefinbasis z.B. (YEPDM)
TPE-S	Thermoplastkauschuk auf Stryrolbasis (YSBR)
TPE-E	Thermoplastkautschuk auf Esterbasis (YBBO).

YEPDM (olefinischer Thermoplastkautschuk)
Eigenschaften mit EPDM vergleichbar, d.h. sehr gute Chemikalienbeständigkeit, doch nicht ölbeständig. Oberhalb einer Temperaturgrenze von 120 °C können die Produkte nicht eingesetzt werden.

YBBO (Copolyester-TPE)
YBBO zeichnen sich aus durch:
- hohe Zugfestigkeit
- hohen Zugmodul
- gute Dehnbarkeit
- hervorragende Lösungsmittelbeständigkeit
- Beständigkeit gegen oxidierende Säuren
- aliphatische Kohlenwasserstoffe
- alkalische Lösungen, verschiedene Fette und Öle.

Stark oxidierende Säuren und chlorierte Lösungsmittel führen zu starker Quellung.

YSBR (styrolhaltiger Thermoplastkautschuk)
Hier ist die harte Phase Styrol, die weiche Butadien. Eigenschaften: Die mechanischen Eigenschaften sind mit SBR vergleichbar. Je nach Verhältnis Styrol/Butadien ergeben sich harte oder weichere Produkte. Oberhalb 60 °C tritt Kriechen und Verlust an Zugfestigkeit ein. Die Kältefestigkeit reicht bis −40 °C. Gute chemische Beständigkeit gegen Wasser, verdünnte Säure und Laugen, Alkohole und Ketone. In unpolaren Lösungsmitteln, Kraftstoffen und Ölen ist YSBR nicht beständig.

Thermoplastische Werkstoffe

Erzeugnisse aus thermoplastischen Werkstoffen werden heute in allen Gebieten der Technik, auch für Dichtungen und Formteile, in großem Umfang eingesetzt.

Die weicheren Sorten (Polyethylen, Weich-PVC, Thermoplast-Elastomere) konkurrieren auf manchen Gebieten mit den gummielastischen Werkstoffen, während die mechanisch hochwertigen Kunststoffe (Polyamide, Acetalharze) in Bereiche vorgedrungen sind, die früher ausschließlich Metallen vorbehalten waren.

Dichtelemente und Konstruktionsteile aus thermoplastischen Werkstoffen unterscheiden sich nach den verwendeten Grundwerkstoffen. Sie sind in vielen Fällen durch Einarbeiten bestimmter Zusätze variierbar und können so gezielt auf den Verwendungszweck des herzustellenden Teiles abgestimmt werden.

Im folgenden werden einige charakteristische Eigenschaften und die sich daraus ergebenden hauptsächlichen Einsatzgebiete erläutert. Weitere Angaben können den Werkstofftabellen entnommen werden.

ETFE (Ethylen-Tetrafluorethylen-Copolymerisat)

Ist ein spritzbarer Fluorkunststoff mit sehr guten chemischen und thermischen Eigenschaften, die jedoch nicht ganz an die Werte von PTFE heranreichen.
Obere Anwendungstemperatur ca. +180 °C.

PA (Polyamid)

besitzt sehr hohe Festigkeitswerte. Die hohe Verschleißfestigkeit, die zähharte Materialstruktur, das Dämpfungsvermögen und die guten Notlauf-Eigenschaften machen dieses Material besonders geeignet für Maschinenelemente verschiedener Art (Zahnräder, Gleitlager, Führungsleisten, Schaltnocken usw.).
Obere Anwendungstemperatur +120 °C bis +140 °C.

PBTP (Polybutylenterephtalat)

PBTP ist ein teilkristalliner, thermoplastischer Polyesterwerkstoff. In der Hydraulik werden je nach Beanspruchung ungefüllte oder gefüllte Typen eingesetzt.

PBTP besitzt folgende Eigenschaften:
- hohe Steifigkeit und Härte
- günstiges Gleitverhalten
- geringer Veschleiß
- sehr geringe Wasseraufnahme (= hohe Maßhaltigkeit)
- Temperatureinsatzbereich −30 °C bis +120 °C (Formbeständigkeit).

Beständig gegenüber allen in der Hydraulik eingesetzten mineralölhaltigen Schmierstoffen und allen Druckflüssigkeiten, verdünnten Laugen, Säuren und Alkoholen. Nicht beständig gegenüber starken Laugen und Säuren.

PFA (Perfluoralkoxy Copolymerisat)

ist ein spritzbarer Fluorkunststoff, der ähnliche chemische und thermische Eigenschaften aufweist wie PTFE. Beide Werkstoffe eignen sich besonders zur Herstellung hochwertiger technischer Form- und Spritzgussteile.
Obere Anwendungstemperatur ca. +260 °C.

POM (Polyoxymethylen), (Polyacetat)

zählt zu den mechanisch am höchsten belastbaren Thermoplasten. Dank seiner Steifigkeit, Härte und Festigkeit verbunden mit einer ausgezeichneten Formbeständigkeit auch bei höheren Temperaturen (bis ca. +80 °C) kann es in vielen Fällen Teile aus Metall-Druckguss, Messing oder Aluminium ersetzen. Besonders bemerkenswert ist die geringe Wasseraufnahme. Hierdurch ist gegenüber Formteilen aus Polyamid eine noch bessere Maßhaltigkeit auch unter Feuchtigkeitseinfluss gewährleistet. Acetalharze werden von Säuren angegriffen.
Anwendungstemperatur −40 °C bis +140 °C.

PP (Polypropylen)

ist beständig gegen Heißwasser und Waschlaugen, ist kochfest und erträgt kurzzeitig Sterilisationstemperaturen von +120 °C. Bevorzugter Einsatz im Pumpen-, Kraftfahrzeug- und Haushaltsmaschinenbau.

© Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG | Technisches Handbuch

PPO (Polyphenylenoxid)
ist ein zähes, steifes Material, das sich vor allem durch eine gute Dimensionsstabilität, geringe Kriechneigung und geringe Wasseraufnahme auszeichnet. Es besitzt eine hohe Durchschlagsfestigkeit und einen fast konstant niedrigen Verlustfaktor. PPO ist hydrolysefest, aber nicht ölbeständig. Verschiedene Eigenschaften der Polyamide, Acetalharze und PPO können durch Glasfasern noch wesentlich verbessert werden. Dann ist z.B. die Zugfestigkeit im allgemeinen mehr als doppelt so hoch wie beim unverstärkten Werkstoff. Die Wärmefestigkeit wird erheblich verbessert und die Kerbschlagzähigkeit, die ohne Glasfaserverstärkung mit sinkender Temperatur schnell abfällt, bleibt nahezu unverändert. Gleichzeitig wird die Druckfestigkeit erhöht und die Kaltflussneigung vermindert. Die lineare Wärmeausdehnung wird wesentlich verringert. Sie liegt etwa in der Größenordnung von Metall-Druckguss.
Obere Anwendungstemperatur kurzzeitig ca. +130 °C, länger ca. +90 °C.

PTFE (Polytetrafluorethylen)
PTFE ist ein thermoplastisches Polymer aus Tetrafluorethylen. Dieser nicht elastische Werkstoff zeichnet sich durch eine Reihe hervorragender Eigenschaften aus: Die Oberfläche ist glatt und abweisend. Sie begünstigt den Einsatz in allen Fällen, bei denen das Anhaften von Rückständen vermieden werden soll.

PTFE ist bei Betriebstemperaturen bis zu +200 °C physiologisch unbedenklich. Der Reibungskoeffizient ist gegenüber den meisten Gegenlauf-Werkstoffen sehr niedrig. Haft- und Gleitreibung sind nahezu gleich.
Die elektrischen Isolationseigenschaften sind außerordentlich günstig. Sie sind nahezu unabhängig von der Frequenz sowie von Temperatur- und Witterungseinflüssen. Die chemische Beständigkeit überragt die aller Elastomere und sonstiger Thermoplaste. Somit ist eine gute Quellbeständigkeit in nahezu allen Medien gegeben. Flüssige Alkalimetalle sowie einige Fluorverbindungen greifen bei höheren Drücken und Temperaturen den Werkstoff PTFE an.

Der thermische Anwendungsbereich liegt zwischen ca. −200 °C bis +260 °C. Bei −200 °C besitzt PTFE noch eine gewisse Elastizität; der Werkstoff kann daher für Dichtungen und Konstruktionsteile, z.B. auch bei flüssigen Gasen, eingesetzt werden.

Bei der Anwendung von Teilen aus reinem PTFE ist zu beachten:
- dass sich der Werkstoff von einer bestimmten Belastung an bleibend durch Kriechen bzw. Kaltfluss deformiert,
- dass die Abriebfestigkeit gering ist,
- dass die Wärmedehnung, wie bei den meisten Kunststoffen, im Vergleich zu Metallen ca. 10 mal größer ist,
- dass die Wärmeleitfähigkeit gering ist, so dass die Wärmeabfuhr bei Lagern und Bewegungsdichtungen zum Problem werden kann,
- dass das Material nicht gummielastisch, sondern hornartig wie Polyethylen ist.

Aus diesem Grunde können Konstruktionen mit Elastomerdichtungen nicht ohne weiteres auf solche aus PTFE umgestellt werden. Bei Lippendichtungen muss stets für eine zusätzliche Anpressung durch Federn o.ä. gesorgt werden.
PTFE wird zur Erzielung spezieller Eigenschaften mit Graphit, Glasfasern, Bronze und Kohle gefüllt.

PVC (Polyvinylchlorid)
wird heute wegen seiner guten technologischen und chemischen Eigenschaften vielfach anstelle früher benutzter Elastomer-Werkstoffe verwendet.
Die auf PVC-Basis entwickelten Werkstoffe weisen im Gegensatz zu den übrigen hier erwähnten Thermoplasten gummiähnliche Eigenschaften auf. PVC wird bevorzugt eingesetzt für: Faltenbälge, Stulpen, Manschetten, Abdeckungen, Muffen, Kappen, Tüllen und Luftführungsformteile.

Thermischer Anwendungsbereich: −35 °C bis +70 °C.

Hochbelastbare thermoplastische Polykondensate „high tech, engineering plastics"

Durch die zum Teil sehr aufwendige Herstellung sind diese Produkte meist noch sehr teuer. Sie werden immer dann für Formteile eingesetzt, wenn andere Kunststoffe mit Sicherheit versagen, metallische Eigenschaften aber stören würden, insbesondere in der Elektroindustrie.

Alle Werkstoffe besitzen gute Festigkeitseigenschaften und eine hohe Temperaturbelastbarkeit (+140 °C bis +200 °C).

Besonderheiten der einzelnen Werkstoffe:

Polyethersulfan (PESU)
- beständig gegen Wasser
- nicht beständig in Bremsflüssigkeiten.

Polysulfan (PPSO)
- nicht einsetzbar in kochendem Wasser
- bestimmte Lösungsmittel, Ester, Ketone, Aromate, chlorierte Kohlenwasserstoffe zerstören den Werkstoff durch Spannungsrissbildung.

Polyphenylensulfid (PPS)
- chemisch wesentlich beständiger als die anderen Produkte
- wegen der Kristallinität nicht zäh und kerbempfindlich.

Polyetherketon (PEEK)
- sehr gute Chemikalienbeständigkeit
- universell einsetzbar
- verstärkte Typen bis +180 °C einsetzbar.

Polyetherimid (PEI)
- amorph und transparent
- Ketone und chlorierte Kohlenwasserstoffe greifen dieses Material an.

DUROPLASTE

Werkstoffe, die in der Hitze weder erweichen noch schmelzen. Sie sind ausgehärtet formstabiler als unvernetzte Kunststoffe.

Die wichtigsten Produktgruppen sind:
- Phenol-Formaldehyd Massen (PF)
- ungesättigte Polyester (UP)
- Polyimide (PI).

PF (Phenol-Formaldehyd)

Bei der Reaktion von Phenol mit Formaldehyd entstehen harzartige Kondensationsprodukte – Novolak- oder Resolharze.
DIN-typisierte Massen unterscheiden sich durch verschiedene Füll- und Verstärkungsstoffe. Die mechanischen und technischen Eigenschaften sind äußerst brauchbar. Getemperte Teile können kurzzeitig bis +300 °C belastet werden.
Weitere allgemeine Eigenschaften:
- Temperatureinsatz –30 °C bis +120 °C
- hart und sehr fest
- Kriechneigung gering
- schwer entflammbar
- kerbempfindlich
- nicht für den Lebensmitteleinsatz
- beständig gegen organische Lösungsmittel, schwache Säuren und Laugen, Salzlösungen.

PI (Polyimide)

Ausgangsstoff ist Bis-Maleinimid. Aus diesem entstehen durch Polymerisation duroplastische Polyimide mit unterschiedlichem Molekülaufbau. Gemeinsames Kennzeichen dieser heterozyklischen Polymere ist der namensgebende Imid-Ring innerhalb der Hauptkette. Polyimid-Teile sind gekennzeichnet durch eine hohe Temperaturbeständigkeit bis über +260 °C, kurzfristig auch bis über +300 °C, unter weitgehender Beibehaltung der mechanischen Eigenschaften. Weiter zeichnen sich die Materialien durch gute Gleit- und Verschleißeigenschaften aus, die durch Zugabe geeigneter Additive noch verbessert werden. Die elektrischen Eigenschaften und die Strahlenbeständigkeit von Polyimid sind ausgezeichnet.
Die Materialien sind weitgehend beständig gegen Lösungsmittel, Fette, Kraftstoffe, Öle und verdünnte Säuren. Starke Säuren, Alkalien und heißes Wasser greifen Polyimide an.

© Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG | Technisches Handbuch

UP (Ungesättigte Polyesterharze)

Reaktionsprodukte aus
- ungesättigtem Dicarbonsäureester,
- Diol,
- Dicarbonsäure und Styrol.

Sie liegen vor als Spritzgussmaterialien, Bulk-Moulding-Compounds (BMC) oder als Bahnenmaterial, Sheet-Moulding-Compounds (SMC).
Verarbeitung durch Pressen und im Spritzgussverfahren.

Eigenschaften: Im Unterschied zu den Phenolharzen
- geringere Schwindung
- geringere Wasseraufnahme
- bessere Einfärbbarkeit
- günstigerer Preis
- Eignung für Lebensmittelkontakt
- gute Kerb- und Schlagempfindlichkeit.

DICHTUNGEN UND FORMTEILE AUS SIMRIZ

Perfluorelastomere (FFKM) bieten Ihnen das weiteste Spektrum der chemischen und thermischen Beständigkeit und Verträglichkeit unter den elastomeren Dichtungswerkstoffen. FST fertigt Dichtungen aus dem Allround-Perfluorelastomer Simriz.

Diese Dichtungswerkstoffe

- kommen der Beständigkeit des reinen PTFE sehr nahe,
- haben darüber hinaus den großen Vorteil der hohen Elastizität,
- sie zeichnen sich überdies gegenüber herkömmlichen Elastomeren durch eine vielfach längere Lebensdauer aus.

Die universelle Verwendbarkeit

dieser Perfluorelastomere gründet sich auf deren Beständigkeit gegenüber aggressiven Medien und deren Einsetzbarkeit in außergewöhnlich weiten Temperaturbereichen. Simriz bietet Ihnen zuverlässige Abdichtung von:
- chlorierten und hochpolaren organischen Lösemitteln, z.B. Chloroform, Dichlormethan, Alkohole, niedere Aldehyde, Ketone, Ester und Ether, N-Methyl-Pyrrolidon, Cellosolve, nitrierte Kohlenwasserstoffe, Amine, Amide
- Aromaten wie Benzol, Toluol oder Xylol.

Simriz eignet sich darüber hinaus besonders für die Abdichtung von:
- starken anorganischen Säuren und Laugen, wie z.B. Schwefel-, Salz-, Salpetersäure und deren Gemische sowie Natron- und Kalilauge oder Ammoniak,
- starken organischen Säuren und Basen, z.B. Ameisensäure oder Ethylendiamin.

Auch in Bezug auf die Temperatureinsatzgrenzen setzen Simriz-Dichtungen Bestmarken. Sie bleiben
- bis −12 °C kältefexibel und
- sind ohne Probleme bis +300 °C einsetzbar.

Sichere Lösungen für viele Bereiche

Simriz-Dichtungen eignen sich hervorragend für alle Dichtungsaufgaben unter hohen chemischen und/oder thermischen Belastungen. Mit Simriz haben Sie die ideale Dichtung für:
- Analysentechnik,
- Anlagen- und Apparatebau,
- Luft- und Raumfahrt
- Maschinen- und Aggregatebau,
- Mineralölverarbeitung,
- Medizintechnik,
- Pharmaindustrie,
- Pumpen,
- Verfahrenstechnik,
- Verpackungsmaschinen.

Sie sagen uns, welche Form Ihre Dichtung haben soll. Wir liefern sie.

Dichtungen und Formteile aus Simriz fertigen wir in Standardgrößen des ISC O-Ring-Programms von FST oder speziell nach Ihren Vorstellungen.
ISC O-Ringe, ISC O-Ring-Sonderformen oder Formteile aus Simriz passen wir exakt an Ihre Aufgabe bzw. Anforderung an.

Lösungen auch für komplexe Anforderungen

Hoher Druck, zyklische Temperaturen, statische oder dynamische Belastungen, chemische und abrasive Angriffe durch das abzudichtende Fluid bilden eine Anforderungsmatrix an eine Dichtung, deren Komplexität außergewöhnlich hoch sein kann.
Um auch in diesen Fällen eine sichere und zuverlässige Abdichtung gewährleisten zu können, arbeiten wir gerne gemeinsam mit Ihnen an individuellen Lösungen. Hochtemperatur- und FDA-Werkstoffe auf Anfrage. Unsere Fachleute stellen sich gerne Ihren Herausforderungen.

STANDARDWERKSTOFFE FÜR SIMMERRINGE

Werkstoff	ASTM D 2000	zulässige Tieftemperatur °C	Abzudichtende Medien mit Angabe der Dauertemperatur in °C																					Bemerkung
			Mineralische Schmierstoffe					Synthet. Schmier-stoffe		Mineral. Druck-flüssigk.		Biologisch abbaubare Druckflüs-sigkeiten			Schwerent-flammbare Druckflüs-sigkeiten				Sonstige Medien					
			Motorenöle	Getriebeöle	Hypoidgetriebeöle	ATF-Öle	Fette	Polyalkylenglycole (PAG)	Polyalphaolefine (PAO)	HLP nach DIN 51524 Teil 2	HLVP nach DIN 51524 Teil 3	HETG-Rapsöl *	HEES – Synthetische Ester	HEPG-Polyglykole**	Gruppe HFA	Gruppe HFB	Gruppe HFC	Gruppe HFD ***	Heizöl EL und L	Bremsflüssigkeit DOT 3/DOT 4	Wasser	Waschlauge	Luft	
72 NBR 902	M 2 BG 710	–40	100	100	80	100	100	1)	1)	100	100	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	–	–	90	–	–	–	100	
75 FKM 585	M 2 HK 710	–30	150	150	140	150	150	1)	1)	150	150	+	+	+	⊗	⊗	–	150	+	–	⊗	⊗	200	
75 FKM 595	M 2 HK 810	–30	150	150	140	150	150	1)	1)	150	150	+	+	+	⊗	⊗	–	150	+	–	⊗	⊗	200	
PTFE 10/F56101	–	–80	150	150	140	150	150	1)	1)	150	150	+	+	+	+	+	150	150	+	+			200	
75 NBR 106200	M 2 BG 710	–40	100	100	80	100	100	1)	1)	100	100	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	–	–	90	–			120	

1) Bei Einsatz von NBR und FKM-Werkstoffen in synth. Schmiermitteln, Polyglykole (PAG) und Polyalphaolefine (PAO) ist die maximale Einsatztemperatur durch einen Prüf- oder Aggregatelauf festzulegen.

