

## Technische Informationen



Werkstoffe » Chemische Beständigkeiten » Hinweise zu Fluorkunststoffen, Rührwellen und Schläuchen » Gewindebestimmung » Umrechnungstabellen

# BOLA Werkstoffe

## Fluorkunststoffe

Gehören zur Gruppe der Thermoplaste. Mit zunehmenden Fluorgehalt steigt die chemische und thermische Belastbarkeit der Fluorpolymere.

Herausragende Eigenschaften sind:

- » universell chemikalienbeständig
- » thermisch dauerbelastbar  $-200\text{ °C}$  bis  $+260\text{ °C}$
- » beliebig sterilisierbar
- » unbrennbar
- » licht- und witterungsbeständig
- » antihaftend
- » sehr geringer Reibungskoeffizient
- » unzerbrechlich
- » physiologisch unbedenklich
- » geruchs- und geschmacksneutral
- » UV-beständig

### PTFE – Polytetrafluorethylen

1938 von Forschern des Chemiekonzerns DuPont (USA) entdeckt, gelangte 1946 in den Handel. Teilkristalliner Fluorkunststoff, zählt zur Gruppe der Thermoplaste (ist jedoch nicht spritzgießbar).

Das Fluoratom in Verbindung mit Kohlenstoff, sowie die nahezu vollständige Abschirmung der unverzweigten Kohlenstoffkette durch Fluoratome, bewirken eine außerordentliche Beständigkeit in chemischer wie thermischer Sicht.

Die thermische Belastbarkeit reicht von  $-260\text{ °C}$  bis  $+300\text{ °C}$  (z.B. keine Versprödung in siedendem Helium bei  $-269\text{ °C}$ ). Dieser Temperaturbereich wird von keinem anderen handelsüblichen Kunststoff erreicht.

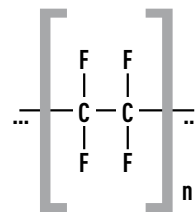
Dauergebrauchstemperaturen richten sich nach den jeweils vorliegenden Beanspruchungen. Bei mäßiger mechanischer Beanspruchung Einsatz von  $-200\text{ °C}$  bis  $+260\text{ °C}$ .

Laborgeräte aus PTFE sind weiß, die Oberfläche ist nicht adhäsiv und hat eine extrem gute Gleiteigenschaft. Sie werden im isostatischen Pressverfahren oder spanabhebend aus gepresstem PTFE-Halbzeug gefertigt.

### PTFE – TFM

Weiterentwicklung des klassischen Polytetrafluorethylens, mit zusätzlichem Modifizier Perfluorpropylvinylether (PPVE).

Durch ein um den Faktor fünf geringeres Molekulargewicht und eine homogenere Kristallitstruktur verschmelzen die einzelnen Partikel zu einem porenarmen Polymergefüge. Im Vergleich zum klassischen PTFE verbessert sich so die Dichtigkeit um den Faktor zwei, die Barrierewirkung bei analoger Wandstärke bis auf das Doppelte. Dies wirkt sich besonders vorteilhaft bei höheren Temperaturen aus. PTFE TFM ist nahezu universell chemisch resistent und verfügt über eine extrem glatte Oberfläche, die das Festsetzen von Verunreinigungen zuverlässig verhindert. Mit speziellen Methoden lässt es sich sogar einfach und sicher verschweißen. Das Material ist deshalb ideal geeignet für den Einsatz bei Druckaufschlüssen oder beispielsweise bei Dichtungen.



### Handelsname

Teflon®  
von DuPont  
Hostaflon®  
von Dyneon  
Fluon®  
von ICI Fibres

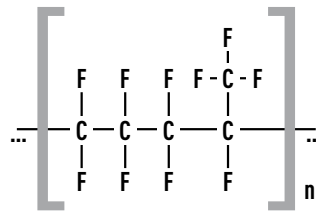
### FEP – Perfluorethylenpropylen-Copolymer

1960 auf dem Markt eingeführt. Im Schmelzverfahren verarbeitetes Polymer aus fluoriertem Kohlenwasserstoff mit hochmolekularer, teilkristalliner Struktur.

Es vereinigt in sich alle herausragenden Eigenschaften von PTFE, lediglich die obere Grenze der Dauergebrauchstemperatur liegt bei diesem Werkstoff niedriger (max. +205 °C).

Klassischer Thermoplast, die Verarbeitung mit den bekannten Methoden ist möglich, wobei lediglich die hohe Viskosität der Verarbeitungsgeschwindigkeit Grenzen setzt.

Laborgeräte aus FEP sind durchscheinend bis transparent und porenfrei.



#### Handelsname

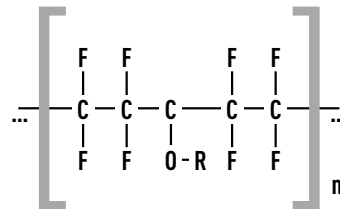
Teflon®  
von DuPont  
Neoflon®  
von Daikin

### PFA – Perfluoralkoxy

Fluorierte Kohlenwasserstoffe mit hochmolekularer, teilkristalliner Struktur.

Gegenüber dem PTFE besitzt es zusätzliche Seitenketten aus perfluorierten Alkoxygruppen. Dieser thermoplastisch verarbeitbare Fluorkunststoff ist in seinen Eigenschaften, chemisch wie thermisch, dem PTFE ebenbürtig.

Laborgeräte aus PFA sind durchscheinend bis transparent, porenfrei und kommen vorwiegend zum Einsatz, wenn mit ultrareinen Stoffen gearbeitet wird.



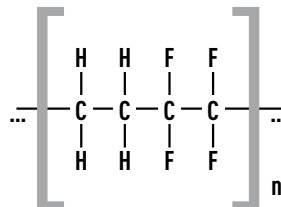
#### Handelsname

Teflon®  
von DuPont  
Hostaflon®  
von Dyneon

### ETFE – Ethylen-Trifluorchlorethylen

Modifiziertes Ethylen-Tetrafluorethylen-Copolymer. Im Gegensatz zum Homopolymer PTFE, das nur mit Press- und Sintertechniken verarbeitbar ist, kann das modifizierte Copolymersat ETFE thermoplastisch verarbeitet werden. D.h. dieser Kunststoff kann mit geeigneten Maschinen spritzgegossen werden.