* Einsatzgrenzen vom Medium vorgegeben
** Zusatzschmierung empfohlen
*** Beständigkeit ist vom HFD-Typ abhängig

\+ beständig, im allgemeinen nicht für diese Medien eingesetzt
⊗ bedingt beständig
– nicht beständig

© Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG | Technisches Handbuch

SONDERWERKSTOFFE FÜR SIMMERRINGE

Werkstoff	ASTM D 2000	zulässige Tieftemperatur °C	Abzudichtende Medien mit Angabe der Dauertemperatur in °C																					Bemerkung
			Mineralische Schmierstoffe					Synthet. Schmier-stoffe		Mineral. Druck-flüssigk.		Biologisch abbaubare Druckflüs-sigkeiten			Schwerent-flammbare Druckflüs-sigkeiten				Sonstige Medien					
			Motorenöle	Getriebeöle	Hypoidgetriebeöle	ATF-Öle	Fette	Polyalkylenglycole (PAG)	Polyalphaolefine (PAO)	HLP nach DIN 51524 Teil 2	HLVP nach DIN 51524 Teil 3	HETG-Rapsöl *	HEES – Synthetische Ester	HEPG-Polyglykole**	Gruppe HFA	Gruppe HFB	Gruppe HFC	Gruppe HFD ***	Heizöl EL und L	Bremsflüssigkeit DOT 3/DOT 4	Wasser	Waschlauge	Luft	
70 NBR 110558	–	–30	100	100	80	100	100	1)	1)	100	100	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	–	90	–	90	90	100	
70 NBR 803	–	–25	90	90	⊗	90	90	1)	1)	90	90	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	–	–	⊗	–			100	FDA
73 NBR 91589	–	–20	100	100	80	100	100	1)	1)	100	100	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	–	–	90	–			90	
80 NBR 94207	M 7 BG 910	–25	100	100	80	100	100	1)	1)	100	100	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	–	–	90	–			100	
90 NBR 129208	M 7 BG 910	–30	100	100	80	100	100	1)	1)	100	100	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	–	–	90	–			100	
82 NBR 132919	M 6 BG 814	–40	100	100	80	100	100	1)	1)	100	100	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	–	–	⊗	–			100	
75 HNBR 260258	M 2 BG 714	–30	120	120	100	120	120	1)	1)	100	100	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	–	–	⊗	–	⊗	⊗	130	
80 HNBR 172267	M 7 BG 814	–30	120	120	100	120	120	1)	1)	100	100	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	–	–	⊗	–	⊗	⊗	130	
70 FKM 260737	M 7 BG 814	–30	150	150	140	150	150	1)	1)	150	150	+	+	+	⊗	⊗	–	150	+	–	⊗	⊗	200	
75 FKM 170055	M 7 BG 814	–30	150	150	140	150	150	1)	1)	150	150	+	+	+	⊗	⊗	–	150	+	–	⊗	⊗	200	

1) Bei Einsatz von NBR und FKM - Werkstoffen in synth. Schmiermitteln, Polyglykole (PAG) und Polyalphaolefine (PAO) ist die maximale Einsatztemperatur durch einen Prüf- oder Aggregatelauf festzulegen.

* Einsatzgrenzen vom Medium vorgegeben
** Zusatzschmierung empfohlen
*** Beständigkeit ist vom HFD-Typ abhängig

\+ beständig, im allgemeinen nicht für diese Medien eingesetzt
⊗ bedingt beständig
– nicht beständig

STANDARDWERKSTOFFE FÜR HYDRAULIKKOMPONENTEN

Werkstoff	ASTM D 2000	zulässige Tieftemperatur °C	Mineralische Schmierstoffe					Synthet. Schmier-stoffe		Mineral. Druck-flüssigk.		Biologisch abbaubare Druckflüs-sigk. gem. VDMA 24568 u. DIN 24569			Schwerent-flammbare Druckflüs-sigkeiten gem. VDMA 24317 u. DIN 24320 *				Sonstige Medien					Bemerkung
			Motorenöle	Getriebeöle	Hypoidgetriebeöle	ATF-Öle	Fette	Polyalkylenglycole (PAG)	Polyalphaolefine (PAO)	HLP nach DIN 51524 Teil 2	HLVP nach DIN 51524 Teil 3	HETG-Rapsöl *	HEES – Synthetische Ester	HEPG-Polyglykole**	Gruppe HFA	Gruppe HFB	Gruppe HFC	Gruppe HFD ***	Heizöl EL und L	Bremsflüssigkeit DOT 3/DOT 4	Wasser	Waschlauge	Luft	
94 AU 925	M 7 BG 910	–30	+	+	⊗	+	110	⊗	+	110	110	50	80	40	50	50	40	⊗	–	–	40	–	100	
98 AU 928	M 7 BG 910	–25	+	+	⊗	+	110	⊗	+	110	110	50	80	40	50	50	40	⊗	–	–	40	–	100	
95 AU V142	–	–30	+	+	⊗	+	110	⊗	⊗	110	110	50	80	40	50	50	40	–	–	–	40	–	100	
95 AU V149	–	–30	+	+	⊗	+	110	⊗	⊗	110	110	50	80	40	50	50	40	–	–	–	40	–	100	
94 AU 985	M 7 BG 910	–30	+	+	⊗	+	100	⊗	+	100	100	60	80	50	60	60	50	⊗	–	–	80	–	100	
93 AU V167	–	–30	+	+	⊗	+	100	⊗	⊗	100	100	60	80	50	60	60	40	–	–	–	60	–	80	
93 AU V168	–	–30	+	+	⊗	+	100	⊗	⊗	100	100	60	80	50	60	60	40	–	–	–	60	–	80	
70 FKM K655	–	–10	150	150	140	150	150	150	150	150	150	80	100	80	55	60	60	150	150	–	⊗	⊗	200	
HGWH G517	–	–50	+	+	+	+	+	+	+	120	120	+	+	+	60	60	60	80	–	–	90	–	120	
HGWH G600	–	–40	+	+	+	+	+	+	+	120	120	+	+	+	60	60	60	80	–	–	90	–	120	
88 NBR 101	M 7 BG 910	–30	100	100	80	100	100	80	80	100	100	80	80	80	55	60	60	–	80	–	90	+	100	
90 NBR 109	M 7 BG 910	–30	100	100	80	100	100	80	80	100	100	80	80	80	55	60	60	–	80	–	90	+	100	
80 NBR 709	M 6 BG 814	–30	100	100	80	100	100	80	80	100	100	80	80	80	55	60	60	–	80	–	90	90	100	
72 NBR 872	M 2 BG 714	–35	100	100	80	100	100	80	80	100	100	80	80	80	55	60	60	–	80	–	90	90	100	
80 NBR 878	M 7 BG 814	–30	100	100	80	100	100	80	80	100	100	80	80	80	55	60	60	–	80	–	90	+	100	
80 NBR 99033	M 7 BG 814	–30	100	100	80	100	100	80	80	100	100	80	80	80	55	60	60	–	80	–	90	+	90	
80 NBR 99035	M 7 BG 814	–30	100	100	80	100	100	80	80	100	100	80	80	80	55	60	60	–	80	–	90	+	90	
85 NBR B203	–	–30	100	100	80	100	100	80	80	100	100	80	80	60	55	60	60	–	80	–	100	90	100	
70 NBR B209	M 2 BG 710	–30	100	100	80	100	100	80	80	100	100	80	80	60	55	60	60	–	80	–	100	90	100	
89 NBR B217	M 2 BG 910	–30	100	100	80	100	100	80	80	100	100	80	80	60	55	60	60	–	80	–	100	90	100	
81 NBR B219	M 2 BG 810	–30	100	100	80	100	100	80	80	100	100	80	80	60	55	60	60	–	80	–	100	90	100	
79 NBR B246	M 2 BG 810	–30	100	100	80	100	100	80	80	100	100	80	80	60	55	60	60	–	80	–	100	90	100	
87 NBR B247	M 2 BG 910	–30	100	100	80	100	100	80	80	100	100	80	80	60	55	60	60	–	80	–	100	90	100	
70 NBR B276	M 2 BG 710	–30	100	100	80	100	100	80	80	100	100	80	80	60	55	60	60	–	80	–	100	90	100	
75 NBR B281	M 2 BG 821	–30	100	100	80	100	100	80	80	100	100	80	80	60	55	60	60	–	80	–	100	90	100	
90 NBR B283	M 2 BG 910	–30	100	100	80	100	100	80	80	100	100	80	80	60	55	60	60	–	80	–	100	90	100	

© Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG | Technisches Handbuch

Werkstoff	ASTM D 2000	zulässige Tieftemperatur °C	Mineralische Schmierstoffe					Synthet. Schmierstoffe		Mineral. Druckflüssigk.		Biologisch abbaubare Druckflüssigk. gem. VDMA 24568 u. DIN 24569			Schwerentflammbare Druckflüssigkeiten gem. VDMA 24317 u. DIN 24320 *				Sonstige Medien					Bemerkung
			Motorenöle	Getriebeöle	Hypoidgetriebeöle	ATF-Öle	Fette	Polyalkylenglycole (PAG)	Polyalphaolefine (PAO)	HLP nach DIN 51524 Teil 2	HLVP nach DIN 51524 Teil 3	HETG-Rapsöl *	HEES – Synthetische Ester	HEPG-Polyglykole**	Gruppe HFA	Gruppe HFB	Gruppe HFC	Gruppe HFD ***	Heizöl EL und L	Bremsflüssigkeit DOT 3/DOT 4	Wasser	Waschlauge	Luft	
PA 4112	–	–30	+	+	+	+	+	+	+	130	130	+	+	+	55	60	60	90	–	–	90	–	100	
PA 4201	–	–30	+	+	+	+	+	+	+	120	120	+	+	+	55	60	60	80	–	–	90	–	100	
PA 6501	–	–30	+	+	+	+	+	+	+	120	120	80	80	50	60	60	60	80	–	–	60	–	+	
PF 48	–	–50	+	+	+	+	+	+	+	120	120	+	+	+	55	60	60	80	–	–	90	–	120	
POM 20	–	–40	+	+	+	+	+	+	+	100	100	+	+	+	55	60	60	80	–	–	80	–	100	
POM PO202	–	–40	+	+	+	+	+	+	+	110	110	+	+	+	60	60	60	80	–	–	80	–	+	
POM PO530	–	–40	+	+	+	+	+	+	+	110	110	+	+	+	60	60	60	80	–	–	80	–	+	
PTFE B502	–	–40	+	+	+	+	+	+	+	200	200	80	100	80	–	–	–	200	+	+	–	+	200	
PTFE B504	–	–40	+	+	+	+	+	+	+	200	200	80	100	80	–	–	–	200	+	+	–	+	200	
PTFE B602	–	–30	+	+	+	+	+	+	+	200	200	80	100	80	–	–	–	200	+	+	–	+	200	
PTFE GM201	–	–30	+	+	+	+	+	+	+	100	100	80	100	60	60	60	60	150	+	+	100	+	200	
PTFE/15 177026	–	–80	+	+	+	+	+	+	+	200	200	80	100	100	+	+	+	150	+	+	150	+	200	
PTFE/25 177027	–	–80	+	+	+	+	+	+	+	200	200	80	100	100	+	+	+	150	+	+	150	+	200	
PTFE/25 177030	–	–80	+	+	+	+	+	+	+	200	200	80	100	100	+	+	+	150	+	+	150	+	200	
PTFE/40 177024	–	–80	+	+	+	+	+	+	+	200	200	80	100	100	+	+	+	150	+	+	150	+	200	
PTFE/60 177023	–	–80	+	+	+	+	+	+	+	200	200	80	100	100	+	+	+	150	+	+	150	+	200	
97 TPE 113TP	–	–30	+	+	⊗	+	100	⊗	⊗	110	110	60	80	50	60	60	40	–	–	–	60	–	+	

* Einsatzgrenzen vom Medium vorgegeben

** nur für statischen Einsatz; für dynamischen Einsatz ist eine zusätzliche Prüfung erforderlich

*** Beständigkeit ist vom HFD-Typ abhängig

\+ beständig, im allgemeinen nicht für diese Medien eingesetzt

⊗ bedingt beständig

– nicht beständig

SONDERWERKSTOFFE FÜR HYDRAULIKKOMPONENTEN

Werkstoff	ASTM D 2000	zulässige Tieftemperatur °C	Abzudichtende Medien mit Angabe der Dauertemperatur in °C																			
			Mineralische Schmierstoffe					Synthet. Schmier-stoffe		Mineral. Druck-flüssigk.		Biologisch abbaubare Druckflüs-sigk. gem. VDMA 24568 u. DIN 24569			Schwerent-flammbare Druckflüssig-keiten gem. VDMA 24317 u. DIN 24320 *				Sonstige Medien				
			Motorenöle	Getriebeöle	Hypoidgetriebeöle	ATF-Öle	Fette	Polyalkylenglycole (PAG)	Polyalphaolefine (PAO)	HLP nach DIN 51524 Teil 2	HLVP nach DIN 51524 Teil 3	HETG-Rapsöl *	HEES – Synthetische Ester	HEPG-Polyglykole**	Gruppe HFA	Gruppe HFB	Gruppe HFC	Gruppe HFD ***	Heizöl EL und L	Bremsflüssigkeit DOT 3/DOT 4	Wasser	Waschlauge	Luft
94 AU 20889	M 7 BG 910	−25	+	+	⊗	+	110	⊗	+	110	110	60	80	50	60	60	50	⊗	–	–	80	–	110
92 AU 21100	-	−50	+	+	⊗	+	80	⊗	+	100	100	50	70	40	50	50	40	–	⊗	–	50	–	80
80 EPDM L700	M 2 CA 810	−40	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	60	100	–	+	150	130	150
85 FKM 580	M 3 HK 910	−5	150	150	140	150	150	150	150	150	150	80	100	100	55	60	60	150	150	–	80	⊗	200
75 FKM 595	M 2 HK 710	−5	150	150	140	150	150	150	150	150	150	80	100	100	55	60	60	150	150	–	80	⊗	200
86 FKM K664	M 2 HK 910	−10	150	150	140	150	150	150	150	150	150	80	100	80	55	60	60	150	150	–	–	–	200
90 HNBR 136428	M 4 DH 910	−25	120	120	100	120	120	100	120	120	120	80	⊗	100	55	60	60	–	80	–	120	120	130
85 HNBR 137891	M 4 CH 910	−25	120	100	100	100	120	100	120	120	120	80	⊗	100	55	60	60	–	80	–	120	120	120
80 HNBR 150351		−25	120	120	100	120	140	100	120	140	140	80	80	100	55	60	60	–	80	–	120	120	140
70 HNBR U463	-	−25	120	120	100	120	120	120	120	120	120	80	⊗	100	55	60	60	–	80	–	120	120	130
80 HNBR U464	-	−25	120	120	100	120	120	120	120	120	120	80	⊗	100	55	60	60	–	80	–	120	120	130
70 NBR B262	M 2 BG 710	−35	100	100	80	100	100	80	80	100	100	80	⊗	60	55	60	60	–	80	–	80	90	100
75 NBR B280	M 2 BG 810	−45	80	80	60	80	80	60	60	80	80	60	⊗	60	55	60	60	–	80	–	80	80	80
PTFE B604	-	−30	+	+	+	+	+	+	+	200	200	80	100	80	–	–	–	200	+	+	–	+	200
PTFE M202	-	−30	+	+	+	+	+	+	+	100	100	80	100	60	60	60	60	150	+	+	100	+	200
97 TPE 106 TP	-	−30	+	+	⊗	+	100	⊗	⊗	110	110	60	80	50	60	60	40	–	–	–	60	–	140

* Einsatzgrenzen vom Medium vorgegeben

** nur für statischen Einsatz; für dynamischen Einsatz ist eine zusätzliche Prüfung erforderlich

*** Beständigkeit ist vom HFD-Typ abhängig

\+ beständig, im allgemeinen nicht für diese Medien eingesetzt

⊗ bedingt beständig

– nicht beständig

© Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG | Technisches Handbuch

STANDARDWERKSTOFFE FÜR PNEUMATIKKOMPONENTEN

Werkstoff	ASTM D 2000	zulässige Tieftemperatur °C	Abzudichtende Medien mit Angabe der Dauertemperatur in °C																			
			Mineralische Schmierstoffe					Synthet. Schmier-stoffe		Mineral. Druck-flüssigk.		Biologisch abbaubare Druckflüssigk. gem. VDMA 24568 u. DIN 24569			Schwerent-flammbare Druckflüssig-keiten gem. VDMA 24317 u. DIN 24320 *				Sonstige Medien				
			Motorenöle	Getriebeöle	Hypoidgetriebeöle	ATF-Öle	Fette	Polyalkylenglycole (PAG)	Polyalphaolefine (PAO)	HLP nach DIN 51524 Teil 2	HLVP nach DIN 51524 Teil 3	HETG-Rapsöl *	HEES – Synthetische Ester	HEPG-Polyglykole**	Gruppe HFA	Gruppe HFB	Gruppe HFC	Gruppe HFD ***	Heizöl EL und L	Bremsflüssigkeit DOT 3/DOT 4	Wasser	Waschlauge	Luft
90 AU 924	M 7 BG 910	−30	+	+	⊗	+	100	⊗	⊗	110	110	60	60	40	50	50	40	–	–	–	–	–	100
94 AU 925	M 7 BG 910	−30	+	+	⊗	+	100	⊗	⊗	110	110	60	60	40	50	50	40	–	–	–	–	–	100
80 AU 941/20994	M 7 BG 814	−40	+	+	⊗	+	80	⊗	⊗	80	80	60	60	40	50	50	40	–	–	–	–	–	80
85 AU 942/20991	M 7 BG 815	−40	+	+	⊗	+	80	⊗	⊗	80	80	60	60	40	50	50	40	–	–	–	–	–	80
88 NBR 101	M 7 BG 910	−20	100	100	80	100	100	80	80	100	100	80	⊗	80	55	60	60	–	80	–	+	+	100
90 NBR 108	M 7 BG 910	−20	100	100	80	100	100	80	80	100	100	80	⊗	80	+	+	+	–	80	–	90	+	90
72 NBR 708	M 7 BG 714	−20	+	+	+	+	100	80	80	100	100	80	⊗	80	+	+	+	–	80	–	90	+	100
80 NBR 709	M 2 BG 714	−20	100	100	80	100	100	80	80	100	100	80	⊗	80	55	60	60	–	80	–	90	90	100
80 NBR 99079	M 6 BG 814	−25	+	+	+	+	100	80	80	100	100	80	⊗	80	+	+	+	–	80	–	90	+	100
80 NBR 186349	M 6 BG 814	−25	+	+	+	+	100	80	80	100	100	80	⊗	80	+	+	+	–	80	–	+	+	100
PA 4201	-	−30	+	+	+	+	+	+	+	120	120	+	+	+	55	60	60	80	–	–	90	–	100
PTFE 552/40	-	−80	+	+	+	+	+	+	+	200	200	80	100	100	+	+	+	150	+	+	150	+	200
PTFE 25-177025	-	−100	+	+	+	+	+	+	+	200	200	80	100	100	+	+	+	150	+	+	150	+	200

* Einsatzgrenzen vom Medium vorgegeben

** nur für statischen Einsatz; für dynamischen Einsatz ist eine zusätzliche Prüfung erforderlich

*** Beständigkeit ist vom HFD-Typ abhängig

\+ beständig, im allgemeinen nicht für diese Medien eingesetzt

⊗ bedingt beständig

– nicht beständig

SONDERWERKSTOFFE FÜR PNEUMATIKKOMPONENTEN

Werkstoff	ASTM D 2000	zulässige Tieftemperatur °C	Abzudichtende Medien mit Angabe der Dauertemperatur in °C																			
			Mineralische Schmierstoffe					Synthet. Schmier-stoffe		Mineral. Druck-flüssigk.		Biologisch abbaubare Druckflüs-sigk. gem. VDMA 24568 u. DIN 24569			Schwerent-flammbare Druckflüssig-keiten gem. VDMA 24317 u. DIN 24320 *				Sonstige Medien				
			Motorenöle	Getriebeöle	Hypoidgetriebeöle	ATF-Öle	Fette	Polyalkylenglycole (PAG)	Polyalphaolefine (PAO)	HLP nach DIN 51524 Teil 2	HLVP nach DIN 51524 Teil 3	HETG-Rapsöl *	HEES – Synthetische Ester	HEPG-Polyglykole**	Gruppe HFA	Gruppe HFB	Gruppe HFC	Gruppe HFD ***	Heizöl EL und L	Bremsflüssigkeit DOT 3/DOT 4	Wasser	Waschlauge	Luft
93 AU V167	-	−30	+	+	⊗	+	100	⊗	⊗	100	100	60	80	50	60	60	40	–	–	–	60	–	80
93 AU V168	-	−30	+	+	⊗	+	100	⊗	⊗	100	100	60	80	50	60	60	40	–	–	–	60	–	80
75 FKM 595	M 2 HK 710	−5	150	150	140	150	150	150	150	150	150	80	100	100	55	60	60	150	+	–	⊗	⊗	200
75 FKM 99104	M 2 HK 807	−5	150	150	140	150	150	150	150	150	150	80	100	100	55	60	60	150	150	–	+	+	200
80 HNBR 150351	M 4 DH 910	0	120	120	100	120	140	100	120	140	140	80	⊗	100	55	60	60	–	–	–	120	120	140

* Einsatzgrenzen vom Medium vorgegeben

** nur für statischen Einsatz; für dynamischen Einsatz ist eine zusätzliche Prüfung erforderlich

*** Beständigkeit ist vom HFD-Typ abhängig

\+ beständig, im allgemeinen nicht für diese Medien eingesetzt

⊗ bedingt beständig

– nicht beständig

Hinweis:
Die Angabe der minimalen Einsatztemperatur ist als allgemeiner Richtwert zu verstehen, da neben dem Werkstoff ebenso die Dichtungsart, der Einbauraum und die Betriebsbedingungen die Funktion beeinflussen können. Die maximalen Einsatztemperaturen können überschritten werden, wobei dann mit Lebensdauerverkürzungen zu rechnen ist. Der Einfluss der Medien (z.B. nicht geeignete Schmierstoffe) kann die Temperatureinsatzgrenzen reduzieren.

© Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG | Technisches Handbuch

STANDARDWERKSTOFFE FÜR ISC O-RINGE

Werkstoff	ASTM D 2000	zulässige Tieftemperatur °C	Abzudichtende Medien mit Angabe der Dauertemperatur in °C																					Bemerkung
			Mineralische Schmierstoffe					Synthet. Schmier-stoffe		Mineral. Druck-flüssigk.		Biologisch abbaubare Druckflüs-sigk. gem. VDMA 24568 u. DIN 24569			Schwerent-flammbare Druckflüssig-keiten gem. VDMA 24317 u. DIN 24320 *				Sonstige Medien					
			Motorenöle	Getriebeöle	Hypoidgetriebeöle	ATF-Öle	Fette	Polyalkylenglycole (PAG)	Polyalphaolefine (PAO)	HLP nach DIN 51524 Teil 2	HLVP nach DIN 51524 Teil 3	HETG-Rapsöl *	HEES – Synthetische Ester	HEPG-Polyglykole**	Gruppe HFA	Gruppe HFB	Gruppe HFC	Gruppe HFD ***	Heizöl EL und L	Bremsflüssigkeit DOT 3/DOT 4	Wasser	Waschlauge	Luft	
70 EPDM 281	M 4 CA 714	–40	–	–	–	–	–	⊗	–	–	–	–	–	–	–	–	60	100	–	+	150	130	150	KTW
70 EPDM 291	M 4 CA 714	–40	–	–	–	–	–	⊗	–	–	–	–	–	–	–	–	60	100	–	+	180	130	150	KTW
70 FKM 576	M 2 HK 710	–25	150	150	140	150	150	150	150	150	150	80	100	100	55	60	60	150	150	–	⊗	⊗	200	
70 FKM 598	M 2 HK 707	–25	150	150	140	150	150	150	150	150	150	80	100	100	55	60	60	150	150	–	⊗	⊗	200	
80 FKM 610	M 2 HK 810	–25	150	150	140	150	150	150	150	150	150	80	100	100	55	60	60	150	150	–	⊗	⊗	200	
70 NBR 34004	M 2 BG 714	–30	100	100	90	100	100	80	80	100	100	80	⊗	80	55	60	60	–	80	–	100	90	100	
72 NBR 872	M 2 BG 714	–35	100	100	90	100	100	80	80	100	100	80	⊗	80	55	60	60	–	80	–	100	90	100	
88 NBR 156	M 7 BG 910	–30	100	100	90	100	100	80	80	100	100	80	⊗	80	55	60	60	–	80	–	100	90	100	KTW
90 NBR 34006	M 7 BG 910	–30	100	100	90	100	100	80	80	100	100	80	⊗	80	55	60	60	–	80	–	100	90	100	

* Einsatzgrenzen vom Medium vorgegeben

** nur für statischen Einsatz; für dynamischen Einsatz ist eine zusätzliche Prüfung erforderlich

*** Beständigkeit ist vom HFD-Typ abhängig

\+ beständig, im allgemeinen nicht für diese Medien eingesetzt

⊗ bedingt beständig

– nicht beständig

SONDERWERKSTOFFE FÜR ISC O-RINGE

Werkstoff	ASTM D 2000	zulässige Tieftemperatur °C	Abzudichtende Medien mit Angabe der Dauertemperatur in °C																					Bemerkung
			Mineralische Schmierstoffe					Synthet. Schmier-stoffe		Mineral. Druck-flüssigk.		Biologisch abbaubare Druckflüs-sigk. gem. VDMA 24568 u. DIN 24569			Schwerent-flammbare Druckflüssig-keiten gem. VDMA 24317 u. DIN 24320 *				Sonstige Medien					
			M otorenöle	Getriebeöle	Hypoidgetriebeöle	ATF-Öle	Fette	Polyalkylenglycole (PAG)	Polyalphaolefine (PAO)	HLP nach DIN 51524 Teil 2	HLVP nach DIN 51524 Teil 3	HETG-Rapsöl *	HEES – Synthetische Ester	HEPG-Polyglykole**	Gruppe HFA	Gruppe HFB	Gruppe HFC	Gruppe HFD ***	Heizöl EL und L	Bremsflüssigkeit DOT 3/DOT 4	Wasser	Waschlauge	Luft	
70 ACM 360	M 3 DH 710	−15	130	130	130	130	130	–	⊗	130	130	–	–	–	–	–	–	–	⊗	–	–	–	150	
70 CR 746	M 2 BE 714	−30	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	–	⊗	⊗	⊗	⊗	–	–	⊗	⊗	⊗	100	
60 EPDM 280	M 4 CA 614	−40	–	–	–	–	–	⊗	–	–	–	–	–	–	–	–	60	100	–	+	150	130	100	KTW
60 EPDM 290	M 4 CA 614	−40	–	–	–	–	–	⊗	–	–	–	–	–	–	–	–	60	100	–	+	180	130	150	KTW
75 EPDM 168348	M 6 DA 807	−40	–	–	–	–	–	⊗	–	–	–	–	–	–	–	–	+	+	–	+	150	130	150	FDA
85 EPDM 282	M 4 CA 814	−40	–	–	–	–	–	⊗	–	–	–	–	–	–	–	–	100	100	–	+	150	130	150	KTW
85 EPDM 292	M 4 CA 814	−40	–	–	–	–	–	⊗	–	–	–	–	–	–	–	–	60	100	–	+	180	130	150	KTW
75 FKM 153740	M 2 HK 810	−25	150	150	140	150	150	150	150	150	150	80	100	100	55	60	60	150	150	–	+	+	200	
75 FKM 602	M 2 HK 710	−20	150	150	140	150	150	150	150	150	150	80	100	100	55	60	60	150	150	–	150	130	200	
75 FKM 99104	M 2 HK 807	−30	150	150	140	150	150	150	150	150	150	80	100	100	55	60	60	150	150	–	+	+	200	
60 FVMQ 565	M 2 FE 606	−60	150	150	140	150	150	+	150	150	150	+	+	+	55	60	60	–	150	–	⊗	⊗	175	
70 HNBR 150531	M 2 DH 710	−20	120	120	100	120	120	100	120	120	120	80	⊗	100	55	60	60	–	+	–	120	120	130	
75 HNBR 181070	M 2 DH 710	−20	120	120	100	120	120	100	120	120	120	80	⊗	100	55	60	60	–	+	–	120	120	130	FDA
90 HNBR 136428	M 4 DH 910	−25	120	120	100	120	120	100	120	120	120	80	⊗	100	55	60	60	–	+	–	120	120	130	
60 NBR 181	M 5 BG 607	−25	100	100	80	100	100	80	80	100	100	80	⊗	80	55	60	60	–	80	–	100	90	100	
60 NBR 692	M 2 BG 617	−40	100	100	80	100	100	80	80	100	100	80	⊗	80	55	60	60	–	80	–	90	90	100	
62 NBR152	M 2 BG 614	−30	+	+	+	+	+	+	+	+	+	80	⊗	80	+	+	+	–	+	–	100	90	100	
70 NBR 150	M 2 BG 714	−20	100	100	80	100	100	80	80	100	100	80	⊗	80	55	60	60	–	80	–	100	90	100	
75 NBR 168350	M 2 BG 706	−20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	80	⊗	80	+	+	+	–	+	–	100	90	100	FDA
80 NBR 709	M 6 BG 814	−30	100	100	80	100	100	80	100	100	100	80	⊗	80	55	60	60	–	80	–	90	90	100	
84 NBR 772	M 4 BK 814	−20	100	100	80	100	100	80	100	100	100	80	⊗	80	55	60	60	–	80	–	90	90	100	
75 Simriz 484	-	−10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	230	FDA
75 Simriz 495	-	−15	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	260	
58 VMQ 518	M 5 GE 605	−50	130	130	⊗	130	130	–	⊗	130	130	–	–	–	⊗	⊗	⊗	–	⊗	⊗	+	+	180	
60 VMQ 571	M 5 GE 606	−50	130	130	⊗	130	130	–	⊗	130	130	–	–	–	⊗	⊗	⊗	–	⊗	⊗	⊗	⊗	180	
78 VMQ526	M 5 GE 806	−50	130	130	⊗	130	130	–	⊗	130	130	–	–	–	⊗	⊗	⊗	–	⊗	⊗	⊗	⊗	180	

* Einsatzgrenzen vom Medium vorgegeben

** nur für statischen Einsatz; für dynamischen Einsatz ist eine zusätzliche Prüfung erforderlich

*** Beständigkeit ist vom HFD-Typ abhängig

\+ beständig, im allgemeinen nicht für diese Medien eingesetzt

⊗ bedingt beständig

– nicht beständig

© Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG | Technisches Handbuch

STANDARDWERKSTOFFE FÜR FALTENBÄLGE

			Abzudichtende Medien mit Angabe der Dauertemperatur in °C																			
			Mineralische Schmierstoffe					Synthet. Schmier-stoffe		Mineral. Druck-flüssigk.		Biologisch abbaubare Druckflüs-sigk. gem. VDMA 24568 u. DIN 24569			Schwerent-flammbare Druckflüssig-keiten gem. VDMA 24317 u. DIN 24320 *				Sonstige Medien				
Werkstoff	ASTM D 2000	zulässige Tieftemperatur °C	Motorenöle	Getriebeöle	Hypoidgetriebeöle	ATF-Öle	Fette	Polyalkylenglycole (PAG)	Polyalphaolefine (PAO)	HLP nach DIN 51524 Teil 2	HLVP nach DIN 51524 Teil 3	HETG-Rapsöl *	HEES – Synthetische Ester	HEPG-Polyglykole**	Gruppe HFA	Gruppe HFB	Gruppe HFC	Gruppe HFD ***	Heizöl EL und L	Bremsflüssigkeit DOT 3/DOT 4	Wasser	Waschlauge	Luft
45 NBR 670	M5 BG 507	–30	100	80	80	100	100	⊗	⊗	100	100	⊗	⊗	⊗	+	+	+	–	⊗	⊗	⊗	⊗	100
50 CR 879	M2 BC 510	–40	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	–	⊗	⊗	⊗	⊗	–	–	⊗	⊗	⊗	100
42 CR 764	M2 BC 410	–40	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	–	⊗	⊗	⊗	⊗	–	–	⊗	⊗	⊗	100

* Einsatzgrenzen vom Medium vorgegeben

** nur für statischen Einsatz; für dynamischen Einsatz ist eine zusätzliche Prüfung erforderlich

*** Beständigkeit ist vom HFD-Typ abhängig

\+ beständig, im allgemeinen nicht für diese Medien eingesetzt

⊗ bedingt beständig

– nicht beständig

WERKSTOFFE FÜR MEMBRANEN

Werkstoff	ASTM D 2000	zulässige Tieftemperatur °C	Abzudichtende Medien mit Angabe der Dauertemperatur in °C																					Bemerkung
			Mineralische Schmierstoffe					Synthet. Schmier-stoffe		Mineral. Druck-flüssigk.		Biologisch abbaubare Druckflüs-sigk. gem. VDMA 24568 u. DIN 24569			Schwerent-flammbare Druckflüssig-keiten gem. VDMA 24317 u. DIN 24320 *				Sonstige Medien					
			Motorenöle	Getriebeöle	Hypoidgetriebeöle	ATF-Öle	Fette	Polyalkylenglycole (PAG)	Polyalphaolefine (PAO)	HLP nach DIN 51524 Teil 2	HLVP nach DIN 51524 Teil 3	HETG-Rapsöl *	HEES – Synthetische Ester	HEPG-Polyglykole**	Gruppe HFA	Gruppe HFB	Gruppe HFC	Gruppe HFD ***	Heizöl EL und L	Bremsflüssigkeit DOT 3/DOT 4	Wasser	Waschlauge	Luft	
60 CIIR 172153	–	–35	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	⊗	⊗	100	
50 CR 879	M 2 BC 510	–40	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	–	⊗	⊗	⊗	⊗	–	–	⊗	⊗	⊗	100	
64 ECO 150777	–	–30	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	–	⊗	⊗	⊗	⊗	–	–	–	⊗	⊗	100	
60 EPDM 266	–	–40	–	–	–	–	–	⊗	–	–	–	–	–	⊗	–	–	60	50	–	+	130	110	130	
60 EPDM 280	–	–40	–	–	–	–	–	⊗	–	–	–	–	–	⊗	–	–	60	50	–	+	150	130	150	
70 EPDM 281	M 4 CA 714	–40	–	–	–	–	–	⊗	–	–	–	–	–	⊗	–	–	60	50	–	+	150	130	150	
75 EPDM 168348	–	–40	–	–	–	–	–	⊗	–	–	–	–	–	⊗	–	–	60	50	–	+	150	130	150	FDA
75 FKM 153740	M 2 HK 810	–25	150	150	140	150	150	150	150	150	150	80	100	100	55	60	–	150	150	–	⊗	⊗	200	
75 FKM 180497	–	–20	150	150	140	150	150	150	150	150	150	80	100	100	55	60	–	+	+	–	100	⊗	200	FDA
60 FVMQ 565	M 2 FE 606	–60	150	150	140	150	150	+	150	150	150	+	+	+	55	60	–	–	150	–	⊗	⊗	175	
70 HNBR 150531	M 2 DH 710	–20	120	120	100	120	120	100	120	120	120	80	⊗	100	55	60	60	–	+	–	120	120	130	
75 HNBR 181070	M 2 DH 710	–20	120	120	100	120	120	100	120	120	120	80	⊗	100	55	60	60	–	+	–	120	120	130	
50 NBR 253	M 5 BG 510	–45	+	+	+	+	+	+	+	+	+	⊗	–	+	55	60	60	–	⊗	–	⊗	⊗	90	
50 NBR 254	–	–50	+	+	+	+	+	+	+	+	+	⊗	–	+	55	60	60	–	⊗	–	⊗	⊗	90	
50 NBR 842	M 2 BG 514	–30	100	100	80	100	100	80	100	100	100	80	⊗	100	55	60	60	–	80	–	⊗	⊗	100	
50 NBR 153750	–	–20	100	100	80	100	100	80	100	100	100	80	⊗	100	55	60	60	–	60	–	100	90	100	
60 NBR 181	M 5 BG 607	–20	100	100	80	100	100	80	100	100	100	80	⊗	100	55	60	60	–	80	–	100	90	100	
60 NBR 185695	M 2 BG 617	–20	100	100	80	100	100	80	100	100	100	80	⊗	100	55	60	60	–	80	–	100	90	100	
70 NBR 150	M 2 BG 714	–20	100	100	80	100	100	80	100	100	100	80	⊗	100	55	60	60	–	80	–	100	90	100	
70 NBR 888	M 2 BF 714	–50	80	80	70	80	100	+	+	80	80	80	⊗	+	55	60	60	–	⊗	–	⊗	⊗	90	
75 NBR 168350	M 2 BG 706	–20	100	100	80	100	100	80	100	100	100	80	⊗	100	55	60	60	–	+	–	100	90	100	
50 VMQ 78599	M 5 GE 505	–50	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	–	⊗	⊗	⊗	–	–	–	⊗	⊗	⊗	–	–	⊗	+	+	180	
58 VMQ 518	M 5 GE 605	–50	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	–	⊗	⊗	⊗	–	–	–	⊗	⊗	⊗	–	–	⊗	+	+	180	
60 VMQ 571	M 5 GE 605	–50	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	–	⊗	⊗	⊗	–	–	–	⊗	⊗	⊗	–	–	⊗	+	+	180	

* Einsatzgrenzen vom Medium vorgegeben

** nur für statischen Einsatz; für dynamischen Einsatz ist eine zusätzliche Prüfung erforderlich

*** Beständigkeit ist vom HFD-Typ abhängig

\+ beständig, im allgemeinen nicht für diese Medien eingesetzt

⊗ bedingt beständig

– nicht beständig

© Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG | Technisches Handbuch

STANDARDWERKSTOFFE FÜR SCHWINGUNGSTECHNIK

Werkstoff	ASTM D 2000	zulässige Tieftemperatur °C	Abzudichtende Medien mit Angabe der Dauertemperatur in °C																			
			Mineralische Schmierstoffe					Synthet. Schmier-stoffe		Mineral. Druck-flüssigk.		Biologisch abbaubare Druckflüs-sigk. gem. VDMA 24568 u. DIN 24569			Schwerent-flammbare Druckflüssig-keiten gem. VDMA 24317 u. DIN 24320 *				Sonstige Medien				
			Motorenöle	Getriebeöle	Hypoidgetriebeöle	ATF-Öle	Fette	Polyalkylenglycole (PAG)	Polyalphaolefine (PAO)	HLP nach DIN 51524 Teil 2	HLVP nach DIN 51524 Teil 3	HETG-Rapsöl *	HEES – Synthetische Ester	HEPG-Polyglykole**	Gruppe HFA	Gruppe HFB	Gruppe HFC	Gruppe HFD ***	Heizöl EL und L	Bremsflüssigkeit DOT 3/DOT 4	Wasser	Waschlauge	Luft
NR 11, NR 13	AA	–50	–	–	–	–	–	⊗	⊗	–	–	–	–	60	–	–	+	–	–	+	60	60	60
NR 39	AA	–50	–	–	–	–	–	⊗	⊗	–	–	–	–	60	–	–	+	–	–	+	60	60	90
NBR 68	BG	–35	100	100	80	100	100	80	80	100	100	80	⊗	60	55	60	60	–	80	–	90	90	80