Im Labor ist dieser Werkstoff als Compound mit Glasfaserbeimischung z.B. als Kappen oder Verschraubungen im Einsatz.

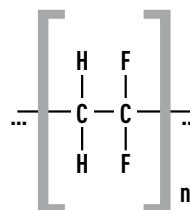


#### Handelsname

Tefzel®  
von DuPont  
Hostaflon ET®  
von Dyneon

### PVDF – Polyvinylidenfluorid

Thermoplastisch, wie auch im Zerspanungsverfahren verarbeitbarer Fluorkunststoff. Gute bis sehr gute chemische Beständigkeit. Wesentlich härter und steifer als PTFE. Der Temperaturanwendungsbereich ist aber kleiner als beim „großen Bruder“ PTFE. Gegenüber anderen Fluorkunststoffen bietet PVDF in vielen Anwendungsfällen Vorteile durch die leichte Verarbeitbarkeit, seine hohen mechanischen Werte und sein niedriges spezifisches Gewicht.

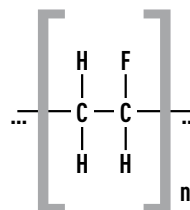


#### Handelsname

Solef®  
von Solvay  
Dyflor®  
von Dynamit

### PVF – Polyvinylfluorid

Durch das enthaltene Fluor erfolgt eine stärkere chemische Bindung als in normalen Polymeren, was zu einer deutlichen Verbesserung der Eigenfestigkeit führt. PVF zeigt im Temperaturbereich von -70 °C bis +110 °C hervorragende Eigenschaften, wobei ca. +200 °C problemlos verkraftet werden. Polyvinylfluorid enthält keine Weichmacher, ist beständig gegen Ausbleichen und lässt sich auf Grund seiner schmutzabweisenden Oberfläche leicht reinigen. Typischerweise werden aus PVF Folien und Beutel zur Gasanalyse hergestellt.



#### Handelsname

Tedlar®  
von DuPont

# BOLA Werkstoffe

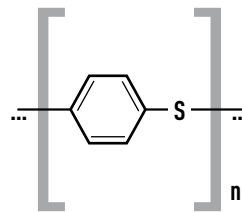
## Technische Kunststoffe

Werden vorrangig im höheren Temperaturbereich eingesetzt.  
Zu den bekanntesten Vorteilen zählen:

- » geringer Abrieb
- » keine Korrosion
- » hervorragende Gleiteigenschaften
- » hohe Festigkeit
- » gute chemische Beständigkeit
- » Maßhaltigkeit
- » hohe Temperaturbeständigkeit

### PPS – Polyphenylensulfid

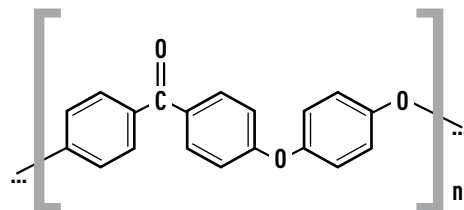
Neuer technischer Hochleistungswerkstoff. Phenylringe und Schwefelatom bilden das Rückgrat dieses Makromoleküls und verleihen ihm eine hohe Gebrauchstemperatur bei guter chemischer Beständigkeit. PPS bietet sich für die Herstellung mechanisch und thermisch hoch belasteter Formteile an. Das gängigste Verarbeitungsverfahren für diesen Werkstoff ist das Spritzgussverfahren; daneben können auch Einzelteile durch Zerspanung von Halbzeugen hergestellt werden. Besonders die mit Glasfaser verstärkten Typen heben die Steifigkeit und Festigkeit sowie die Wärmeformbeständigkeit gegenüber dem unverstärkten Typen deutlich an.



**Handelsname**  
Fortron®  
von Hoechst  
Ryton®  
von Phillips  
Petroleum  
Chemicals  
Alton®  
Intern. Polymer  
Corp.

### PEEK – Polyetheretherketon

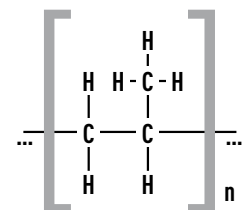
Hochtemperaturbeständiger, teilkristalliner Thermoplast. Aufgrund seines ausgewogenen, herausragenden Eigenschaftsprofils wird PEEK für hochwertige und mechanisch hochbelastbare Bauteile eingesetzt. Die hohe obere Gebrauchstemperatur (+250 °C), die gute chemische Resistenz und die Hydrolysebeständigkeit, sowie die hohen mechanischen Werte lassen PEEK als einen Werkstoff der Zukunft erscheinen. Bauteile aus PEEK werden im Labor als HPLC-Fittings, Verschraubungen und Schläuche genutzt. Die Farbe ist uneingefärbt braun, das Preisniveau liegt deutlich über dem von PTFE oder PFA.



**Handelsname**  
Victrex®  
von Victrex  
Hostatec®  
von Hoechst

### PP – Polypropylen

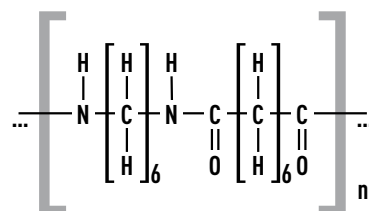
Ein Polymerisat des Ethylens mit isotaktischer Anordnung von Methylgruppen. Es gehört nicht zur Gruppe der Fluorkunststoffe. Das Material ist sterilisierbar (bei +121 °C) und hat bis dicht an die Erweichungsgrenze gute mechanische und chemische Eigenschaften. Laborgeräte aus PP sind unzerbrechlich und eine wirtschaftliche Alternative bei geringeren Anforderungen an die chemische oder thermische Beständigkeit.



**Handelsname**  
Norolen®  
von BASF  
Hostalen®  
von BASF

### PA – Polyamid

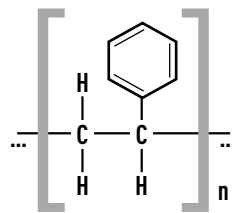
Kondensationsprodukte von Diaminen mit Dicarbonsäuren, z.B. Adipinsäuren und Hexamethyldiamin oder Kondensationsprodukte von Aminosäuren bzw. deren Lactamen, z.B. Caprolactam. Polyamide werden in der Regel nach der Zahl der Kohlenstoffatome ihrer Monomere bezeichnet, so PA 6 = Poly-Caprolaktam bis PA 12 = Poly-Laurinlactam. Das am meisten eingesetzte Polyamid ist PA 6. Alle Polyamide zeichnen sich durch eine hohe Zähigkeit, Festigkeit und Abriebfestigkeit aus. Der Einsatzbereich erstreckt sich von einfachen Drehteilen, wie Schrauben oder Muttern bis hin zu Gleitlagern oder Zahnrädern.



**Handelsname**  
Ultradid®  
von BASF  
Durethan®  
von Bayer  
Grilon®  
von Ems  
Chemie

### PS – Polystyrol

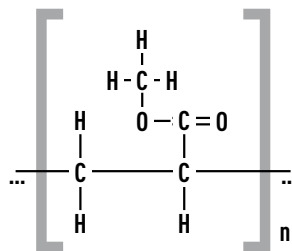
Ein Polymerisationsprodukt des Styrols. Das Polystyrol ist einer der am meisten eingesetzten Kunststoffe überhaupt. Es wird schon seit vielen Jahren im Spritzguss-, wie auch im Extrusions- und Blasverfahren verarbeitet. In Folge seines Strukturaufbaus ist es glasklar, starr und spröde. Polystyrol ist chemisch wie thermisch nur gering belastbar.



**Handelsname**  
Lacqrene®  
von ATO  
Vestyron®  
von Innovene  
Edistir®  
von Montedison

### PMMA – Polymethylmethacrylat

Ein Acrylharz auf Basis der Methacrylsäure-Methylester. Bekannt wurde es unter dem Handelsnamen Plexiglas. PMMA ist wesentlich elastischer als Fensterglas (ca. 60-mal), ist aber um ca. 10-mal durchlässiger als Silikatgläser. Die Oberflächenhärte entspricht natürlich nicht der des Glases, aber sie lässt sich, im Gegensatz zu vielen anderen Werkstoffen, auf Hochglanz polieren. In Bezug auf das Gewicht ist das Polymethylmethacrylat deutlich leichter als das gewöhnliche Fensterglas.



**Handelsname**  
Plexiglas®  
von Röhm  
Perspex®  
von ICI  
Oroglas®  
von Rohm and Haas

## Elastomere

Zeichnen sich dadurch aus, dass sie sich bereits bei geringer Krafteinwirkung dehnen und biegen lassen und ohne Krafteinwirkung wieder zurückstellen, also ihre ursprüngliche Form einnehmen. Als O-Ringe, Flachdichtungen oder als Federelement finden diese Kunststoffe Verwendung.

### NBR – Acrylnitril-Butadien-Kautschuk

Elastomer auf Acrylnitril-Butadien-Kautschuk Basis, das als sehr preisgünstiger Dichtwerkstoff (z.B. O-Ringe für Hahnkükken) eingesetzt wird. Dieses Material weist eine gute Beständigkeit in Mineralölen und -fetten, HFA, HFB und HFC-Druckflüssigkeiten auf. Auch besitzt es eine sehr gute Elastizität. Das Material PERBUNAN® (so sein bekannter Handelsname von der BAYER AG) ist nicht beständig gegen Bremsflüssigkeiten auf Glycolbasis, HFD-Flüssigkeiten, Aromate (z.B. Benzol), Ester, Ketone und Amine sowie in konzentrierten Säuren und Laugen. Daher kann es nicht als idealer Werkstoff für die Chemie angesehen werden.

### FPM – Fluorkautschuk

Ein Elastomer auf Fluor-Kautschuk Basis, besser bekannt als VITON® (DuPont), aus dem allerlei O-Ringe, Nutringe, Lippenringe und Dachmanschetten hergestellt werden. Es zeichnet sich durch seine besondere Beständigkeit bei Hitze, Chemikalien, Witterung und Ozon aus. Gut beständig in geschwefelten Mineralölen und -fetten, schwer entflammabaren HFD-Flüssigkeiten (Basis-Phosphorester oder chlorierte Kohlenwasserstoffe). Nicht beständig gegen: wasserfreies Ammoniak, Natron- und Kaliumlaugen, Ketone, Äther, Dioxan, bestimmte Amine und organische Säuren. Meist kommt FPM bei BOLA-Produkten als Dichtung zum Einsatz; oft sogar durch eine PTFE-Dichtlippe vor dem Medium geschützt.

### EPDM

EPDM 3 ist ein Elastomer auf Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk Basis welches hauptsächlich für Dichtungen und O-Ringe eingesetzt wird. Die Hauptanwendungen liegen im Bereich von Heißwasser, Dampf- und Waschlauge-Umgebungen. Es ist nicht beständig gegen Hydraulikflüssigkeiten auf Mineralölbasis, aber sehr gut witterungs-, ozon- und alterungsbeständig. BOLA setzt hauptsächlich O-Ringe aus EPDM dort ein, wo O-Ringe aus VITON® von DuPont aufquellen oder angegriffen werden würden.

### FFKM – Perfluorkautschuk

Elastischer Dichtwerkstoff mit natürlichem Rückstellungsvermögen, sowie guten Anpassungseigenschaften an die Dichtflächen bei gleicher chemischer Beständigkeit wie PTFE. Die O-Ringe aus diesem Material zeichnen sich durch eine außergewöhnlich hohe chemische und thermische Widerstandsfähigkeit aus. Dichtungen aus FFKM widerstehen dem Angriff von nahezu allen Chemikalien und sind auch unter Langzeitbedingungen bei +260 °C einsetzbar. Perfluorkautschuk ist unter den Markennamen KALREZ® von DuPont bzw. CHEMRAZ® von Greene Tweed im Handel.