SONDERWERKSTOFFE FÜR SCHWINGUNGSTECHNIK

Werkstoff	ASTM D 2000	zulässige Tieftemperatur °C	Abzudichtende Medien mit Angabe der Dauertemperatur in °C																				
			Mineralische Schmierstoffe					Synthet. Schmier-stoffe		Mineral. Druck-flüssigk.		Biologisch abbaubare Druckflüs-sigk. gem. VDMA 24568 u. DIN 24569			Schwerent-flammbare Druckflüssig-keiten gem. VDMA 24317 u. DIN 24320 *				Sonstige Medien				
			Motorenöle	Getriebeöle	Hypoidgetriebeöle	ATF-Öle	Fette	Polyalkylenglycole (PAG)	Polyalphaolefine (PAO)	HLP nach DIN 51524 Teil 2	HLVP nach DIN 51524 Teil 3	HETG-Rapsöl *	HEES – Synthetische Ester	HEPG-Polyglykole**	Gruppe HFA	Gruppe HFB	Gruppe HFC	Gruppe HFD ***	Heizöl EL und L	Bremsflüssigkeit DOT 3/DOT 4	Wasser	Waschlauge	Luft
CR 56	BE	–30	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	–	⊗	⊗	⊗	⊗	–	–	⊗	⊗	⊗	100
AEM 33	EE	–25	130	130	130	130	130	–	⊗	130	130	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	150
EPDM 22	CA	–40	–	–	–	–	–	⊗	–	–	–	–	–	–	–	–	60	100	–	100	150	130	120
ACM 18	DH	–20	130	130	130	130	130	–	⊗	130	130	–	–	–	–	–	–	–	⊗	–	–	–	150

* Einsatzgrenzen vom Medium vorgegeben

** nur für statischen Einsatz; für dynamischen Einsatz ist eine zusätzliche Prüfung erforderlich

*** Beständigkeit ist vom HFD-Typ abhängig

\+ beständig, im allgemeinen nicht für diese Medien eingesetzt

⊗ bedingt beständig

– nicht beständig

WERKSTOFFE FÜR EXTRUSION

Werkstoff	ASTM D 2000	zulässige Tieftemperatur °C	Abzudichtende Medien mit Angabe der Dauertemperatur in °C																				
			Mineralische Schmierstoffe					Synthet. Schmier-stoffe		Mineral. Druck-flüssigk.		Biologisch abbaubare Druckflüs-sigk. gem. VDMA 24568 u. DIN 24569			Schwerent-flammbare Druckflüssig-keiten gem. VDMA 24317 u. DIN 24320 *				Sonstige Medien				
			Motorenöle	Getriebeöle	Hypoidgetriebeöle	ATF-Öle	Fette	Polyalkylenglycole (PAG)	Polyalphaolefine (PAO)	HLP nach DIN 51524 Teil 2	HLVP nach DIN 51524 Teil 3	HETG-Rapsöl *	HEES – Synthetische Ester	HEPG-Polyglykole**	Gruppe HFA	Gruppe HFB	Gruppe HFC	Gruppe HFD ***	Heizöl EL und L	Bremsflüssigkeit DOT 3/DOT 4	Wasser	Waschlauge	Luft
40 CR 174240	–	–30	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	–	⊗	⊗	⊗	⊗	–	–	⊗	⊗	⊗	100
55 CR 852	–	–30	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	–	⊗	⊗	⊗	⊗	–	–	⊗	⊗	⊗	100
67 CR 215595	–	–30	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	–	⊗	⊗	⊗	⊗	–	–	⊗	⊗	⊗	100
70 CR 853	–	–30	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	–	⊗	⊗	⊗	⊗	–	–	⊗	⊗	⊗	100
58 EPDM 215550	–	–40	–	–	–	–	–	⊗	–	–	–	–	–	⊗	–	–	60	100	–	+	130	110	150
60 EPDM 266		–40	–	–	–	–	–	⊗	–	–	–	–	–	⊗	–	–	60	100	–	+	130	110	130
60 EPDM 274		–40	–	–	–	–	–	⊗	–	–	–	–	–	⊗	–	–	60	100	–	+	130	110	130
60 EPDM 280	M 4 CA 614	–40	–	–	–	–	–	⊗	–	–	–	–	–	⊗	–	–	60	100	–	+	150	130	130
70 EPDM 275		–40	–	–	–	–	–	⊗	–	–	–	–	–	⊗	–	–	60	100	–	+	150	130	130
70 EPDM 291	M 4 CA 714	–40	–	–	–	–	–	⊗	–	–	–	–	–	⊗	–	–	60	100	–	+	180	150	150
70 EPDM 177602	–	–40	–	–	–	–	–	⊗	–	–	–	–	–	⊗	–	–	60	100	–	+	150	130	130
80 EPDM 269	–	–40	–	–	–	–	–	⊗	–	–	–	–	–	⊗	–	–	60	100	–	+	150	130	130
50 FKM 104800	–	–40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	⊗	⊗	–	+	150	–	⊗	⊗	200
70 FKM 598	M 2 HK 707	–25	150	150	140	150	150	150	150	150	150	80	100	100	⊗	⊗	–	150	150	–	⊗	⊗	200
70 FKM 215450	M 2 HK 707	–25	150	150	140	150	150	150	150	150	150	80	100	100	⊗	⊗	–	150	150	–	⊗	⊗	200
72 FKM 588	–	–15	+	+	+	+	150	150	150	150	150	80	100	100	⊗	⊗	–	+	150	–	⊗	⊗	200
60 FVMQ 143026		–60	150	150	140	150	150	+	150	150	150	150	140	150	150	60	60	–	80	–	100	90	175
70 HNBR 150531	M 2 DH 710	–40	120	120	100	120	120	100	120	120	120	80	80	100	55	60	60	–	80	–	100	90	130
40 NBR 106	–	–25	120	120	100	120	120	100	120	120	120	80	80	100	55	60	60	–	80	–	100	90	100
40 NBR 830	–	–30	120	120	100	120	120	100	120	120	120	80	80	100	55	60	60	–	80	–	100	90	100
50 NBR 121	–	–30	120	120	100	120	120	100	120	120	120	80	80	100	55	60	60	–	80	–	100	90	100
55 NBR 103	–	–30	120	120	100	120	120	100	120	120	120	80	80	100	55	60	60	–	80	–	100	90	100
55 NBR 761	–	–30	120	120	100	120	120	100	120	120	120	80	80	100	55	60	60	–	80	–	100	90	100
58 NBR 774	–	–30	120	120	100	120	120	100	120	120	120	80	80	100	55	60	60	–	80	–	100	90	100
60 NBR 122	–	–30	120	120	100	120	120	100	120	120	120	80	80	100	55	60	60	–	80	–	100	90	100
60 NBR 692	M 2 BG 617	–40	120	120	100	120	120	100	120	120	120	80	80	100	55	60	60	–	80	–	100	90	90
62 NBR 152	M 2 BG 614	–30	120	120	100	120	120	100	120	120	120	80	80	100	55	60	60	–	80	–	100	90	100
64 NBR 104	–	–30	120	120	100	120	120	100	120	120	120	80	80	100	55	60	60	–	80	–	100	90	100
70 NBR 221		–30	120	120	100	120	120	100	120	120	120	80	80	100	55	60	60	–	80	–	100	90	100
70 NBR 803	M 2 BG 708	–25	120	120	100	120	120	100	120	120	120	80	80	100	55	60	60	–	80	–	100	90	100

© Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG | Technisches Handbuch

Werkstoff	ASTM D 2000	zulässige Tieftemperatur °C	Abzudichtende Medien mit Angabe der Dauertemperatur in °C																				
			Mineralische Schmierstoffe					Synthet. Schmier-stoffe		Mineral. Druck-flüssigk.		Biologisch abbaubare Druckflüs-sigk. gem. VDMA 24568 u. DIN 24569			Schwerent-flammbare Druckflüssig-keiten gem. VDMA 24317 u. DIN 24320 *				Sonstige Medien				
			Motorenöle	Getriebeöle	Hypoidgetriebeöle	ATF-Öle	Fette	Polyalkylenglycole (PAG)	Polyalphaolefine (PAO)	HLP nach DIN 51524 Teil 2	HLVP nach DIN 51524 Teil 3	HETG-Rapsöl *	HEES – Synthetische Ester	HEPG-Polyglykole**	Gruppe HFA	Gruppe HFB	Gruppe HFC	Gruppe HFD ***	Heizöl EL und L	Bremsflüssigkeit DOT 3/DOT 4	Wasser	Waschlauge	Luft
70 NBR 888	M 2 BF 714	–50	80	80	70	80	100	+	+	80	80	⊗	⊗	+	55	60	60	–	⊗	–	⊗	⊗	90
70 NBR 127501		–30	120	120	100	120	120	100	120	120	120	80	80	100	55	60	60	–	80	–	100	90	100
70 NBR 172436	–	–30	120	120	100	120	120	100	120	120	120	80	80	100	55	60	60	–	80	–	100	90	100
70 NBR 173216	–	–30	120	120	100	120	120	100	120	120	120	80	80	100	55	60	60	–	80	–	100	90	100
70 NBR 215544	–	–30	120	120	100	120	120	100	120	120	120	80	80	100	55	60	60	–	80	–	100	90	100
72 NBR 872	M 2 BG 714	–35	120	120	100	120	120	100	120	120	120	80	80	100	55	60	60	–	80	–	100	90	100
72 NBR 156603	–	–30	120	120	100	120	120	100	120	120	120	80	80	100	55	60	60	–	80	–	100	90	100
75 NBR 168350	–	–20	120	120	100	120	120	100	120	120	120	80	80	100	55	60	60	–	80	–	100	90	100
79 NBR 105	–	–30	120	120	100	120	120	100	120	120	120	80	80	100	55	60	60	–	80	–	100	90	100
80 NBR 709	M 6 BG 814	–30	120	120	100	120	120	100	120	120	120	80	80	100	55	60	60	–	80	–	100	90	100
80 NBR 157260	–	–30	120	120	100	120	120	100	120	120	120	80	80	100	55	60	60	–	80	–	100	90	100
80 NBR 175336	–	–30	120	120	100	120	120	100	120	120	120	80	80	100	55	60	60	–	80	–	100	90	100
80 NBR 151	M 6 BG 814	–30	120	120	100	120	120	100	120	120	120	80	80	100	55	60	60	–	80	–	100	90	100
80 NBR 101	M 7 BG 910	–30	120	120	100	120	120	100	120	120	120	80	80	100	55	60	60	–	80	–	100	90	100
80 NBR 156	M 7 BG 910	–30	120	120	100	120	120	100	120	120	120	80	80	100	55	60	60	–	80	–	100	90	100
80 NBR 108	M 7 BG 910	–20	120	120	100	120	120	100	120	120	120	80	80	100	55	60	60	–	80	–	100	90	100
45 SBR 721	–	–30	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	⊗	⊗	⊗	–	–	+	+	+	100
52 SBR 630	–	–30	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	⊗	⊗	⊗	–	–	+	+	+	100
65 SBR 250327	–	–30	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	⊗	⊗	⊗	–	–	+	+	+	100
50 VMQ 511	M 5 GE 505	–50	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	–	⊗	⊗	⊗	–	–	–	⊗	⊗	⊗	–	–	⊗	+	+	180
50 VMQ 570	M 5 GE 505	–50	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	–	⊗	⊗	⊗	–	–	–	⊗	⊗	⊗	–	–	⊗	+	+	180
50 VMQ 114721	–	–50	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	–	⊗	⊗	⊗	–	–	–	⊗	⊗	⊗	–	–	⊗	+	+	180
50 VMQ 114723	–	–50	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	–	⊗	⊗	⊗	–	–	–	⊗	⊗	⊗	–	–	⊗	+	+	180
58 VMQ 518	M 5 GE 605	–50	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	–	⊗	⊗	⊗	–	–	–	⊗	⊗	⊗	–	–	⊗	+	+	180
60 VMQ 129396	–	–50	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	–	⊗	⊗	⊗	–	–	–	⊗	⊗	⊗	–	–	⊗	+	+	180
78 VMQ 526	M 5 GE 806	–50	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	–	⊗	⊗	⊗	–	–	–	⊗	⊗	⊗	–	–	⊗	+	+	180

* Einsatzgrenzen vom Medium vorgegeben

** nur für statischen Einsatz; für dynamischen Einsatz ist eine zusätzliche Prüfung erforderlich

*** Beständigkeit ist vom HFD-Typ abhängig

\+ beständig, im allgemeinen nicht für diese Medien eingesetzt

⊗ bedingt beständig

– nicht beständig

Chemikalienbeständigkeit

Die in der nachfolgenden Tabelle gemachten Angaben sind nach eigenen Prüfungen, Empfehlungen unserer Grundstofflieferanten sowie Erfahrungsberichten unserer Kunden erarbeitet und zusammengetragen worden. Trotzdem können diese Angaben nur zur Orientierung dienen. Sie sind nicht ohne weiteres auf alle Betriebsverhältnisse übertragbar.
Bei der Vielzahl der auf die Dichtungen und Formteile einwirkenden Faktoren stellt die chemische Beständigkeit zwar einen sehr wichtigen, aber doch nur einen Teil der Gesamtbetriebsverhältnisse dar. Als weitere Faktoren sollten bei der Auswahl des Werkstoffs von FST und der Form des Dichtelementes berücksichtigt werden:

- Drehzahl und Hublänge
- Hubgeschwindigkeit bei axial bewegten Teilen
- Statische oder dynamische Beanspruchung
- Oberflächenbeschaffenheit der metallischen Teile
- Art des Werkstoffes der abzudichtenden Maschinenteile.

Sind in den Tabellen keine besonderen Hinweise angegeben, so werden handelsübliche Reinheit, Konzentration sowie Raumtemperatur bei den entsprechenden Medien vorausgesetzt. Im Zweifelsfall, besonders bei nicht erprobten oder neuen Anwendungsfällen, empfehlen wir eine Rücksprache mit uns, damit gegebenenfalls spezielle Untersuchungen durchgeführt werden können.
Die in der Tabelle aufgeführten Elastomere sind mit ihren chemischen Bezeichnungen sowie den in der ASTM D 1418 festgelegten Kurzbezeichnungen benannt.

Bei den Medien wurden die chemischen Bezeichnungen, allgemein gebräuchliche Namen oder Handelsnamen eingesetzt.

Erläuterung der Werkstoffkurzbezeichnungen	
ACM	Acrylat-Kautschuk
AU	Polyurethan
CR	Chlorbutadien-Kautschuk
CSM	chlorsulfoniertes Polyethylen
EPDM	Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk
FFKM	Perfluor-Kautschuk
FKM	Fluor-Kautschuk
FVMQ	Fluorsilikon-Kautschuk
HNBR	Hydrierter Acrylnitril-Butadien-Kautschuk
IIR	Butyl-Kautschuk
NBR	Acrylnitril-Butadien-Kautschuk
NR	Naturkautschuk
PTFE	Polytetrafluorethylen
SBR	Styrol-Butadien-Kautschuk
VMQ	Silikon-Kautschuk

Medium	°C[1]	ACM	AU	CR	CSM	EPDM	FFKM	FKM	FVMQ	HNBR	IIR	NBR	NR	PTFE	SBR	VMQ
Abgase, fluorwasserstoffhaltig, Spuren	60	⊕	⊙	●	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Abgase, kohlendioxidhaltig	60	●	⊕	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Abgase, kohlenoxidhaltig	60	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Abgase, nitrosehaltig, Spuren	60	○	⊙	●	●	●	●	●	◑	⊕	◑	⊕	○	●	⊕	○
Abgase, nitrosehaltig, Spuren	80	○	⊙	●	●	●	●	●	◑	⊕	◑	⊕	○	●	⊕	○
Abgase, salzsäurehaltig	60	⊙	⊙	●	●	●	●	●	⊕	◑	●	◑	●	●	●	⊕
Abgase, schwefeldioxidhaltig	60	⊙	⊙	●	●	●	●	●	⊕	◑	●	◑	◑	●	◑	⊕

● = Geringer oder kein Angriff

◑ = Schwacher bis mäßiger Angriff

○ = Starker Angriff bis vollständige Zerstörung

⊕ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich geeignet, vor Einsatz prüfen. Bitte Rückfrage.

⊙ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich nicht geeignet. Bitte Rückfrage.

☆ = Besonderer Mischungsaufbau erforderlich. Bitte Rückfrage.

[1] Prüftemperatur in °C

© Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG | Technisches Handbuch

Medium	°C[1]	ACM	AU	CR	CSM	EPDM	FFKM	FKM	FVMQ	HNBR	IIR	NBR	NR	PTFE	SBR	VMQ
Abgase, schwefelsäurehaltig	60	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	⊕	◑	●	◑	◑	●	◑	⊕
Abgase, schwefelsäurehaltig	80	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	⊕	○	●	○	◑	●	◑	⊕
Acetaldehyd mit Essigsäure, 90/10%	20	○	⊙	○	◑	◑	●	○	○	○	◑	○	◑	●	◑	○
Acetamid	20	⊙	⊙	⊙	⊕	⊕	●	⊙	⊕	⊕	⊕	⊕	⊙	●	⊙	⊙
Aceton	20	○	○	○	⊕	●	●	○	○	○	●	○	●	●	●	○
Acetophenon	20	⊙	⊙	⊙	⊕	⊕	●	⊙	⊙	⊙	⊕	⊙	⊙	●	⊙	⊙
Acetylen	60	●	⊕	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Acrylnitril	60	⊙	⊙	○	⊙	⊕	●	○	○	○	○	○	○	●	○	○
Acrylsäureethylester	20	○	○	⊙	⊙	⊕	●	○	○	○	◑	○	⊙	●	⊙	○
Adipinsäure, wässrig	20	⊕	⊕	●	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Akkusäure (Schwefelsäure)	60	⊙	○	○	●	●	●	●	⊙	○	●	○	◑	●	◑	⊙
Alaun, wässrig	60	⊙	○	○	●	●	●	●	⊙	○	●	○	◑	●	◑	⊙
Alaun, wässrig	100	⊙	⊙	●	●	●	●	●	⊕	●	●	●	○	●	●	⊕
Allylalkohol	80	⊙	○	◑	◑	●	●	○	⊙	◑	●	◑	●	●	●	⊙
Aluminiumsulfat, wässrig	60	⊙	○	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Aluminiumsulfat, wässrig	100	⊙	○	◑	●	●	●	○	⊕	●	●	●	◑	●	●	⊕
Ameisensäure, wässrig	60	⊙	○	○	◑	◑	●	⊙	⊙	○	◑	○	◑	●	◑	⊙
Ammoniak, 100%	20	⊙	○	◑	●	●	◑	○	⊙	◑	●	◑	●	●	●	⊙
Ammoniakwasser (Salmiakgeist)	40	○	○	◑	●	●	●	○	◑	●	●	●	●	●	●	◑
Ammoniumacetat, wässrig	60	⊙	○	◑	●	●	●	○	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Ammoniumcarbonat	60	⊙	○	◑	●	●	●	○	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Ammoniumchlorid, wässrig	60	⊙	○	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Ammoniumfluorid, wässrig	20	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Ammoniumfluorid, wässrig	100	⊙	⊙	◑	●	●	●	○	⊕	●	●	●	○	●	●	⊕
Ammoniumnitrat, wässrig	60	⊙	○	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Ammoniumnitrat, wässrig	100	⊙	⊙	◑	●	●	●	○	⊕	●	●	●	○	●	●	⊕
Ammoniumphosphat, wässrig	60	⊙	○	◑	●	●	●	○	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕

● = Geringer oder kein Angriff

◑ = Schwacher bis mäßiger Angriff

○ = Starker Angriff bis vollständige Zerstörung

[1] Prüftemperatur in °C

⊕ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich geeignet, vor Einsatz prüfen. Bitte Rückfrage.