# Werkstoffe - Physikalische Eigenschaften

Allgemein	Norm	Einheit	PTFE <sup>1</sup>	PFA	FEP	ETFE	ECTFE	PVDF	PP	PA	PS	PMMA <sup>3</sup>	PPS	PEEK
Dichte	DIN 53 479	g/cm <sup>3</sup>	2,14-2,19	2,12-2,17	2,12-2,17	1,71-1,78	1,67-1,70	1,75-1,78	0,904-0,907	1,10-1,15	1,04-1,05	1,19	1,65	1,32
ob. Dauergebrauchstemperatur, oh. Belast.		°C	250-260	250-260	200-205	150-180	150-180	150-170	90-100	80-100	55-70	80	250	260
Brennbarkeit			unbrennbar	unbrennbar	unbrennbar	selbstverlöschend	selbstverlöschend	selbstverlöschend	brennbar	brennbar	brennbar	ja	selbstverlöschend	V-0
Wasseraufnahme	DIN 53 495	%	<0,01	0,03	<0,01	<0,1	<0,1	0,03	<0,05	9-10	<0,3	—	0,02	0,5
Transparenz			opak	milchig opak	milchig opak	milchig opak	milchig opak	opak	milchig opak	milchig opak	transparent	transparent	schwarz	
Strahlenbeständigkeit		MGy	0,006	0,040	0,010	0,030	0,010	0,100	0,020	0,040	10	0,050	—	
Lebensmittelechtheit			Ja	Ja	Ja	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	
<b>Mechanisch</b>	<b>Norm</b>	<b>Einheit</b>	<b>PTFE<sup>1</sup></b>	<b>PFA</b>	<b>FEP</b>	<b>ETFE</b>	<b>ECTFE</b>	<b>PVDF</b>	<b>PP</b>	<b>PA</b>	<b>PS</b>	<b>PMMA<sup>3</sup></b>	<b>PPS</b>	<b>PEEK</b>
Reißfestigkeit b. 23 °C	DIN 53 456	N/mm <sup>2</sup>	29-39	27-32	19-25	36-48	41-54	38-50	25-40	40-60	35-60	72	195	
bei 70 °C			—	—	—	—	—	—	18-28	18-28	28-38	35	150	
bei 150 °C			14-20	15-21	4-6	8-12	3,5-4,5	7,5-10,5	—	—	—	—	70	
Streckgrenze bei 23 °C	DIN 53 455	N/mm <sup>2</sup>	10	14	12	24	34	46	25-40	40-80	32-57	—	—	97
Reißdehnung bei 23 °C	DIN 53 455	%	200-500	300	250-350	200-500	200-300	20-250	400-800	40-280	2-4	—	1,9	50
Zug-E-Modul bei 23 °C	DIN 53 457	N/mm <sup>2</sup>	400-800	650	350-700	500-1200	1200-1800	800-1800	1100-2100	1600-2000	2900-3500	3300	14700	3600
Grenzbiegespannung bei 23 °C	DIN 53 452	N/mm <sup>2</sup>	18-20	15	—	25-30	50	55	45-60	40-60	bricht	—	—	
Biege-E-Modul	DIN 53 457	N/mm <sup>2</sup>	600-800	650-700	660-680	1000-1500	1700	1200-1400	800-1500	1000-1600	3000-3400	—	—	
Kugeldruckhärte 132/60	DIN 53 456	N/mm <sup>2</sup>	25-30	25-30	23-29	34-40	55-65	62-68	58-80	50-80	110-160	—	—	200
Rockwellhärte R	ASIM d-785		—	—	—	45-55	85-95	100-115	—	90-100	—	—	100	99
Shorehärte D	DIN 53 505		55-72	60-65	55-60	63-75	70-80	73-85	70-75	—	—	—	—	
Reibungskoeffizient dyn. gegen Stahl, trocken	<sup>2</sup>		0,05-0,2	0,2-0,3	0,3-0,35	0,3-0,5	0,65	0,2-0,4	0,3-0,5	0,3-0,35	—	0,5	0,4	
<b>Thermisch</b>	<b>Norm</b>	<b>Einheit</b>	<b>PTFE<sup>1</sup></b>	<b>PFA</b>	<b>FEP</b>	<b>ETFE</b>	<b>ECTFE</b>	<b>PVDF</b>	<b>PP</b>	<b>PA</b>	<b>PS</b>	<b>PMMA<sup>3</sup></b>	<b>PPS</b>	<b>PEEK</b>
Schmelztemperatur	ASTM 2116	°C	327	300-310	253-282	265-275	240-247	165-178	158-167	215-221	—	—	285	335
Formbeständigkeit i. d. Wärme A (18,5)Kp/cm <sup>3</sup>	DIN 53 461	°C	50-60	—	51	71-74	76	80-92	55-60	55-80	70-88	105	—	152
Wärme B (14,6) Kp/cm <sup>3</sup>	DIN ISO R 75		130-140	—	70	104	115	146-150	85-95	165-195	76-100	—	—	
Linearer Wärmeausdehnungskoeffizient		1K x 10 <sup>-5</sup>	10-16	10-16	8-14	8-12	4-8	8-12	15-18	6-12	6-8	7	2,6-4,8	
Wärmeleitfähigkeit bei 23 °C	DIN 52612	W/K x m	0,23	0,22	0,20	0,23	0,15	0,17	0,22	0,21-0,23	0,15-0,16	0,19	0,20	0,25
spezifische Wärme bei 23 °C		Kj /Kg x K	1,01	1,09	1,17	1,95	—	1,38	1,68	1,5-2,1	1,18-1,34	—	—	2,16
Sauerstoffindex		%	>95	>95	>95	30	60	43	<30	<30	<30	1,47	56	35
<b>Elektrisch</b>	<b>Norm</b>	<b>Einheit</b>	<b>PTFE<sup>1</sup></b>	<b>PFA</b>	<b>FEP</b>	<b>ETFE</b>	<b>ECTFE</b>	<b>PVDF</b>	<b>PP</b>	<b>PA</b>	<b>PS</b>	<b>PMMA<sup>3</sup></b>	<b>PPS</b>	<b>PEEK</b>
Dielektrizitätskonstante bei 10 <sup>3</sup>	DIN 53 483		2,0-2,1	2,06-2,1	2,1	2,6	2,6	7,8-9,0	2,26-2,4	4-12	2,4-2,74	3,6	4,0	3,2
bei 10 <sup>6</sup>			2,0-2,1	2,06-2,1	2,06-2,1	2,6	2,5	6,4-7,6	2,25	3,5-9	2,5	2,7	4,1	3,2
Dielektrischer Verlustfaktor bei 10 <sup>3</sup>	DIN 53 483	10 <sup>-4</sup>	0,3-0,5	0,2	2-8	6-8	90	120-200	<4	270-2700	1-20	0,06	2	3,0
bei 10 <sup>6</sup>			0,7-1,0	0,8	2-8	50	90	1500-1900	<5	300-3300	1-14	0,02	20	
spezif. Durchgangswiderstand	DIN 53 482	Ω x cm	10 <sup>18</sup>	10 <sup>18</sup>	10 <sup>18</sup>	10 <sup>16</sup>	10 <sup>15</sup>	10 <sup>14</sup>	>10 <sup>14</sup>	10 <sup>12</sup>	>10 <sup>11</sup>	10 <sup>15</sup>	>10 <sup>13</sup>	5x10 <sup>16</sup>
Oberflächenwiderstand	DIN 53 482	Ω	10 <sup>17</sup>	10 <sup>17</sup>	10 <sup>16</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>13</sup>	>10 <sup>13</sup>	10 <sup>10</sup>	>10 <sup>13</sup>	5 x 10 <sup>13</sup>	>10 <sup>15</sup>	10 <sup>12</sup>
Kriechstromfestigkeit	DIN 53 480		KA3c	—	KA3c	—	—	KA1	KA3c	KA3a-b	KA2-1	600	—	KC 150
Lichtbogenfestigkeit	ASTM 495	sec	>360	—	>300	>75	135	>30	—	—	—	—	—	
Durchschlagfestigkeit	DIN 53 481	KV/mm	40-80	50-80	50-80	60-90	50-80	40-80	60-90	30-80	60-90	30	25-28	25
<b>Gasdurchlässigkeit</b>	<b>Norm</b>	<b>Einheit</b>	<b>PTFE<sup>1</sup></b>	<b>PFA</b>	<b>FEP</b>	<b>ETFE</b>	<b>ECTFE</b>	<b>PVDF</b>	<b>PP</b>	<b>PA</b>	<b>PS</b>	<b>PMMA<sup>3</sup></b>	<b>PPS</b>	<b>PEEK</b>
Stickstoff Durchlass		cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> d/bar	0,7	—	3,8	4,7	1,5	0,06	4,3	0,5	0,27	1	—	
Sauerstoff Durchlass		cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> d/bar	2,05	—	30	15,6	0,39	0,05	19	1,2	2,35	1	—	
Kohlendioxid Durchlass		cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> d/bar	5,7	—	60	38	17	0,2	61	4	8	—	4	
Wasserdampf Durchlass		g/m <sup>2</sup> /d	0,03	—	2	0,6	9	4,5	2,1	1	14	300	—	

<sup>1</sup> Nicht spritzbarer Thermoplast >> <sup>2</sup> Keine genormte Prüfung. Die Reibzahl wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst. Die Angaben sind nur grobe Richtwerte.

<sup>3</sup> Zum Teil abweichendere Prüfnormen als angegeben; weitere physikalische Eigenschaften unter Angabe der verwendeten Prüfnormen auf Anfrage.

Alle Angaben ohne Gewähr.

# Werkstoffe - Chemische Beständigkeit

## Hinweis

Die Angaben in unserem Katalog basieren auf unseren heutigen technischen Kenntnissen und Erfahrungen, sowie auf vorhandener Literatur und den Angaben der Rohstoffhersteller. Diese befreien den Anwender unserer Produkte jedoch nicht von eigenen Prüfungen.

Bestimmte Eigenschaften oder Einsatzmöglichkeiten können weder ausdrücklich noch stillschweigend aus unseren Unterlagen abgeleitet werden. **Wir können daher keine Gewährleistung übernehmen und schließen jeglichen Schadensersatzanspruch aus.**

## Substanzgruppen

Substanzgruppen bei +20 °C	PTFE	PFA	FEP	ETFE	ECTFE	PVDF	PP	PA	PS	PMMA
Aldehyde	+	+	+	+	+	+	o	o	-	-
Alkohole	+	+	+	+	+	+	+	-	o	o
Amine	+	+	+	+	+	o	o	o	+	-
Basen/Laugen	+	+	+	+	+	+	+	o	o	-
Ester	+	+	+	+	+	o	+	+	-	-
Ether	+	+	+	o	o	o	o	o	-	-
Glykole	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o
Ketone	+	+	+	o	o	o	o	+	-	-
Kohlenwasserstoff, aliphatisch	+	+	+	+	+	+	o	+	-	-
Kohlenwasserstoff, aromatisch	+	+	+	+	+	+	o	+	-	-
Kohlenwasserstoff, halogeniert	o	+	+	+	+	+	o	o	-	-
Minerölöle	+	+	+	+	+	+	-	+	+	o
Oxidationsmittel, stark	+	+	+	o	o	+	o	-	-	-
Pflanzenöle	+	+	+	+	+	+	o	+	+	o
Säuren anorganisch	+	+	+	o	o	+	+	-	+	o
Säuren organisch	+	+	+	o	o	+	+	-	o	+
Schmieröle	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

### Legende

- +** sehr gute Beständigkeit – bei Einwirkung von mehr als 30 Tagen keine oder nur geringe Schädigung.
- o** bedingt beständig – bei längerer Einwirkung kann je nach Kunststoff eine Schädigung auftreten. (Haarisse, nachlassende mechanische Festigkeit, Verfärbungen, usw.)
- unbeständig – kann zur Zerstörung des Kunststoffes, Deformation usw. führen.