⊙ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich nicht geeignet. Bitte Rückfrage.

☆ = Besonderer Mischungsaufbau erforderlich. Bitte Rückfrage.

Medium	°C[1]	ACM	AU	CR	CSM	EPDM	FFKM	FKM	FVMQ	HNBR	IIR	NBR	NR	PTFE	SBR	VMQ
Ammoniumsulfat	60	⊙	○	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Ammoniumsulfat	100	⊙	○	◑	●	●	●	○	⊕	●	●	●	○	●	●	⊕
Ammonsulfid, wässrig	60	⊙	○	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Ammonsulfid, wässrig	100	⊙	○	◑	●	●	●	○	⊕	◑	●	◑	○	●	◑	⊕
Amylacetat	20	⊙	⊙	⊙	⊕	●	●	○	⊙	○	●	○	●	●	○	⊙
Amylalkohol	60	⊙	○	◑	●	●	●	○	⊕	◑	●	◑	●	●	●	⊕
Anilin	60	⊙	○	○	⊙	⊙	●	○	○	○	⊙	○	○	●	○	○
Anilinchlorhydrat	20	⊙	○	◑	◑	◑	●	●	⊕	◑	◑	◑	○	●	○	◑
Anilinchlorhydrat	100	⊙	○	⊕	⊙	⊙	●	⊙	⊙	○	⊙	○	○	●	○	⊙
Anisol	20	⊙	⊙	○	⊙	⊙	●	⊙	⊙	○	⊙	○	○	●	○	⊙
Anon	20	⊙	⊙	○	⊙	○	●	⊙	⊙	○	○	○	○	●	○	⊙
Anthrachinonsulfonsäure, wässrig	30	⊙	○	⊙	●	●	●	⊙	⊙	◑	●	◑	●	●	●	⊙
Antimonchlorid, wässrig	20	●	⊙	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Antimontrichlorid, wasserfrei	60	⊙	⊙	◑	●	●	●	⊙	⊙	●	●	●	●	●	●	⊙
Arsensäure, wässrig	100	⊙	⊙	◑	●	●	●	○	⊕	●	●	●	○	●	●	⊕
Arsensäure, wässrig	60	⊕	○	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Asphalt	100	⊕	⊙	⊙	⊙	⊙	●	⊕	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	●	⊙	⊙
ASTM-Kraftstoff A	60	◑	●	◑	◑	○	●	●	●	●	○	●	○	●	○	○
ASTM-Kraftstoff B	60	○	○	○	○	○	●	●	●	◑	○	◑	○	●	○	○
ASTM-Kraftstoff C	60	○	○	○	○	○	●	●	◑	○	○	○	○	●	○	○
ASTM-Öl Nr. 1	100	●	◑	●	○	○	●	●	●	●	○	●	○	●	○	●
ASTM-Öl Nr. 2	100	●	◑	◑	○	○	●	●	●	●	○	●	○	●	○	●
ASTM-Öl Nr. 3	100	●	◑	◑	○	○	●	●	●	◑	○	●	○	●	○	◑
ATE-Bremsflüssigkeit	100	○	⊙	◑	⊙	●	⊕	○	●	○	●	○	●	●	●	●
ATF-Öl	100	○	◑	◑	○	○	●	●	●	●	○	●	○	●	○	◑
Bariumhydroxid, wässrig	60	⊙	○	●	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Bariumsalze, wässrig	60	⊙	○	◑	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

● = Geringer oder kein Angriff

◑ = Schwacher bis mäßiger Angriff

○ = Starker Angriff bis vollständige Zerstörung

[1] Prüftemperatur in °C

⊕ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich geeignet, vor Einsatz prüfen. Bitte Rückfrage.

⊙ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich nicht geeignet. Bitte Rückfrage.

☆ = Besonderer Mischungsaufbau erforderlich. Bitte Rückfrage.

© Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG | Technisches Handbuch

Medium	°C[1]	ACM	AU	CR	CSM	EPDM	FFKM	FKM	FVMQ	HNBR	IIR	NBR	NR	PTFE	SBR	VMQ
Baumwollsaatöl	20	⊕	●	◑	◑	◑	●	●	⊕	●	◑	●	◑	●	◑	⊕
Benzaldehyd, wässrig	60	⊙	○	○	⊙	◑	●	●	⊙	○	◑	○	◑	●	◑	⊙
Benzin	60	○	○	◑	○	○	●	●	●	◑	○	◑	○	●	○	○
Benzin-Benzol-Äthanol, 50/30/20%	20	○	○	○	○	○	●	☆	◑	○	○	○	○	●	○	○
Benzin-Benzol-Gemisch, 50/50%	20	○	◑	○	○	○	●	●	◑	○	○	○	○	●	○	○
Benzin-Benzol-Gemisch, 60/40%	20	○	◑	○	○	○	●	●	◑	○	○	○	○	●	○	○
Benzin-Benzol-Gemisch, 70/30%	20	○	●	○	○	○	●	●	●	○	○	○	○	●	○	○
Benzin-Benzol-Gemisch, 80/20%	20	○	●	○	○	○	●	●	●	○	○	○	○	●	○	○
Benzoesäure, wässrig	60	⊙	○	◑	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Benzol	20	○	○	○	○	○	●	◑	◑	○	○	○	○	●	○	○
Benzylalkohol	60	⊙	○	⊙	⊕	⊕	●	⊙	◑	⊙	⊕	⊙	⊕	●	⊕	◑
Bernsteinsäure, wässrig	60	⊙	○	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Bier	20	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Biogas	20	⊕	◑	●	●	⊙	●	●	○	●	⊙	●	○	●	○	●
Bisulfitlauge	50	⊙	○	◑	●	●	◑	⊙	⊕	◑	●	◑	●	●	●	⊕
Bitumen	60	⊙	⊙	○	⊙	⊙	●	●	⊙	○	⊙	○	⊙	●	⊙	⊙
Blausäure	20	⊙	⊙	◑	●	⊕	●	⊕	⊕	⊕	●	⊕	⊕	●	⊕	●
Bleiacetat, wässrig	60	⊙	○	◑	●	●	●	●	⊕	◑	●	●	●	●	●	⊕
Bleiacetat, wässrig	100	⊙	○	◑	●	●	●	○	⊕	◑	●	●	○	●	●	⊕
Bleichlauge	60	⊙	○	◑	●	●	●	◑	⊙	○	◑	○	○	●	◑	⊙
Bleinitrat, wässrig	20	⊕	○	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Borax, wässrig	60	⊙	○	◑	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Borsäure, wässrig	60	⊙	○	◑	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Bremsflüssigkeiten (Glykolether)	80	○	⊙	◑	⊕	●	⊕	⊙	●	○	●	○	●	●	●	●
Brom, flüssig	20	⊙	⊙	○	◑	⊕	⊕	⊙	⊙	○	⊕	○	○	●	○	⊙
Brombenzol	20	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊕	⊕	⊕	⊙	⊙	⊙	⊙	●	⊙	⊙
Bromdämpfe	20	⊙	⊙	○	◑	⊕	⊕	⊙	⊙	○	⊕	○	○	●	○	⊙

● = Geringer oder kein Angriff

◑ = Schwacher bis mäßiger Angriff

○ = Starker Angriff bis vollständige Zerstörung

[1] Prüftemperatur in °C

⊕ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich geeignet, vor Einsatz prüfen. Bitte Rückfrage.

⊙ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich nicht geeignet. Bitte Rückfrage.

☆ = Besonderer Mischungsaufbau erforderlich. Bitte Rückfrage.

Medium	°C[1]	ACM	AU	CR	CSM	EPDM	FFKM	FKM	FVMQ	HNBR	IIR	NBR	NR	PTFE	SBR	VMQ
Bromwasser, kalt gesättigt	20	⊙	⊙	○	◑	⊕	⊕	⊙	⊙	○	⊕	○	○	●	○	⊙
Bromwasserstoffsäure, wässrig	60	⊙	○	◑	●	●	⊕	⊙	⊙	◑	●	◑	⊕	●	⊕	⊙
Bunkeröl	60	⊕	⊙	⊙	⊙	⊙	⊕	⊕	⊕	◑	⊙	◑	⊙	●	⊙	⊙
Butadien	60	⊙	⊕	◑	○	○	●	●	●	⊕	○	⊕	○	●	○	◑
Butan, gasförmig	20	●	●	◑	○	○	●	●	●	●	○	●	○	●	○	⊕
Butandiol, wässrig	20	⊙	⊕	◑	●	●	●	◑	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Butandiol, wässrig	60	⊙	○	●	●	●	⊕	⊕	⊕	●	●	●	◑	●	●	⊕
Butanol, wässrig	20	◑	●	○	●	●	●	◑	●	◑	●	●	●	●	●	●
Butanol, wässrig	60	⊙	○	◑	●	●	●	⊙	⊕	○	●	○	●	●	●	⊕
Butindiol	20	⊙	●	◑	●	●	◑	◑	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Butter	20	⊕	●	●	⊙	⊙	●	●	●	●	⊙	●	⊙	●	⊙	●
Butter	80	⊕	⊕	◑	⊙	⊙	●	●	⊕	●	⊙	●	○	●	○	⊕
Buttersäure, wässrig	20	⊙	⊕	◑	⊕	⊕	●	●	⊕	●	⊕	●	○	●	⊕	⊕
Butylacetat	20	⊙	⊙	○	○	◑	●	○	⊙	○	◑	○	◑	●	○	⊙
Butylalkohol	60	⊙	○	◑	●	●	●	⊙	⊕	○	●	○	●	●	●	⊕
Butylen, flüssig	20	⊕	●	◑	⊙	⊙	●	●	●	●	⊙	●	○	●	○	⊕
Butylenglykol	60	⊙	●	●	●	●	●	◑	●	●	●	●	●	●	●	●
Butylphenol	20	○	○	○	○	○	●	◑	⊙	○	○	○	○	●	○	○
Butyraldehyd	20	⊙	⊙	⊙	◑	◑	◑	⊙	⊙	⊙	◑	⊙	◑	●	◑	⊙
Calciumbisulfit, wässrig	20	⊙	●	●	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Calciumchlorid, wässrig	100	⊙	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●
Calciumhydroxid, wässrig	20	⊙	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Calciumhypochlorid, wässrig	60	○	○	◑	●	●	●	◑	⊙	○	●	○	○	●	○	⊙
Calciumnitrat, wässrig	40	⊙	⊙	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Calciumphosphat, wässrig	20	⊙	⊕	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Campher	20	⊙	⊙	◑	○	○	●	◑	⊙	●	○	●	○	●	○	⊙
Campher-Öl	20	⊙	⊙	○	◑	○	●	◑	⊙	◑	○	●	○	●	○	⊙

● = Geringer oder kein Angriff

◑ = Schwacher bis mäßiger Angriff

○ = Starker Angriff bis vollständige Zerstörung

[1] Prüftemperatur in °C

⊕ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich geeignet, vor Einsatz prüfen. Bitte Rückfrage.

⊙ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich nicht geeignet. Bitte Rückfrage.

☆ = Besonderer Mischungsaufbau erforderlich. Bitte Rückfrage.

© Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG | Technisches Handbuch

Medium	°C[1]	ACM	AU	CR	CSM	EPDM	FFKM	FKM	FVMQ	HNBR	IIR	NBR	NR	PTFE	SBR	VMQ
Carbolineum	60	⊙	⊙	⊙	◑	◑	●	⊕	⊕	⊙	◑	⊙	⊙	●	⊙	⊙
Cellosolve	20	⊙	⊙	⊙	◑	◑	⊕	⊙	⊙	⊙	◑	⊙	⊙	●	⊙	⊙
Chlor, flüssig	20	⊙	⊙	○	◑	◑	◑	◑	⊙	○	◑	○	○	●	○	⊙
Chlor, gasförmig feucht	20	⊙	⊙	○	◑	◑	◑	◑	⊙	○	◑	○	○	●	○	⊙
Chlor, gasförmig trocken	20	⊙	◑	○	◑	◑	◑	◑	⊙	○	◑	○	○	●	○	⊙
Chloralhydrat, wässrig	60	⊙	⊙	○	◑	◑	●	◑	⊙	○	◑	○	○	●	○	⊙
Chloramin, wässrig	20	⊕	⊕	●	●	●	◑	⊙	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Chloräthanol	60	⊙	⊙	○	◑	◑	◑	○	⊙	○	◑	○	○	●	○	⊙
Chlorbenzol	20	○	⊕	○	○	○	◑	◑	○	○	○	○	○	●	○	○
Chlorbrommethan	20	⊙	⊙	⊙	◑	◑	◑	◑	◑	⊙	◑	⊙	⊙	●	⊙	⊙
Chloressigsäure	60	⊙	○	◑	●	●	◑	⊙	⊙	◑	●	◑	○	●	○	⊙
Chlorkalk, wässrig	60	⊙	○	○	●	●	●	●	⊙	○	●	○	○	●	○	⊙
Chlormethyl	20	⊙	◑	○	○	○	●	◑	⊙	○	○	○	○	●	○	⊙
Chloroform	20	⊙	○	○	○	○	●	◑	⊙	○	○	○	○	●	○	⊙
Chlorsäure, wässrig	80	⊙	⊙	○	◑	◑	●	◑	⊙	○	◑	○	○	●	○	⊙
Chlorsulfonsäure	20	○	⊙	○	○	○	⊕	⊙	○	○	○	○	○	●	○	○
Chlorwasser, gesättigt	20	⊙	⊙	○	●	●	●	●	⊙	○	◑	○	○	●	○	⊙
Chlorwasserstoffgas	60	⊙	⊙	○	●	●	●	●	⊙	○	●	○	◑	●	◑	⊙
Chromsäure, wässrig	60	⊙	⊙	○	●	⊕	●	●	⊙	○	⊕	○	○	●	○	⊙
Chromsäure/Schwefelsäure/Wasser, 50/15/35%	40	⊙	⊙	○	●	⊕	●	●	⊙	○	⊕	○	○	●	○	⊙
Clophen-A-Typen	100	⊕	○	○	⊙	⊙	●	●	●	○	⊙	○	○	●	○	●
Clophen T 64	100	⊕	○	○	⊙	⊙	●	●	⊕	○	⊙	○	○	●	○	◑
Crotonaldehyd	20	⊙	⊕	⊙	●	●	◑	○	⊙	⊙	●	⊙	◑	●	◑	⊙
Cyankali, wässrig	40	⊙	⊕	◑	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Cyankali, wässrig	80	⊙	○	◑	●	●	●	●	●	◑	●	◑	○	●	○	●
Cyclohexan	20	◑	●	○	⊙	○	●	●	◑	●	○	●	○	●	○	◑
Cyclohexanol	20	⊙	●	○	○	○	●	⊙	◑	●	○	●	○	●	○	⊙

● = Geringer oder kein Angriff

◑ = Schwacher bis mäßiger Angriff

○ = Starker Angriff bis vollständige Zerstörung

[1] Prüftemperatur in °C

⊕ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich geeignet, vor Einsatz prüfen. Bitte Rückfrage.

⊙ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich nicht geeignet. Bitte Rückfrage.

☆ = Besonderer Mischungsaufbau erforderlich. Bitte Rückfrage.

Medium	°C[1]	ACM	AU	CR	CSM	EPDM	FFKM	FKM	FVMQ	HNBR	IIR	NBR	NR	PTFE	SBR	VMQ
Cyclohexanon	20	⊙	⊙	○	○	○	●	⊙	⊙	○	○	○	○	●	○	⊙
Cyclohexylamin	20	⊙	⊙	○	○	○	◑	○	⊙	○	○	○	○	●	○	⊙
Dampf	130	⊙	○	○	◑	●	○	☆	○	○	●	○	○	●	○	○
Dekahydronaphtalin (Dekalin)	20	◑	⊙	○	○	○	◑	◑	⊙	○	○	○	○	●	○	⊙
Dekahydronaphtalin (Dekalin)	60	◑	⊙	○	○	○	◑	◑	⊙	○	○	○	○	●	○	⊙
Desmodur T	20	○	◑	○	○	○	◑	⊙	⊙	○	○	○	○	●	○	⊙
Desmophen 2000	80	⊕	⊙	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	●	⊕	●	⊕	●	●	⊕
Detergentien	100	⊙	⊙	◑	●	●	◑	◑	⊙	●	●	●	○	●	◑	⊙
Dextrin, wässrig	60	⊙	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Diacetonalkohol	20	⊙	⊕	◑	●	●	●	⊙	⊕	◑	●	◑	●	●	●	⊕
Dibenzylether	20	⊙	⊙	○	◑	◑	●	○	⊙	○	◑	○	○	●	○	⊙
Dibuthylether	20	⊙	⊙	○	◑	◑	●	○	⊙	○	◑	○	○	●	○	⊙
Dibuthylphtalat	20	⊙	●	○	⊕	⊕	●	●	●	○	⊕	○	○	●	○	●
Dibuthylphtalat	60	⊙	⊕	○	⊕	⊕	●	◑	●	○	⊕	○	○	●	○	●
Dibuthylsebacat	60	⊙	⊕	○	○	○	◑	⊙	◑	○	○	○	○	●	○	◑
Dichlorbenzol	20	⊙	⊙	○	○	○	●	●	◑	○	○	○	○	●	○	⊙
Dichlorbutylen	20	⊙	⊙	○	○	○	●	◑	⊙	○	○	○	○	●	○	⊙
Dichloressigsäure	60	⊙	○	○	●	●	◑	○	⊙	○	●	○	○	●	○	⊙
Dichlorethan	20	○	○	○	⊙	○	◑	◑	⊕	○	○	○	○	●	○	○
Dichlorethylen	20	⊙	⊙	○	⊙	⊙	◑	◑	⊙	○	⊙	○	○	●	○	⊙
Dichlormethan	20	○	○	○	○	○	●	●	⊙	○	○	○	○	●	○	○
Dieselkraftstoff	60	◑	◑	◑	○	○	●	●	●	●	○	●	○	●	○	◑
Diethylamin	20	⊙	⊙	○	●	●	◑	○	⊙	◑	●	◑	○	●	○	⊙
Diethylenglykol	20	⊙	⊙	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Diethylether	20	⊙	⊙	○	○	○	●	○	⊙	○	○	○	○	●	○	⊙
Diethylsebacat	20	⊙	⊙	○	◑	◑	◑	◑	⊙	○	◑	○	○	●	○	⊙
Diglykolsäure, wässrig	60	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	⊕	◑	●	◑	●	●	●	⊕

● = Geringer oder kein Angriff

◑ = Schwacher bis mäßiger Angriff

○ = Starker Angriff bis vollständige Zerstörung

[1] Prüftemperatur in °C

⊕ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich geeignet, vor Einsatz prüfen. Bitte Rückfrage.

⊙ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich nicht geeignet. Bitte Rückfrage.

☆ = Besonderer Mischungsaufbau erforderlich. Bitte Rückfrage.

© Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG | Technisches Handbuch

Medium	°C[1]	ACM	AU	CR	CSM	EPDM	FFKM	FKM	FVMQ	HNBR	IIR	NBR	NR	PTFE	SBR	VMQ
Dihexylphtalat	60	⊙	⊙	○	○	⊙	◑	○	⊙	○	⊙	○	○	●	○	⊙
Diisobutylketon	60	⊙	⊙	○	⊕	●	◑	○	⊙	○	●	○	◑	●	○	⊙
Dimethylamin	20	⊙	⊙	○	●	●	◑	○	⊙	○	●	○	○	●	○	⊙
Dimethylether	20	⊙	⊙	○	●	●	◑	○	⊙	○	●	○	◑	●	○	⊙
Dimethylformamid	60	⊕	○	○	◑	◑	◑	○	⊕	○	◑	○	◑	●	○	○
Dinonylphtalat	30	⊙	⊙	○	○	⊙	◑	○	⊙	○	⊙	○	○	●	○	⊙
Dioctylphtalat	60	○	⊙	○	○	⊙	●	◑	⊙	○	⊙	○	○	●	○	⊙
Dioctylsebacat	60	⊙	⊙	○	⊙	⊙	◑	○	⊙	○	⊙	○	○	●	○	⊙
Dioxan	60	⊙	⊙	○	◑	◑	⊕	○	⊙	○	◑	○	◑	●	◑	⊙
Dipenten	20	⊕	⊕	○	○	○	●	●	⊕	◑	○	◑	○	●	○	⊕
Diphenyl	20	⊙	⊕	○	○	○	●	●	⊙	○	○	○	○	●	○	⊙
Diphenyloxid	100	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊕	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	●	⊙	⊙
Düngesalz, wässrig	60	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Eisen(III)-chlorid, wässrig	40	⊙	⊕	●	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Eisessig	60	⊙	○	○	◑	◑	◑	○	⊙	○	◑	○	○	●	○	⊙
Epichlorhydrin	20	⊙	⊙	⊙	⊙	◑	⊕	○	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	●	⊙	⊙
Erdgas	20	●	●	●	◑	◑	●	●	●	●	◑	●	◑	●	◑	●
Erdöl	20	●	●	◑	◑	○	●	●	●	◑	○	●	○	●	○	◑
Essigester	20	⊙	⊙	⊙	◑	◑	◑	○	⊙	○	⊕	○	○	●	○	⊙
Essigsäure, wässrig, 25 bis 60%	60	⊙	⊙	⊙	●	●	●	⊙	⊙	○	●	○	○	●	○	⊙
Essigsäure, wässrig, 85%	100	⊙	⊙	⊙	⊕	⊕	●	⊙	⊙	○	⊕	○	○	●	○	⊙
Essigsäureanhydrid	20	⊙	⊙	●	●	●	●	○	⊙	○	●	○	◑	●	●	⊙
Essigsäureanhydrid	80	⊙	⊙	◑	⊕	⊕	◑	○	⊙	○	⊕	○	○	●	◑	⊙
Ethan	20	●	●	◑	○	○	●	●	●	●	○	●	○	●	○	◑
Ethanol (Spiritus)	20	⊙	◑	◑	●	●	●	☆	●	◑	●	◑	●	●	●	◑
Ethanol (Spiritus)	80	⊙	○	○	●	●	●	☆	⊕	○	●	○	●	●	●	⊕
Ethanol (Spiritus) mit Essigsäure (Gärungsgemisch)	60	⊙	⊙	○	●	●	●	☆	⊙	○	●	○	●	●	●	⊙

● = Geringer oder kein Angriff

◑ = Schwacher bis mäßiger Angriff

○ = Starker Angriff bis vollständige Zerstörung

[1] Prüftemperatur in °C

⊕ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich geeignet, vor Einsatz prüfen. Bitte Rückfrage.

⊙ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich nicht geeignet. Bitte Rückfrage.

☆ = Besonderer Mischungsaufbau erforderlich. Bitte Rückfrage.

Medium	°C[1]	ACM	AU	CR	CSM	EPDM	FFKM	FKM	FVMQ	HNBR	IIR	NBR	NR	PTFE	SBR	VMQ
(Ethanol (Spiritus) mit Essigsäure Gärungsgemisch)	20	⊙	⊙	◑	●	●	●	☆	⊙	○	●	○	●	●	●	⊙
Etherische Öle	20	⊙	⊙	○	○	○	●	◑	⊙	○	○	○	○	●	○	⊙
Ethylacetat	60	⊙	○	○	○	○	◑	○	⊙	○	○	○	○	●	○	⊙
Ethylacrylat	20	○	⊙	⊙	⊙	⊕	◑	○	○	○	◑	○	⊙	●	⊙	○
Ethylbenzol	20	○	⊕	○	○	○	●	◑	◑	○	○	○	○	●	○	○
Ethylchlorid	20	○	◑	◑	⊕	◑	●	◑	⊙	◑	◑	◑	◑	●	◑	○
Ethylenchlorid	20	○	◑	◑	⊕	◑	●	◑	⊙	◑	◑	◑	◑	●	◑	○
Ethylendiamin	60	○	○	○	⊕	●	◑	○	⊙	○	●	○	◑	●	◑	○
Ethylenglykol	100	⊙	○	◑	⊕	●	●	●	⊕	●	●	●	○	●	●	◑
Ethylentrichlorid	20	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	◑	⊕	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	●	⊙	⊙
Ethylether	20	○	○	○	○	◑	●	○	○	○	◑	○	◑	●	○	○
FAM-Prüfkraftstoffe DIN 51604-A	20	⊙	●	○	○	○	●	●	●	◑	○	◑	○	●	○	○
FAM-Prüfkraftstoffe DIN 51604-C	20	○	○	○	○	○	●	☆	◑	○	○	○	○	●	○	○
Fettalkohol	20	●	⊙	●	◑	◑	●	●	⊕	●	◑	●	◑	●	◑	●
Fette, mineralisch, tierisch bzw. pflanzlich	80	●	●	◑	◑	○	●	●	●	●	○	●	○	●	○	●
Fettsäuren	100	⊙	⊙	◑	◑	⊙	●	●	⊙	◑	⊙	◑	⊙	●	⊙	⊙
Fichtennadelöl	20	⊙	⊕	○	⊙	⊙	●	●	⊕	◑	○	◑	○	●	○	⊙
Fischtran	20	●	⊕	●	◑	◑	●	●	●	●	◑	●	◑	●	◑	●
Flugmotorenkraftstoffe JP3 (MIL-J-5624)	20	◑	◑	○	○	○	●	●	●	◑	○	●	○	●	○	○
Flugmotorenkraftstoffe JP4 (MIL-J-5624)	20	◑	◑	○	○	○	●	●	◑	◑	○	●	○	●	○	○
Flugmotorenkraftstoffe JP5 (MIL-J-5624)	20	◑	◑	○	○	○	●	●	◑	◑	○	●	○	●	○	○
Flugmotorenkraftstoffe JP6 (MIL-J-25656)	20	◑	◑	○	○	○	●	●	◑	◑	○	●	○	●	○	○
Fluor, trocken	60	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊕	⊙	⊙	○	⊙	○	○	●	⊙	⊙
Fluorammon, wässrig	20	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Fluorammon, wässrig	100	⊙	⊙	◑	●	●	◑	○	⊕	●	◑	●	○	●	●	⊕

● = Geringer oder kein Angriff

◑ = Schwacher bis mäßiger Angriff

○ = Starker Angriff bis vollständige Zerstörung

[1] Prüftemperatur in °C

⊕ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich geeignet, vor Einsatz prüfen. Bitte Rückfrage.

⊙ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich nicht geeignet. Bitte Rückfrage.

☆ = Besonderer Mischungsaufbau erforderlich. Bitte Rückfrage.

© Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG | Technisches Handbuch

Medium	°C[1]	ACM	AU	CR	CSM	EPDM	FFKM	FKM	FVMQ	HNBR	IIR	NBR	NR	PTFE	SBR	VMQ
Fluorbenzol	20	○	⊙	○	○	○	●	◑	○	○	○	○	○	●	○	○
Fluorcarbonöle	100	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	●	⊕	●
Fluorkieselsäure	100	⊙	⊙	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	○	●	⊕	⊕
Flusssäure, konz.	20	⊙	⊙	⊙	◑	◑	◑	⊙	⊙	⊙	◑	⊙	⊙	●	◑	⊙
Formaldehyd, wässrig	60	○	⊙	◑	●	●	◑	⊙	⊕	◑	●	◑	●	●	●	⊕
Formamid	60	⊙	⊙	○	●	●	●	◑	⊙	○	●	○	●	●	⊕	⊙
Foto-Emulsionen	20	⊙	⊙	●	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Foto-Entwickler	40	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	⊕	◑	●	◑	●	●	●	⊕
Foto-Fixierbäder	40	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	⊕	◑	●	◑	●	●	●	⊕
Freon gemäß DIN 8962 R 11	20	⊙	⊙	◑	⊙	⊙	⊙	◑	⊕	◑	⊙	●	⊙	●	⊙	⊙
Freon gemäß DIN 8962 R 12	20	⊙	●	●	◑	◑	⊙	◑	⊙	◑	◑	●	◑	●	◑	⊙
Freon gemäß DIN 8962 R 13	20	⊙	◑	●	●	●	⊙	◑	⊙	◑	●	●	⊙	●	●	⊙
Freon gemäß DIN 8962 R 22	20	⊙	◑	●	●	●	⊙	○	⊕	○	●	○	●	●	●	⊙
Freon gemäß DIN 8962 R 113	20	⊙	◑	●	⊙	⊙	⊙	◑	⊕	◑	⊙	●	⊙	●	⊙	⊙
Freon gemäß DIN 8962 R 114	20	⊙	●	●	●	●	⊙	⊕	⊕	◑	●	●	●	●	●	⊙
Freon gemäß DIN 8962 R 134a	20	⊙	⊙	●	⊙	●	○	○	⊕	◑	⊙	◑	⊙	●	⊙	⊙
Frostschutzmittel (Kfz)	60	⊙	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Fruchtsäfte	100	⊙	○	◑	●	●	●	●	⊕	◑	●	◑	○	●	●	●
Furan	20	⊙	○	⊙	⊙	⊙	◑	○	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	●	⊙	⊙
Furfurol	20	⊙	○	⊙	⊙	⊙	◑	⊙	⊙	○	⊙	○	⊙	●	⊙	⊙
Furfurylalkohol	20	⊙	○	⊙	⊙	⊙	◑	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	●	⊙	⊙
Gasohol	20	○	○	○	○	○	●	☆	◑	○	○	○	○	●	○	○
Gasöl	80	●	●	◑	○	○	●	●	●	●	○	●	○	●	○	◑
Gaswasser	40	○	⊙	○	○	○	●	●	○	●	○	●	○	●	○	○
Gelatine, wässrig	40	◑	⊙	◑	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Gerbextrakte	20	◑	⊙	◑	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Gerbsäure	60	◑	⊙	◑	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

● = Geringer oder kein Angriff

◑ = Schwacher bis mäßiger Angriff

○ = Starker Angriff bis vollständige Zerstörung

[1] Prüftemperatur in °C

⊕ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich geeignet, vor Einsatz prüfen. Bitte Rückfrage.

⊙ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich nicht geeignet. Bitte Rückfrage.

☆ = Besonderer Mischungsaufbau erforderlich. Bitte Rückfrage.

Medium	°C[1]	ACM	AU	CR	CSM	EPDM	FFKM	FKM	FVMQ	HNBR	IIR	NBR	NR	PTFE	SBR	VMQ
Glaubersalz, wässrig	20	◑	⊙	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Glukose, wässrig	80	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	●	●	●	●	◑	●	●	●
Glykokoll, wässrig, 10%	40	⊕	⊙	●	◑	●	●	●	⊕	◑	●	◑	◑	●	◑	⊕
Glykol, wässrig	100	⊙	○	◑	●	●	●	◑	⊕	●	●	●	◑	●	●	◑
Glykolsäure, wässrig, 37%	20	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Glyzerin, wässrig	100	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	●	●	●	●	◑	●	●	●
Glyzerinchlorhydrin	60	⊙	⊙	○	◑	◑	◑	⊙	⊙	○	◑	○	◑	●	◑	⊙
Grubengas	20	●	⊕	●	◑	◑	●	●	●	●	◑	●	◑	●	◑	●
Harnstoff, wässrig	60	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Hefe, wässrig	20	⊙	⊕	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Heizöl Erdölbasis	60	●	●	◑	○	○	●	●	●	●	○	●	○	●	○	◑
Henkel P 3-Lösung	100	⊙	⊙	◑	●	●	●	⊙	⊕	●	●	●	◑	●	●	⊕
Heptan	60	●	●	◑	○	○	●	●	●	●	○	●	○	●	○	○
Hexachlorbutadien	20	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	●	●	⊙	○	⊙	○	○	●	○	⊙
Hexachlorcyclohexan	20	⊙	◑	⊙	⊙	⊙	●	●	⊕	⊙	⊙	⊙	○	●	○	⊙
Hexaldehyd	20	⊙	⊙	○	⊙	⊙	◑	⊙	⊙	○	⊙	○	○	●	○	⊙
Hexan	60	●	●	◑	○	○	●	●	●	●	○	●	○	●	○	○
Hexantriol	20	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	●	●	●	●	⊕	●	⊕	●
Hexen	20	●	●	◑	◑	○	●	●	●	◑	○	◑	○	●	○	⊕
Hochofengas	100	●	⊕	◑	◑	◑	●	●	●	◑	◑	◑	○	●	◑	●
Hydraulikflüssigkeiten, Hydrauliköle DIN 51524	80	●	●	◑	○	○	●	●	●	●	○	●	○	●	○	◑
Hydraulikflüssigkeiten, Phosphorsäureester HFD	80	○	○	○	○	☆	●	☆	○	○	☆	○	○	●	○	○
Hydraulikflüssigkeiten, Polyglykol-Wasser HFC	60	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Hydraulikflüssigkeiten, Öl-in-Wasser-Emulsionen HFA	55	⊙	⊙	◑	○	○	●	☆	⊕	●	○	●	○	●	○	⊕
Hydraulikflüssigkeiten, Wasser-Öl-Emulsionen HFB	60	⊙	⊙	◑	○	○	●	☆	⊕	☆	○	☆	○	●	○	⊕

● = Geringer oder kein Angriff

◑ = Schwacher bis mäßiger Angriff

○ = Starker Angriff bis vollständige Zerstörung

[1] Prüftemperatur in °C

⊕ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich geeignet, vor Einsatz prüfen. Bitte Rückfrage.

⊙ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich nicht geeignet. Bitte Rückfrage.

☆ = Besonderer Mischungsaufbau erforderlich. Bitte Rückfrage.

© Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG | Technisches Handbuch

Medium	°C[1]	ACM	AU	CR	CSM	EPDM	FFKM	FKM	FVMQ	HNBR	IIR	NBR	NR	PTFE	SBR	VMQ
Hydrazinhydrat	20	⊙	◑	◑	●	●	◑	⊙	◑	◑	●	◑	○	●	◑	⊙
Hydrochinon, wässrig	20	◑	⊙	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	◑	●	◑	⊕
Hydrosulfit, wässrig	40	⊙	⊙	◑	●	●	◑	⊙	⊕	◑	●	◑	●	●	●	⊕
Hydroxylaminsulfat, wässrig	35	⊙	⊙	◑	●	●	◑	⊙	●	●	●	●	●	●	●	●
Isobutylalkohol	20	○	○	●	●	●	●	●	◑	◑	●	◑	●	●	●	●
Isooctan	20	●	◑	◑	○	○	●	●	●	●	○	●	○	●	○	◑
Isophoron	20	⊕	◑	⊕	⊕	●	◑	⊕	⊕	⊕	●	⊕	⊕	●	⊕	⊕
Isopropanol	60	○	⊙	◑	●	●	●	☆	●	◑	●	◑	●	●	●	●
Isopropylacetat	80	○	⊙	○	◑	◑	◑	○	○	○	◑	○	○	●	○	○
Isopropyläther	60	○	○	○	⊙	⊙	●	○	○	○	⊙	○	⊙	●	○	○
Isopropylchlorid	20	○	○	○	○	○	●	●	◑	○	○	○	○	●	○	○
Jodoform	20	⊙	⊙	⊙	⊙	●	●	●	⊙	⊙	●	⊙	⊙	●	⊙	⊙
Jodtinktur	20	⊙	○	◑	●	●	●	●	◑	●	●	●	●	●	●	◑
Kalilauge, 50%	60	○	○	◑	●	●	◑	○	○	◑	●	◑	◑	●	◑	○
Kaliumacetat, wässrig	20	⊙	◑	◑	●	●	●	●	⊕	◑	●	●	●	●	●	⊕
Kaliumbisulfat, wässrig	40	⊙	○	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Kaliumborat, wässrig	60	⊙	○	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Kaliumbromat, 10%	60	⊙	○	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Kaliumbromid, wässrig	60	⊙	○	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Kaliumcarbonat, wässrig	40	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Kaliumchlorat, wässrig	60	⊙	○	◑	●	●	●	●	⊕	○	●	○	◑	●	◑	⊕
Kaliumchlorid, wässrig	60	⊙	○	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Kaliumchromat, wässrig	20	⊙	○	◑	●	●	●	●	⊕	◑	●	◑	●	●	●	⊕
Kaliumdichromat, wässrig 40%	20	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	⊕	◑	●	◑	○	●	◑	⊕
Kaliumjodid, wässrig	60	⊙	○	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	◑	●	●	⊕
Kaliumnitrat, wässrig	60	⊙	○	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Kaliumperchlorat, wässrig	80	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	⊕	○	●	○	○	●	○	⊕

● = Geringer oder kein Angriff

◑ = Schwacher bis mäßiger Angriff

○ = Starker Angriff bis vollständige Zerstörung

[1] Prüftemperatur in °C

⊕ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich geeignet, vor Einsatz prüfen. Bitte Rückfrage.

⊙ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich nicht geeignet. Bitte Rückfrage.

☆ = Besonderer Mischungsaufbau erforderlich. Bitte Rückfrage.

Medium	°C[1]	ACM	AU	CR	CSM	EPDM	FFKM	FKM	FVMQ	HNBR	IIR	NBR	NR	PTFE	SBR	VMQ
Kaliumpermanganat, wässrig	40	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	⊙	○	●	○	○	●	◑	⊙
Kaliumpersulfat, wässrig	60	⊙	⊙	○	●	●	●	●	⊙	○	●	○	○	●	◑	⊙
Kaliumsulfat, wässrig	60	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Kalkmilch	80	⊙	⊙	◑	⊕	⊕	●	●	⊙	○	⊕	○	○	●	◑	⊙
Kältemittel gemäß DIN 8962 R 11	20	⊙	⊙	◑	⊙	⊙	⊙	◑	⊕	◑	⊙	●	⊙	●	⊙	⊙
Kältemittel gemäß DIN 8962 R 12	20	⊙	●	●	◑	◑	⊙	◑	⊙	◑	◑	●	◑	●	◑	⊙
Kältemittel gemäß DIN 8962 R 13	20	⊙	◑	●	●	●	⊙	◑	⊙	◑	●	●	⊙	●	●	⊙
Kältemittel gemäß DIN 8962 R 22	20	⊙	◑	●	●	●	⊙	○	⊕	○	●	○	●	●	●	⊙
Kältemittel gemäß DIN 8962 R 113	20	⊙	◑	●	⊙	⊙	⊙	◑	⊕	◑	⊙	●	⊙	●	⊙	⊙
Kältemittel gemäß DIN 8962 R 114	20	⊙	●	●	●	●	⊙	⊕	⊕	◑	●	●	●	●	●	⊙
Kältemittel gemäß DIN 8962 R 134a	20	⊙	⊙	●	⊙	●	○	○	⊕	◑	⊙	◑	⊙	●	⊙	⊙
Karbolineum	80	○	●	○	○	○	●	●	●	○	○	○	○	●	○	○
Kerosin	20	●	●	○	○	○	●	●	●	◑	○	●	○	●	○	◑
Kiefernnadelöl	60	●	●	○	○	○	●	●	●	◑	○	◑	○	●	○	◑
Kieselfluorwasserstoffsäure, wässrig	60	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	⊙	●	●	●	●	●	●	⊙
Kieselsäure, wässrig	60	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	⊙	●	●	●	●	●	●	⊙
Knochenöl	60	●	●	○	○	○	●	●	●	●	○	●	○	●	○	◑
Kohlendioxid, trocken	60	●	⊕	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Kohlenoxid, feucht	20	●	⊙	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Kohlenoxid, trocken	60	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Kokosfett	80	●	●	◑	○	○	●	●	●	●	○	●	○	●	○	●
Kokosfettalkohol	20	⊕	⊙	●	◑	◑	●	●	⊕	●	◑	●	◑	●	◑	⊕
Kokosnussöl	80	⊕	⊕	◑	⊙	⊙	●	●	⊕	●	⊙	●	○	●	○	⊕
Kokosnussöl	60	●	●	◑	○	○	●	●	●	●	○	●	○	●	○	●
Koksofengas	80	⊙	⊙	○	○	○	●	●	⊕	○	○	○	○	●	○	⊕
Königswasser	20	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	●	○	○
Kresol, wässrig	45	⊙	●	○	○	○	●	●	⊙	○	○	○	○	●	○	⊙

● = Geringer oder kein Angriff

◑ = Schwacher bis mäßiger Angriff

○ = Starker Angriff bis vollständige Zerstörung

[1] Prüftemperatur in °C

⊕ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich geeignet, vor Einsatz prüfen. Bitte Rückfrage.