## Substanzen

Substanz bei +20 °C	Konz. in %	PTFE	PFA	FEP	ETFE	ECTFE	PVDF	PP	PA	PS	PMMA
Acetaldehyd	100	+	+	+	+	+	+	o	-	-	o
Acetamid	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o
Acetanhydrid	100	+	+	+	+	+	-	o	-	-	-
Aceton	100	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-
Acetonitril	100	+	+	+	+	+	o	+	+	-	-
Acetophenon	100	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Acetylbenzol	100	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Acetylchlorid	100	+	+	+	+	+	+	o	o	-	-
Acetylen-tetrachlorid	100	+	+	+	-	-	+	-	+	-	-
Acetylsalicylsäure	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Acrylnitril	100	+	+	+	+	+	o	o	+	-	-
Acrylsäurebutylester	100	+	+	+	+	+	o	o	+	-	-
Acrylsäurethylester	100	+	+	+	+	+	o	o	+	-	-
Acrylsäurenitril	100	+	+	+	+	+	o	o	+	-	-
Adipinsäure	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Äther	100	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Ätzkali	100	+	+	+	+	+	+	+	o	o	o
Akkumulatorensäure	20	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
Akksäure	20	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
Alaune	100	+	+	+	+	+	+	+	-	o	-
Alkohol	100	+	+	+	+	+	+	+	-	o	o
Alkohol vergällt	100	+	+	+	+	+	+	+	-	o	o
Allyl-Acetat	100	+	+	+	+	+	+	+	-	o	-
Allylalkohol	100	+	+	+	+	+	+	+	-	o	-
Allylchlorid	100	+	+	+	+	+	o	o	-	-	-
Aluminiumacetat	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o
Aluminiumchlorid	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	o
Aluminiumfluorid	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Aluminiumhydroxid	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o
Aluminiumhydroxidacetat	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o
Aluminiumnitrat	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o
Aluminiumoxide	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o
Aluminiumsulfat	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o
Ameisensäure	100	+	+	+	+	+	+	+	-	+	o
Ameisensäureamid	100	+	+	+	+	+	+	+	o	-	-
Aminobenzol	100	+	+	+	o	o	+	+	+	-	o
Aminoessigsäure	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o
Aminomethan	100	+	+	+	+	+	+	+	-	o	+
Aminosäuren	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o
Ammoniak	100	+	+	+	+	+	+	+	o	o	-
Ammoniaklösung	100	+	+	+	+	+	+	+	o	o	-
Ammoniumacetat	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ammoniumalaun	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	-
Ammoniumaluminiumsulfat	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	-
Ammoniumcarbonat	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Ammoniumchlorid	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	-
Ammoniumfluorid	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	-

# Werkstoffe - Chemische Beständigkeit

## Substanzen

Substanz bei +20 °C	Konz. in %	PTFE	PFA	FEP	ETFE	ECTFE	PVDF	PP	PA	PS	PMMA	Substanz bei +20 °C	Konz. in %	PTFE	PFA	FEP	ETFE	ECTFE	PVDF	PP	PA	PS	PMMA
Ammoniumhydroxid	25	+	+	+	+	+	+	+	o	o	-	Bernsteinsäure	100	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
Ammoniumnitrat	100	+	+	+	+	+	+	+	o	o	o	Bier	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ammoniumoxalat	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	o	Bisulfit SO <sub>2</sub> -haltig	100	+	+	+	+	+	+	+	o	o	o
Ammoniumperoxodisulfat	100	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	Bitumen	100	+	+	+	+	+	+	o	+	+	o
Ammoniumpersulfat	100	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	Blausäure	100	+	+	+	+	+	+	+	o	o	o
Ammoniumphosphate	100	+	+	+	+	+	+	+	-	+	o	Blei(II)-acetat	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o
Ammoniumsulfat	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o	Bleitetraethyl	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	-
Ammoniumsulfid	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	-	Bleizucker	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o
Ammonitrat	100	+	+	+	+	+	+	+	o	o	o	Blutlaugensalz gelb	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	o
Ammonsalpeter	100	+	+	+	+	+	+	+	o	o	o	Blutlaugensalz rot	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	o
Ammonsulfat	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o	Borax	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o
Amylacetat	100	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	Bornanon-2	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o
Amylalkohol	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	o	Borsäure	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	o
Anilin	100	+	+	+	o	o	+	+	+	-	o	Bremsflüssigkeiten	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o
Anisol	100	+	+	+	+	+	+	o	+	-	-	Brennspiritus	100	+	+	+	+	+	+	+	-	o	o
Anon	100	+	+	+	+	+	+	o	+	-	-	Brom	100	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
Antichlor	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+	Brommethan	100	+	+	+	+	+	+	o	o	-	-
Antimon(III)-chlorid	100	+	+	+	+	+	+	+	-	+	o	Bromwasserstoffsäure	100	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Antimonbutter	100	+	+	+	+	+	+	+	-	+	o	Butadien-1,3	100	+	+	+	+	+	+	-	o	-	-
Antimontrichlorid	100	+	+	+	+	+	+	+	-	+	o	Butan	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o
Aqua Regia	100	+	+	+	+	+	o	-	-	-	-	Butandisäure	100	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
Arsen (V)-oxid Hydrat	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	-	Butanol	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	o
Arsensäure	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	-	Butanon-2	100	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
Asphalt	100	+	+	+	+	+	+	o	+	+	o	Butansäure	100	+	+	+	+	+	+	-	o	-	o
Ätzbaryt	100	+	+	+	+	+	+	o	+	+	-	Buttersäure	100	+	+	+	+	+	+	-	o	-	o
Ätznatron	85	+	+	+	+	+	+	+	o	+	-	Butylacetat	100	+	+	+	+	+	+	o	+	-	-
<b>B</b>												Butylalkohol	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	o
Bariumcarbonat	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Butylenglykole	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Bariumchlorid	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Butylether	100	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Bariumcyanid	100	+	+	+	+	+	+	-	+	+	o	Butylphenol, tert.	100	+	+	+	+	+	+	o	-	-	-
Bariumhydroxid	100	+	+	+	+	+	+	o	+	+	-	<b>C</b>											
Bariumsulfat	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o	Calciumacetat	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o
Bariumsulfid	100	+	+	+	+	+	+	o	+	+	o	Calciumbicarbonat	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Baryhydrat	100	+	+	+	+	+	+	o	+	+	-	Calciumcarbonat	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Benzaldehyd	100	+	+	+	+	+	+	+	+	-	o	Calciumchlorid	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	-
Benzin, aromatisch	100	+	+	+	+	+	+	o	+	-	-	Calciumhydrogencarbonat	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Benzin, Test	100	+	+	+	+	+	+	o	+	-	-	Calciumhydroxid	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	-
Benzin, unverbleit	100	+	+	+	+	+	+	o	+	-	-	Calciumhypochlorid	100	+	+	+	+	+	+	+	-	o	-
Benzin, verbleit	100	+	+	+	+	+	+	o	+	-	-	Calciumnitrat	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Benzoessäure	100	+	+	+	+	+	+	+	-	o	o	Calciumoxid	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Benzol	100	+	+	+	+	+	+	o	+	-	-	Calciumsulfat	100	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Benzoldiol-1,3	50	+	+	+	+	+	+	+	-	o	o	Calciumsulfid	100	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Benzolsulfonsäure	100	+	+	+	+	+	+	o	-	-	-	Campher	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o
Benzoylchlorid	100	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	Campheröl	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o
Benzylacetat	100	+	+	+	+	+	+	+	+	-	o	Camphora	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o
Benzylalkohol	100	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	Carbamid	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Benzylchlorid	100	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	Carbolsäure	100	+	+	+	+	+	+	o	-	-	-

### Legende

- + **sehr gute Beständigkeit** – bei Einwirkung von mehr als 30 Tagen keine oder nur geringe Schädigung.
- o **bedingt beständig** – bei längerer Einwirkung kann je nach Kunststoff eine Schädigung auftreten. (Haarrisse, nachlassende mechanische Festigkeit, Verfärbungen, usw.)
- **unbeständig** – kann zur Zerstörung des Kunststoffes, Deformation usw. führen.



# Werkstoffe - Chemische Beständigkeit

Substanz bei +20 °C	Konz. in %	PTFE	PFA	FEP	ETFE	ECTFE	PVDF	PP	PA	PS	PMMA
Cellulose®	100	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Cetylalkohol	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Chlor	100	+	+	+	+	+	+	○	-	-	-
Chlorhydrat	100	+	+	+	+	+	+	○	-	-	-
Chlorbenzol	100	+	+	+	+	+	+	○	+	-	-
Chloressigsäure	100	+	+	+	+	+	+	+	-	○	-
Chlorethan	100	+	+	+	+	+	+	○	○	-	-
Chlorethanol-2	100	+	+	+	+	+	+	○	-	-	-
Chlorethyl	100	+	+	+	+	+	+	○	○	-	-
Chlorethylen	100	+	+	+	○	○	+	-	-	-	-
Chlorfluorkohlenstoff CFK	100	+	+	+	+	+	+	+	-	○	○
Chlormethan	100	+	+	+	+	+	-	○	○	-	-
Chloroform	100	+	+	+	○	○	+	+	○	-	-
Chlor(o)schwefelsäure	100	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
Chlorpropen-3	100	+	+	+	+	+	○	○	-	-	-
Chlorsäure	25	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Chlorsulfonsäure	100	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
Chlortoluol	100	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
Chrom(VI)-oxid	100	+	+	+	+	+	+	+	-	○	-
Chromsäure	50	+	+	+	+	+	+	○	-	-	-
Chromsäureanhydrid	100	+	+	+	+	+	+	+	-	○	-
Chromschwefelsäure	100	+	+	+	+	+	+	○	-	-	-
Chromtrioxid	100	+	+	+	+	+	+	+	-	○	-
Citronensäure	10	+	+	+	+	+	+	+	-	+	○
Cumol	100	+	+	+	+	+	+	○	+	-	-
Cyankali	50	+	+	+	+	+	+	+	+	+	○
Cyanwasserstoff	100	+	+	+	+	+	+	+	○	○	○
Cyclohexan	100	+	+	+	+	+	+	○	+	-	-
Cyclohexanol	100	+	+	+	+	+	+	○	+	-	-
Cyclohexanon	100	+	+	+	+	+	+	○	+	-	-
<b>D</b>											
D-Glucose	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Decahydronaphthalin	100	+	+	+	+	+	+	○	+	-	○
Decalin	100	+	+	+	+	+	+	○	+	-	○
Decan	100	+	+	+	+	+	+	○	+	○	-
Dextrine	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Dextrose	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Diaceton	100	+	+	+	+	+	-	+	-	○	○
Diacetonalkohol	100	+	+	+	+	+	-	+	-	○	○
Diaminoethan	100	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Dibutylether	100	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Dichlorbenzol	100	+	+	+	+	+	+	○	+	-	-
Dichloressigsäure	100	+	+	+	+	+	+	+	-	○	-
Dichlorethane	100	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Dichlormethan	100	+	+	+	○	○	-	○	○	-	-
Dieselskraftstoff	100	+	+	+	+	+	+	+	+	-	○
Diethanolamin	100	+	+	+	+	+	-	+	+	○	○

## Legende

- + **sehr gute Beständigkeit** – bei Einwirkung von mehr als 30 Tagen keine oder nur geringe Schädigung.
- **bedingt beständig** – bei längerer Einwirkung kann je nach Kunststoff eine Schädigung auftreten. (Haarisse, nachlassende mechanische Festigkeit, Verfärbungen, usw.)
- **unbeständig** – kann zur Zerstörung des Kunststoffes, Deformation usw. führen.