⊙ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich nicht geeignet. Bitte Rückfrage.

☆ = Besonderer Mischungsaufbau erforderlich. Bitte Rückfrage.

© Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG | Technisches Handbuch

Medium	°C[1]	ACM	AU	CR	CSM	EPDM	FFKM	FKM	FVMQ	HNBR	IIR	NBR	NR	PTFE	SBR	VMQ
Kupfer(I)-chlorid, wässrig	20	●	●	◑	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Kupferfluorid, wässrig	50	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Kupfernitrat, wässrig	60	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Kupfersulfat, wässrig	60	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Lachgas	20	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Lactam	80	⊙	⊙	○	○	○	◑	○	⊙	○	○	○	○	●	○	⊙
Lanolin (Wollfett)	60	●	●	◑	◑	○	●	●	●	●	○	●	◑	●	◑	●
Laurylalkohol	20	⊕	⊕	●	◑	◑	●	●	⊕	●	◑	●	◑	●	◑	⊕
Lavendelöl	20	◑	⊕	○	⊙	⊙	●	●	◑	◑	⊙	◑	⊙	●	⊙	⊙
Lebertran	20	●	●	●	◑	◑	●	●	●	●	◑	●	◑	●	◑	●
Leim	20	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Leinöl	60	⊕	◑	●	◑	◑	●	●	⊕	●	◑	●	◑	●	◑	●
Leuchtgas, benzolfrei	20	●	●	◑	○	○	●	●	●	●	○	●	○	●	○	●
Liköre	20	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Linolsäure	20	⊙	⊕	⊙	⊙	⊙	●	◑	⊕	◑	⊙	◑	⊙	●	⊙	◑
Lithiumbromid, wässrig	20	⊙	●	◑	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Lithiumchlorid, wässrig	20	⊙	●	◑	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Luft, ölhaltig	80	●	●	●	●	○	●	●	●	●	○	●	○	●	◑	●
Luft, rein	80	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Magnesiumchlorid, wässrig	100	○	⊙	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	⊙	●	●	⊕
Magnesiumsulfat, wässrig	100	○	⊙	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	⊙	●	●	⊕
Maiskeimöl	60	⊕	⊕	◑	⊙	○	●	●	⊕	●	○	●	○	●	○	⊕
Maleinsäure, wässrig	100	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	○	●	○	⊕
Maleinsäureanhydrid	60	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	●	●	⊕	⊙	⊙	⊙	⊙	●	⊙	⊙
Margarine	80	●	●	◑	○	○	●	●	●	●	○	●	○	●	○	●
Maschinenöle, mineralisch	80	●	●	◑	○	○	●	●	●	●	○	●	○	●	○	◑
Meerwasser	20	⊙	◑	◑	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

● = Geringer oder kein Angriff

◑ = Schwacher bis mäßiger Angriff

○ = Starker Angriff bis vollständige Zerstörung

[1] Prüftemperatur in °C

⊕ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich geeignet, vor Einsatz prüfen. Bitte Rückfrage.

⊙ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich nicht geeignet. Bitte Rückfrage.

☆ = Besonderer Mischungsaufbau erforderlich. Bitte Rückfrage.

Medium	°C[1]	ACM	AU	CR	CSM	EPDM	FFKM	FKM	FVMQ	HNBR	IIR	NBR	NR	PTFE	SBR	VMQ
Melasse	100	⊙	⊙	◑	◑	◑	●	●	⊕	●	◑	●	○	●	○	⊕
Menthol	60	⊙	⊙	○	○	○	●	◑	⊙	○	○	○	○	●	○	⊙
Mesityloxid	20	⊙	⊕	⊙	⊙	◑	⊕	⊕	⊕	⊕	◑	⊕	⊙	●	⊙	⊙
Methan	20	●	⊕	●	◑	◑	●	●	●	●	◑	●	◑	●	◑	●
Methanol	60	⊙	⊙	◑	●	●	●	☆	●	◑	●	◑	●	●	●	◑
Methoxybutanol	60	⊙	⊕	◑	◑	◑	●	●	⊕	●	◑	●	○	●	○	⊕
Methylacrylat	20	○	○	○	○	○	◑	○	○	○	○	○	○	●	○	○
Methylamin, wässrig	20	⊙	⊙	⊙	●	●	◑	○	⊙	○	●	○	◑	●	◑	⊙
Methylbromid	20	○	○	○	○	○	●	●	⊕	○	○	○	○	●	○	○
Methylenchlorid	20	○	○	○	○	○	●	●	⊙	○	○	○	○	●	○	○
Methylethylketon	20	○	○	○	◑	◑	●	○	○	○	◑	○	○	●	○	○
Methylisobuthylketon	20	○	○	○	○	◑	◑	○	○	○	◑	○	○	●	○	○
Methylmethacrylat	20	○	○	○	○	○	◑	○	○	○	○	○	○	●	○	○
Milch	20	⊙	●	●	◑	◑	●	●	●	●	◑	●	◑	●	◑	●
Milchsäure, wässrig 10%	40	⊙	●	●	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Mineralöl	100	●	◑	○	○	○	●	●	●	●	○	●	○	●	○	◑
Mineralwasser	60	⊙	⊕	◑	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Mischsäure I (Schwefelsäure/ Salpetersäure < D % 0 >/Wasser)	20	○	○	◑	●	●	●	●	○	○	●	○	○	●	○	○
Mischsäure II (Schwefelsäure/ Phosphorsäure/Wasser)	40	⊙	⊙	○	●	●	●	●	⊙	○	●	○	◑	●	◑	⊙
Monobrombenzol	20	○	○	○	○	○	●	◑	○	○	○	○	○	●	○	○
Monochloressigsäureethylester	60	○	○	○	◑	◑	●	◑	○	○	◑	○	○	●	○	○
Monochloressigsäuremethylester	60	○	○	○	○	●	●	◑	○	○	●	○	○	●	○	○
Morpholin	60	⊙	⊙	○	◑	◑	⊕	⊙	⊕	○	◑	○	○	●	○	⊕
Motorenöle	100	●	◑	◑	○	○	●	●	●	●	○	●	○	●	○	◑
Myristylalkohol	20	●	⊕	●	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
n-Propanol	60	⊙	○	◑	●	●	●	◑	●	◑	●	◑	●	●	●	●

● = Geringer oder kein Angriff

◑ = Schwacher bis mäßiger Angriff

○ = Starker Angriff bis vollständige Zerstörung

[1] Prüftemperatur in °C

⊕ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich geeignet, vor Einsatz prüfen. Bitte Rückfrage.

⊙ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich nicht geeignet. Bitte Rückfrage.

☆ = Besonderer Mischungsaufbau erforderlich. Bitte Rückfrage.

© Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG | Technisches Handbuch

Medium	°C[1]	ACM	AU	CR	CSM	EPDM	FFKM	FKM	FVMQ	HNBR	IIR	NBR	NR	PTFE	SBR	VMQ
Naftolen ZD	20	⊕	⊙	○	○	○	●	●	⊕	◑	○	◑	○	●	○	⊙
Naphta	20	◑	○	○	⊙	⊙	●	●	◑	○	⊙	○	⊙	●	⊙	⊙
Naphthalin	60	⊙	⊙	○	○	○	●	●	⊙	○	○	○	○	●	○	⊙
Naphtoesäure	20	⊙	⊙	⊕	⊙	⊙	●	●	●	◑	⊙	◑	⊙	●	⊙	⊙
Natriumbenzoat, wässrig	40	⊙	⊕	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Natriumbicarbonat	60	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Natriumbicarbonat, wässrig	60	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Natriumbisulfit, wässrig	100	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Natriumchlorat	20	⊙	⊙	○	●	●	●	●	⊕	○	●	○	○	●	○	⊕
Natriumchlorid	100	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	⊙	●	●	⊕
Natriumhypochlorit, wässrig	20	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	⊕	◑	●	◑	○	●	○	⊕
Natriumnitrat, wässrig	60	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Natriumnitrit	60	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	⊕	◑	●	◑	●	●	●	⊕
Natriumphosphat, wässrig	60	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Natriumsilikat, wässrig	60	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Natriumsulfat, wässrig	60	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Natriumsulfid	40	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Natriumsulfid	100	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	⊕	◑	◑	◑	○	●	◑	⊕
Natriumthiosulfat	60	⊕	⊙	●	●	●	●	●	⊕	○	●	○	●	●	●	⊕
Natronlauge	20	○	⊙	◑	●	●	●	○	○	◑	●	◑	◑	●	◑	○
Naturgas	20	⊕	◑	●	●	⊙	●	●	○	●	⊙	●	○	●	○	●
Nickelacetat, wässrig	20	⊙	○	◑	●	●	◑	⊕	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Nickelchlorid, wässrig	20	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Nickelsulfat, wässrig	60	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Nitrobenzol	60	○	○	○	○	○	◑	○	○	○	○	○	○	●	○	○
Nitroglykol, wässrig	20	⊙	⊕	◑	●	●	●	●	⊕	○	●	○	⊕	●	⊕	⊕
Nitroglyzerin	20	⊙	⊙	⊙	●	●	●	●	⊙	○	●	○	◑	●	◑	⊙

● = Geringer oder kein Angriff

◑ = Schwacher bis mäßiger Angriff

○ = Starker Angriff bis vollständige Zerstörung

[1] Prüftemperatur in °C

⊕ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich geeignet, vor Einsatz prüfen. Bitte Rückfrage.

⊙ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich nicht geeignet. Bitte Rückfrage.

☆ = Besonderer Mischungsaufbau erforderlich. Bitte Rückfrage.

Medium	°C[1]	ACM	AU	CR	CSM	EPDM	FFKM	FKM	FVMQ	HNBR	IIR	NBR	NR	PTFE	SBR	VMQ
Nitromethan	20	○	○	⊙	◑	◑	◑	○	○	○	◑	○	◑	●	◑	○
Nitropropan	20	○	○	○	◑	◑	⊕	○	○	○	◑	○	◑	●	◑	○
Nitrose-Gase	20	○	○	○	●	●	●	●	○	○	●	○	○	●	○	○
o-Nitrotoluol	60	○	⊙	○	○	○	⊕	○	○	○	○	○	○	●	○	○
Octylkresol	20	○	⊙	○	○	○	◑	◑	○	⊙	○	⊙	○	●	○	○
Oktan	20	⊙	⊕	⊙	⊙	⊙	●	●	◑	⊕	⊙	⊕	⊙	●	⊙	⊙
Oktylalkohol	20	⊙	⊙	●	●	●	●	●	◑	◑	●	◑	◑	●	◑	◑
Oleum, 10%	20	○	○	○	◑	◑	●	●	○	○	◑	○	○	●	○	○
Oleylalkohol	20	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Olivenöl	60	●	⊕	●	◑	◑	●	●	●	●	◑	●	◑	●	◑	●
Ölsäure	60	●	⊙	◑	○	○	●	●	◑	●	○	●	○	●	○	◑
Oxalsäure, wässrig	100	⊙	⊙	○	●	●	●	●	⊙	○	●	○	○	●	◑	⊙
Ozon	20	◑	⊕	◑	●	●	●	●	●	◑	◑	○	○	●	○	●
Palmitinsäure	60	⊕	⊕	◑	○	○	●	●	⊕	◑	○	◑	○	●	○	⊕
Palmkernfettsäure	60	⊕	⊕	●	○	○	●	●	⊕	●	○	●	○	●	○	⊕
Paraffin	60	⊕	⊕	●	○	○	●	●	⊕	●	○	●	○	●	○	⊕
Paraffinemulsionen	40	●	●	●	○	○	●	●	●	●	○	●	○	●	○	●
Paraffinöl	60	●	●	●	○	○	●	●	●	●	○	●	○	●	○	●
Pektin	20	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Pentachlordiphenyl	60	⊙	⊙	○	○	○	⊕	⊙	⊙	○	○	○	○	●	○	⊙
Pentan	20	⊕	⊕	◑	○	○	●	●	⊕	●	○	●	○	●	○	⊕
Perchlorethylen	60	⊙	⊙	○	○	○	●	●	⊙	○	○	○	○	●	○	○
Perchlorsäure	100	⊙	⊙	○	●	●	●	●	⊙	○	●	○	○	●	○	⊙
Peressigsäure, < 1%	40	○	○	○	○	●	●	●	○	○	○	○	○	●	○	○
Peressigsäure, < 10%	40	○	○	○	○	◑	●	☆	○	○	○	○	○	●	○	○
Petrolether	60	●	●	◑	○	○	●	●	●	◑	○	●	○	●	○	◑
Petroleum	60	●	●	◑	○	○	●	●	●	●	○	●	○	●	○	◑

● = Geringer oder kein Angriff

◑ = Schwacher bis mäßiger Angriff

○ = Starker Angriff bis vollständige Zerstörung

[1] Prüftemperatur in °C

⊕ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich geeignet, vor Einsatz prüfen. Bitte Rückfrage.

⊙ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich nicht geeignet. Bitte Rückfrage.

☆ = Besonderer Mischungsaufbau erforderlich. Bitte Rückfrage.

© Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG | Technisches Handbuch

Medium	°C[1]	ACM	AU	CR	CSM	EPDM	FFKM	FKM	FVMQ	HNBR	IIR	NBR	NR	PTFE	SBR	VMQ
Phenol, wässrig, bis 90%	80	⊙	⊙	○	○	○	●	◑	⊙	○	○	○	○	●	○	⊙
Phenyläthylether	20	○	○	○	○	○	◑	○	○	○	○	○	○	●	○	○
Phenylbenzol	20	⊙	⊙	○	○	○	●	◑	⊙	○	○	○	○	●	○	⊙
Phenylhydrazin	60	⊙	⊙	○	○	○	●	◑	⊙	◑	○	◑	○	●	○	⊙
Phenylhydrazin-Chlorhydrat, wässrig	80	⊙	⊙	○	◑	●	◑	◑	⊙	◑	●	◑	○	●	○	⊙
Phosgen	20	⊙	⊙	⊙	⊕	⊕	⊕	⊕	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	●	⊙	⊙
Phosphoroxychlorid	20	⊙	⊙	⊙	⊕	⊕	⊕	⊕	⊙	○	⊙	○	⊙	●	⊕	⊙
Phosphorsäure, wässrig	60	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	⊙	○	●	○	◑	●	●	⊙
Phosphortrichlorid	20	⊙	⊙	○	●	●	◑	◑	⊙	○	●	○	●	●	⊕	⊙
Phosphorwasserstoff	20	⊙	⊙	◑	●	●	◑	◑	⊕	○	●	○	●	●	⊕	⊕
Phthalsäure, wässrig	60	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	○	●	⊕	⊕
Pickel-Lösung (Lederpickel)	20	⊙	⊙	⊕	◑	◑	◑	◑	⊙	⊕	◑	⊕	⊙	●	⊙	⊙
Pikrinsäure	20	⊙	◑	●	◑	◑	●	●	◑	◑	◑	◑	◑	●	◑	⊙
Pikrinsäure, wässrig	20	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Pinen	20	⊙	◑	◑	◑	⊙	●	●	◑	◑	⊙	◑	⊙	●	⊙	⊙
Piperidin	20	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊕	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	●	⊙	⊙
Pottasche, wässrig	40	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Propan, flüssig/gasförmig	20	●	●	●	⊙	⊙	●	●	●	●	⊙	●	○	●	○	●
Propargylalkohol, wässrig	60	⊕	⊙	●	●	●	●	●	⊕	●	●	●	◑	●	⊕	⊕
Propionsäure, wässrig	60	⊙	⊙	◑	⊕	⊕	●	●	⊙	●	⊕	●	⊙	●	⊕	⊙
Propylenglykol	60	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Propylenoxid	20	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	◑	⊙	⊙	○	⊙	○	⊙	●	⊙	⊙
Pyridin	20	○	○	○	⊙	⊙	⊕	○	○	○	⊙	○	○	●	○	○
Pyrrol	20	⊙	⊙	⊙	⊙	○	⊕	⊕	◑	⊙	○	⊙	○	●	○	◑
Quecksilber	60	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Quecksilbersalze, wässrig	60	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Rapsöl	20	◑	◑	◑	◑	◑	●	●	●	◑	◑	◑	⊙	●	⊙	⊙

● = Geringer oder kein Angriff

◑ = Schwacher bis mäßiger Angriff

○ = Starker Angriff bis vollständige Zerstörung

[1] Prüftemperatur in °C

⊕ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich geeignet, vor Einsatz prüfen. Bitte Rückfrage.

⊙ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich nicht geeignet. Bitte Rückfrage.

☆ = Besonderer Mischungsaufbau erforderlich. Bitte Rückfrage.

Medium	°C[1]	ACM	AU	CR	CSM	EPDM	FFKM	FKM	FVMQ	HNBR	IIR	NBR	NR	PTFE	SBR	VMQ
Rindertalg-Emulsion, sulfuriert	20	⊙	⊙	◑	●	○	●	●	◑	●	○	●	○	●	○	◑
Röstgase, trocken	60	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	●	○	●	○	●	●	●	●
Sagrotan	20	⊙	○	◑	●	●	●	●	●	◑	●	◑	●	●	●	●
Salicylsäure	20	⊙	●	●	●	●	●	●	⊙	●	●	●	●	●	●	⊙
Salpetersäure, konz.	80	⊙	○	○	●	○	⊕	○	⊙	○	○	○	○	●	○	⊙
Salpetersäure, rauchend	60	⊙	○	○	○	○	⊕	○	⊙	○	○	○	○	●	○	⊙
Salpetersäure, verdünnt	80	⊙	⊙	◑	●	◑	●	◑	⊙	◑	◑	◑	○	●	◑	◑
Salzsäure, konz.	20	⊙	⊙	○	●	●	●	●	⊙	○	●	○	◑	●	◑	⊙
Salzsäure, konz.	80	⊙	⊙	○	●	●	●	◑	⊙	○	●	○	○	●	○	⊙
Salzsäure, verdünnt	20	⊙	○	◑	●	●	●	●	⊙	◑	●	●	●	●	●	⊙
Salzwasser	20	⊙	⊙	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	⊙
Schwarzlauge	100	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	⊙	◑	●	◑	◑	●	◑	⊙
Schwefel	60	⊙	⊕	⊙	●	●	●	●	⊕	⊙	●	⊙	⊙	●	⊙	⊕
Schwefelchlorid	20	⊙	⊙	○	◑	⊙	●	●	●	○	⊙	○	⊙	●	⊙	⊙
Schwefeldioxid, flüssig	60	⊙	⊙	○	●	●	●	●	⊙	○	●	○	○	●	⊙	⊙
Schwefeldioxid, trocken	80	⊙	⊙	○	●	●	●	●	⊕	○	●	○	○	●	◑	⊕
Schwefeldioxid, wässrig	60	⊙	⊙	○	●	●	●	●	⊙	○	●	○	○	●	◑	⊙
Schwefelhexafluorid	20	⊕	⊕	●	●	●	●	●	●	●	●	●	⊕	●	●	●
Schwefelkohlenstoff	20	⊙	○	○	◑	○	●	●	⊙	○	○	○	○	●	○	○
Schwefelsäure, konz.	50	⊙	○	○	●	●	●	◑	⊙	○	●	○	○	●	◑	○
Schwefelsäure, verdünnt	20	⊙	⊙	○	●	●	●	●	⊙	◑	●	◑	◑	●	◑	⊙
Schwefelwasserstoff, trocken	60	⊙	⊕	◑	●	●	●	●	⊕	◑	●	◑	◑	●	◑	⊕
Schwefelwasserstoff, wässrig	60	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	⊙	◑	●	◑	◑	●	●	⊙
Seifenlösung, wässrig	20	⊙	●	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Silbernitrat, wässrig	100	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	⊕	◑	●	◑	⊙	●	◑	⊕
Silbersalze, wässrig	60	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	●	◑	●	◑	◑	●	◑	●
Silikonfett	20	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	◑	●	●	○

● = Geringer oder kein Angriff

◑ = Schwacher bis mäßiger Angriff

○ = Starker Angriff bis vollständige Zerstörung

[1] Prüftemperatur in °C

⊕ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich geeignet, vor Einsatz prüfen. Bitte Rückfrage.

⊙ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich nicht geeignet. Bitte Rückfrage.

☆ = Besonderer Mischungsaufbau erforderlich. Bitte Rückfrage.

© Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG | Technisches Handbuch

Medium	°C[1]	ACM	AU	CR	CSM	EPDM	FFKM	FKM	FVMQ	HNBR	IIR	NBR	NR	PTFE	SBR	VMQ
Silikonöl	20	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	◑	●	●	○
Skydrol	20	○	○	○	⊙	◑	◑	○	○	○	⊕	○	○	●	○	○
Soda, wässrig	60	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Spindelöl	60	●	●	◑	○	○	●	●	●	●	○	●	○	●	○	●
Stärke, wässrig	60	⊙	⊙	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Stärkesirup	60	⊙	⊙	●	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Stearinsäure	60	●	●	◑	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●
Stickstoff	20	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Stickstofftetraoxid	20	⊙	⊙	⊙	⊙	○	⊕	⊙	⊙	⊙	○	⊙	⊙	●	⊙	○
Stoddard-Solvent	20	●	●	○	○	⊙	●	●	●	●	⊙	●	⊙	●	⊙	⊙
Styrol	20	⊙	⊙	○	○	○	⊕	◑	⊙	○	○	○	○	●	○	○
Sulfurylchlorid	20	⊙	⊙	○	●	◑	●	●	⊙	○	◑	○	◑	●	◑	⊙
Talg	60	⊕	⊙	◑	○	○	●	●	⊕	●	○	●	○	●	○	⊕
Tannin	40	⊙	●	●	●	●	●	●	⊕	◑	●	◑	●	●	●	⊕
Teer	20	⊙	⊙	○	○	○	●	⊕	⊙	○	○	○	○	●	○	⊙
Teeröl	20	⊙	⊙	○	○	○	●	⊕	⊙	○	○	○	○	●	○	⊙
Terpentin	60	⊕	○	○	○	○	●	●	⊙	◑	○	◑	○	●	○	⊙
Terpentinöl	20	⊕	⊙	○	○	○	●	●	⊙	◑	○	◑	○	●	○	⊙
Testbenzin	60	●	⊕	◑	○	○	●	●	⊕	◑	○	●	○	●	○	⊕
Tetrachlorethan	60	⊙	⊙	○	○	○	●	◑	⊙	○	○	○	○	●	○	⊙
Tetrachlorethylen	60	⊙	⊙	○	○	○	●	◑	⊙	○	○	○	○	●	○	⊙
Tetrachlorkohlenstoff	60	⊙	⊙	○	○	○	●	●	⊙	○	○	○	○	●	○	⊙
Tetraethylblei	20	⊙	⊙	○	○	⊙	●	●	◑	◑	⊙	◑	⊙	●	⊙	⊙
Tetrahydrofuran	20	⊙	⊙	○	○	○	◑	○	⊙	○	○	○	○	●	○	⊙
Tetrahydronaphthalin (Tetralin)	20	⊙	⊙	○	○	○	●	●	⊕	○	○	○	○	●	○	⊙
Thionylchlorid	20	⊙	⊙	○	●	●	●	●	⊙	○	●	○	◑	●	◑	⊙
Thiophen	60	⊙	⊙	○	○	○	⊕	○	⊙	○	○	○	○	●	○	⊙

● = Geringer oder kein Angriff

◑ = Schwacher bis mäßiger Angriff

○ = Starker Angriff bis vollständige Zerstörung

[1] Prüftemperatur in °C

⊕ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich geeignet, vor Einsatz prüfen. Bitte Rückfrage.

⊙ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich nicht geeignet. Bitte Rückfrage.

☆ = Besonderer Mischungsaufbau erforderlich. Bitte Rückfrage.

Medium	°C[1]	ACM	AU	CR	CSM	EPDM	FFKM	FKM	FVMQ	HNBR	IIR	NBR	NR	PTFE	SBR	VMQ
Tinte	20	●	●	●	●	●	●	◑	●	◑	●	●	●	●	●	●
Titantetrachlorid	20	◑	●	◑	●	●	●	◑	◑	●	●	●	●	●	●	◑
Toluol	20	○	○	○	○	○	●	◑	○	○	○	○	○	●	○	○
Trafoöl	60	●	●	○	○	○	●	●	●	◑	○	●	○	●	○	◑
Transmission Fluid Type A	20	●	●	◑	◑	⊙	●	●	●	●	⊙	●	⊙	●	⊙	◑
Traubenzucker, wässrig	80	⊙	⊙	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●
Triacetin	20	⊙	⊙	◑	◑	●	⊕	⊙	⊙	◑	●	◑	◑	●	○	⊙
Triethanolamin	20	⊙	⊙	◑	◑	◑	◑	⊙	⊙	○	◑	○	○	●	⊕	⊙
Triethylaluminium	20	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	◑	◑	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	●	⊙	⊙
Triethylboran	20	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	●	●	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	●	⊙	⊙
Tributhylphosphat	60	⊙	○	○	○	○	●	◑	⊙	○	○	○	○	●	○	⊙
Tributoxyethylphosphat	20	⊙	⊙	○	○	○	●	◑	⊙	○	○	○	○	●	○	⊙
Trichloressigsäure, wässrig	60	⊙	⊙	○	◑	◑	●	○	⊙	◑	◑	◑	◑	●	◑	⊙
Trichlorethylen	20	⊙	○	○	○	○	●	◑	⊙	○	○	○	○	●	○	○
Trichlorethylphosphat	20	⊙	⊙	○	⊙	⊙	◑	○	⊙	○	⊙	○	⊙	●	⊙	⊙
Triglykol	20	⊙	⊕	●	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Trikresylphosphat	60	⊙	◑	○	○	◑	⊕	◑	⊕	○	◑	○	○	●	○	⊙
Trimethylolpropan, wässrig	100	⊙	⊙	◑	◑	◑	●	●	⊕	○	◑	○	◑	●	⊕	⊕
Trinatriumphosphat	20	⊙	⊕	◑	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Trinitrotoluol	20	⊙	⊙	◑	◑	⊙	●	◑	◑	⊙	⊙	⊙	⊙	●	⊙	⊙
Trioctylphosphat	60	⊙	⊙	○	◑	◑	●	◑	⊕	○	◑	○	○	●	⊙	⊙
Vaseline	60	●	⊕	●	◑	○	●	●	●	●	○	●	○	●	○	◑
Vaselinöl	60	●	⊕	●	◑	○	●	●	●	●	○	●	○	●	○	◑
Vinylacetat	20	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	◑	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	●	⊙	⊙
Vinylchlorid, flüssig	20	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	◑	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	●	⊙	⊙
Wachsalkohol	60	⊕	⊕	◑	○	○	●	●	⊕	◑	○	●	○	●	⊙	⊕
Walrat	20	⊕	⊕	◑	○	○	●	●	⊕	●	○	●	○	●	⊙	⊕
Waschmittel, synthetische	60	○	⊕	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕

● = Geringer oder kein Angriff

◑ = Schwacher bis mäßiger Angriff

○ = Starker Angriff bis vollständige Zerstörung

[1] Prüftemperatur in °C

⊕ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich geeignet, vor Einsatz prüfen. Bitte Rückfrage.

⊙ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich nicht geeignet. Bitte Rückfrage.

☆ = Besonderer Mischungsaufbau erforderlich. Bitte Rückfrage.

© Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG | Technisches Handbuch

Medium	°C[1]	ACM	AU	CR	CSM	EPDM	FFKM	FKM	FVMQ	HNBR	IIR	NBR	NR	PTFE	SBR	VMQ
Wasser	100	○	○	◑	●	●	◑	◑	⊕	●	●	●	◑	●	●	◑
Wasserdampf	130	⊙	○	○	◑	●	○	☆	○	○	●	○	○	●	○	○
Wasserstoff	20	●	⊙	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Wasserstoffperoxid, wässrig	20	⊙	⊙	○	●	●	●	●	◑	○	●	○	○	●	○	◑
Wein	20	⊕	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Weinsäure, wässrig	60	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Weißlauge	100	⊙	⊙	◑	●	●	◑	○	⊙	◑	●	◑	○	●	●	⊙
Weißöl	20	●	⊕	◑	◑	⊙	●	●	●	●	⊙	●	⊙	●	⊙	●
Whisky	20	⊙	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Wollfett	50	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	◑	●	●	●
Xylamon	20	○	◑	○	○	○	●	◑	⊙	○	○	○	○	●	○	⊙
Xylol	20	○	○	○	○	○	●	◑	○	○	○	○	○	●	○	○
Zeolite	20	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Zinkacetat	20	●	●	◑	◑	●	●	●	●	◑	●	◑	●	●	○	●
Zinn(II)-chlorid, wässrig	80	⊙	⊙	◑	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Zitronensaft, unverdünnt	20	⊙	⊕	◑	⊕	⊕	●	☆	⊕	●	⊕	●	●	●	●	●
Zitronensäure, wässrig	60	⊙	⊙	◑	●	●	●	☆	⊕	●	●	●	●	●	●	⊕
Zuckersirup	60	⊙	⊙	⊙	●	●	●	●	⊕	●	●	●	●	●	⊕	⊕

● = Geringer oder kein Angriff

◑ = Schwacher bis mäßiger Angriff

○ = Starker Angriff bis vollständige Zerstörung

[1] Prüftemperatur in °C

⊕ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich geeignet, vor Einsatz prüfen. Bitte Rückfrage.

⊙ = Keine Daten vorhanden, wahrscheinlich nicht geeignet. Bitte Rückfrage.

☆ = Besonderer Mischungsaufbau erforderlich. Bitte Rückfrage.

VORSCHLAG FÜR LAGERUNG

(in Anlehnung an die Revision der ISO 2230 vom 16.09.1992)

LAGERBEDINGUNGEN

Die Lagerungstemperatur muss unter 25 °C liegen; die Teile müssen fern von direkten Wärmequellen lagern und dürfen keiner direkten Sonneneinstrahlung ausgesetzt werden. Die relative Luftfeuchte muss so sein, dass bei Temperaturänderungen im Lagerraum keine Kondensation eintritt. Die Einwirkung von Ozon und ionisierender Strahlung muss grundsätzlich ausgeschlossen sein.

Verpackung

Alle Werkstoffe für Behälter, zum Abdecken und Einwickeln müssen frei von Substanzen sein, die einen Abbau-Effekt auf Elastomere haben.
Als Verpackungsmaterial kommen z.B. beschichtetes Kraftpapier, Aluminiumfolie oder undurchsichtige PE-Folie (min. 0,075 mm Stärke) in Frage.

Die verpackten Teile müssen folgende Beschriftung haben:

a)	Teile-/Artikelnummer des Herstellers	ISC O-Ring 20-2/335674
b)	Beschreibung des Polymer	72 NBR 872
c)	Quartal und Jahr der Herstellung des Elastomer-Teils	1/99
d)	die Klassifikation des Elastomers (Gruppe)	Gruppe 2
e)	Anzahl der Packungen	10 Stück
f)	Name oder Handelsmarke des Herstellers	Freudenberg Sealing Technologies.

Die Elastomererzeugnisse werden in drei Gruppen eingeteilt:

		1. Lagerzeit in Jahren	1. Verlängerung in Jahren
Gruppe 1	NR, AU, EU, SBR	5	2
Gruppe 2	NBR, HNBR, ACM, AEM, XNBR, ECO, CIIR, CR, IIR	7	3
Gruppe 3	FKM, VMQ, EPDM, FVMQ, PVMQ, FFKM, CSM	10	5

Weitere Verlägerungen sind unter Umständen möglich, aber nur nach Rücksprache mit der jeweiligen Fachabteilung. Die Fachabteilung nimmt entsprechende Prüfungen vor und entscheidet, ob die Erzeugnisse weiter Verwendung finden oder verworfen werden müssen.

ZUR BEGUTACHTUNG DER ELASTOMERTEILE NACH DER ERSTEN LAGERZEIT FOLGENDE VORSCHLÄGE:

1) Prüfung entsprechend der jeweiligen Produktspezifikation. Ist in der jeweiligen Produktspezifikation eine solche Maßnahme nicht vorgesehen:

2) Sichtkontrolle
   Jedes Teil oder jede Komponente in der repräsentativen Probe ist wie folgt zu kontrollieren:
   - bleibende Verformung, wie Falten oder Flachstellen
   - mechanische Schäden, wie Schnitte, Risse, abgeriebene Stellen oder gelöste Lagen
   - Rißbildung an der Oberfläche, beobachtet unter einer Lupe mit 10facher Vergrößerung
   - Änderungen des Zustandes der Oberfläche, wie Verhärtung, Erweichung, Klebrigkeit, Verfärbung und Verschmutzung.

Von den gelagerten Teilen oder Komponenten ist eine Aufzeichnung der geprüften Merkmale zu führen. Wenn die durchgeführten Prüfungen zahlenmäßige Ergebnisse liefern, so müssen die Aufzeichnungen eine Angabe des annehmbaren Vertrauensbereichs der Mittelwerte jedes geprüften Parameters enthalten.

Eine Aufzeichnung muss auch folgendes enthalten:

a) die gelagerte Menge jedes Teils oder jeder Komponente, das Datum des ersten Verpackens, das Datum des Einlagerns

b) das Datum jedes folgenden Wiederverpackens

c) die Chargennummer des Herstellers

d) die Zahl der Teile oder Komponenten, die eine repräsentative Probe dieser Teile oder Komponenten bilden.

© Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG | Technisches Handbuch

ZUSAMMENFASSUNG DER ERWÄHNTEN NORMEN

DIN 3760	Radialwellendichtringe
DIN 3761	Radialwellendichtringe für Kraftfahrzeuge
DIN 3771	O-Ringe – Fluidtechnik
DIN 7168	Allgemeintoleranzen (Freimaßtoleranzen)
DIN 7715	Gummiteile Zulässige Maßabweichungen
DIN 7716	Erzeugnisse aus Gummi Richtlinien für Lagerung, Wartung und Reinigung
DIN 7724	Gruppierung polymerer Werkstoffe aufgrund ihres mechanischen Verhaltens.
DIN 9088	Luft- und Raumfahrt-Richtlinien für die zulässigen Lagerzeiten von Erzeugnissen aus Elastomeren
DIN 16901	Kunststoff-Formteile; Toleranzen und Abnahmebedingungen für Längenmaße
DIN 24320	Druckflüssigkeiten der Kategorie HFAE- und HFAS, Eigenschaften und Anforderungen
DIN 51524	Druckflüssigkeiten – Hydrauliköle – HL, HLP, HVLP
DIN 51604	FAM-Prüfkraftstoff für Polymerwerkstoffe; Zusammensetzung und Anforderungen
DIN 52612	Wärmeschutztechnische Prüfungen Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit mit dem Plattengerät; Durchführung und Auswertung
DIN EN ISO 6721	Prüfung von polymeren Werkstoffen; Torsionsschwingungsversuch
DIN EN ISO 1183	Prüfung von Kunststoffen und Elastomeren Bestimmung der Dichte
DIN 53504	Prüfung von Elastomeren Zugversuch
DIN 53505	Prüfung von Gummi und Kautschuk Härteprüfung nach Shore A und D
DIN ISO 34-1	Prüfung von Elastomeren Weiterreißversuch mit der Streifenprobe
DIN 53508	Prüfung von Elastomeren Künstliche Alterung von Weichgummi
DIN 53509	Prüfung von Kautschuk und Gummi Bestimmung der Beständigkeit gegen Rissbildung unter Ozoneinwirkung
DIN 53512	Prüfung von Elastomeren Bestimmung der Rückprallelastizität
DIN 53513	Prüfung von Kautschuk und Elastomeren Bestimmung der viskoelastischen Eigenschaften von Gummi bei erzwungenen Schwingungen außerhalb der Resonanz
DIN 53516	Prüfung von Kautschuk und Elastomeren Verschleißversuch, Bestimmung des Abriebs
DIN ISO 815	Prüfung von Elastomeren Bestimmung des Druckverformungsrests bei Umgebungs-, erhöhten oder niedrigen Temperaturen.
DIN 53533	Prüfung von Elastomeren; Prüfung der Wärmebildung und des Zermürbungswiderstandes im Dauerschwingversuch
DIN 53538	Prüfung von Elastomeren; Standard Referenz-Elastomer Bestimmung des Verhaltens von Mineralölprodukten gegenüber Nitrilkautschukvulkanisaten
DIN 53545	Prüfung von Elastomeren; Bestimmung des Verhaltens bei tiefen Temperaturen (Kälteverhalten), Begriffe, Zeichen und Prüfverfahren

DIN 53546	Prüfung von Elastomeren; Bestimmung der Kältesprödigkeitstemperatur bei Schlagbeanspruchung
DIN ISO 1817	Prüfung von Kautschuk und Gummi Bestimmung des Verhaltens gegen Flüssigkeiten
DIN ISO 48	Elastomere und thermoplastische Elastomere Bestimmung der Härte
DIN ISO 1629	Kautschuk und Latices Einteilung Kurzzeichen
VDMA 24317	Fluidtechnik Schwerentflammbare Druckflüssigkeiten Technische Mindestanforderungen
ASTM D 395	Test Methods for Rubber Property-Compression Set
ASTM D 471	Test Method for Rubber Property-Effect of Liquids
ASTM D 746	Test Method for Brittleness Temperature of Plastics and Elastomers by Impact
ASTM D 945	Test Methods for Rubber Properties in Compression or Shear (Mechanical-Oscillograph)
ASTM D 1418	Practice for Rubber and Rubber Latices-Nomenclature
ASTM D 1600	Abbreviations of Terms relating to Plastics
ASTM D 2000	Classification System for Rubber Products in Automotive Applications

DIN-Normblätter können bezogen werden über:
Beuth-Vertrieb GmbH,
10719 Berlin, Uhlandstraße 175,
sowie
50672 Köln, Friesenplatz 16
ASTM-Vorschriften können ebenfalls über den
Beuth-Vertrieb bezogen werden.

© Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG | Technisches Handbuch

Freudenberg Sealing Technologies GmbH
Höhnerweg 2–4
69469 Weinheim
Germany

www.fst.com