Substanz bei +20 °C	Konz. in %	PTFE	PFA	FEP	ETFE	ECTFE	PVDF	PP	PA	PS	PMMA
Diethylamin	100	+	+	+	+	+	-	+	+	○	○
Diethylen glykol	100	+	+	+	+	+	+	+	+	○	○
Diethylenoxid	100	+	+	+	+	+	-	○	+	-	-
Diethylether	100	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Diethylketon	100	+	+	+	○	○	-	○	+	-	-
Diglykol	100	+	+	+	+	+	+	+	+	○	○
Dihydroxy-benzol	100	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+
Dihydroxybenzol-1,3	50	+	+	+	+	+	+	+	-	○	○
Diisobutylketon	100	+	+	+	○	○	-	○	+	-	-
Dimethylamin	100	+	+	+	+	+	-	+	+	○	○
Dimethylbenzole	100	+	+	+	+	+	+	○	+	-	-
Dimethylether	100	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Dimethylformamid	100	+	+	+	○	○	-	+	○	-	-
Dimethylsulfoxid	100	+	+	+	+	+	-	+	+	+	○
Dinatriumtetraborat	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	○
Dioxan	100	+	+	+	+	+	-	○	+	-	-
Diphenylether	100	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Diphenyloxid	100	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Dipropylenglykol	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
DMSO	100	+	+	+	+	+	-	+	+	+	○
Düngemittel	100	+	+	+	+	+	+	+	+	○	○
<b>E</b>											
Eau de Javelle	20	+	+	+	+	+	+	○	-	+	-
Eisenchloride	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	○
Eisennitrate	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Eisensulfate	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	○
Eisessig	100	+	+	+	+	+	+	+	-	○	-
Erdöl	100	+	+	+	○	○	+	○	+	-	-
Erdwachs	100	+	+	+	+	+	+	○	+	+	○
Essig	100	+	+	+	+	+	+	+	○	+	-
Essigester	100	+	+	+	+	+	-	○	+	-	-
Essigsäure	100	+	+	+	+	+	+	+	-	○	-
Essigsäure Tonerde	100	+	+	+	+	+	+	+	+	○	○
Essigsäure-allylester	100	+	+	+	+	+	+	+	-	○	-
Essigsäure-pentylester	100	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
Essigsäureamid	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	○
Essigsäureanhydrid	100	+	+	+	+	+	-	○	-	-	-
Essigsäurebenzylester	100	+	+	+	+	+	+	+	+	-	○
Essigsäurebutylester	100	+	+	+	+	+	+	○	+	-	-
Essigsäurechlorid	100	+	+	+	+	+	+	○	○	-	-
Essigsäureethylester	100	+	+	+	+	+	-	○	+	-	-
Essigsäuremethylester	100	+	+	+	+	+	-	○	+	-	-
Essigsäurevinylester	100	+	+	+	○	○	+	-	-	-	-
Ethandiamin-1,2	100	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Ethandiol-1,2	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ethandisäure	100	+	+	+	+	+	+	○	+	-	-
Ethanal	100	+	+	+	+	+	+	○	-	-	○

# Werkstoffe - Chemische Beständigkeit

## Substanzen

Substanz bei +20 °C	Konz. in %	PTFE	PFA	FEP	ETFE	ECTFE	PVDF	PP	PA	PS	PMMA
Ethanol	100	+	+	+	+	+	+	+	-	o	o
Ethylacetat	100	+	+	+	+	+	-	o	+	-	-
Ethylacrylat	100	+	+	+	+	+	o	o	+	-	-
Ethylether	100	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Ethylalkohol100	100	+	+	+	+	+	+	+	-	o	o
Ethylbenzol	100	+	+	+	o	o	o	o	+	-	-
Ethylchlorid	100	+	+	+	+	+	+	o	o	-	-
Ethylchlorhydrin	100	+	+	+	+	+	+	o	-	-	-
Ethylendiamin	100	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Ethylenglykol	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ethylenglykolether	100	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Ethylenoxid	100	+	+	+	+	+	+	o	+	-	-
Ethylmethylketon	100	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
Exsikkatorfett	100	+	+	+	+	+	+	+	o	-	-
<b>F</b>											
Fette und Öle	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Fettsäuren	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Flugbenzin	100	+	+	+	+	+	+	o	+	-	-
Fluor	100	+	+	+	+	+	+	o	-	-	-
Fluorkohlenwasserstoffe	100	+	+	+	+	+	+	+	-	o	o
Fluorkieselsäure	100	+	+	+	+	+	+	+	-	o	o
Fluorwasserstoffsäure	45	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Flusssäure	45	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Formaldehyd	40	+	+	+	+	+	+	+	o	-	-
Formalin	40	+	+	+	+	+	+	+	o	-	-
Formamid	100	+	+	+	+	+	+	+	o	-	-
Foto-Fixierbäder	100	+	+	+	+	+	o	+	+	-	-
Frostschutzmittel KFZ	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o
Fruchtsäfte	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	+
Furfural	100	+	+	+	+	+	o	-	o	-	-
Furfuröl	100	+	+	+	+	+	o	-	o	-	-
Furfurylaldehyd	100	+	+	+	+	+	o	-	o	-	-
<b>G</b>											
Gelatine	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o
Gelbkali	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	o
Gerbsäure	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	-
Gips	100	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Glaubersalz	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+
Glycerin	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Glycin	10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o
Glykokoll	10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o
Glykol	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Glykolsäure	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o
<b>H</b>											
Harn	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Harnsäure	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o
Harnstoff	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Substanz bei +20 °C	Konz. in %	PTFE	PFA	FEP	ETFE	ECTFE	PVDF	PP	PA	PS	PMMA
Hefen	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Heizöle	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Heptan	100	+	+	+	+	+	+	o	+	-	-
Hexadecanol	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Hexafluorkieselsäure	100	+	+	+	+	+	+	+	-	o	o
Hexan	100	+	+	+	+	+	+	o	+	-	-
Hexandisäure	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Hexanol	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	o
Hexantriol-1,2,6	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Hexylalkohol	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	o
Hirschhornsalz	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Hydrazinhydrat	100	+	+	+	o	o	-	-	-	-	o
Hydrochinon	100	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+
Hydrogensulfid	100	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Hydrogensulfit	100	+	+	+	+	+	+	+	o	o	o
Hydroxybenzoesäure	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Hydroxyessigsäure	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o
Hydroxypropansäure-2	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	o
<b>I</b>											
Isobutylacetat	100	+	+	+	+	+	+	o	+	-	-
Isobutylalkohol	100	+	+	+	+	+	+	+	-	o	o
Isooctan	100	+	+	+	+	+	+	+	+	-	o
Isopropanol	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+
Isopropylacetat	100	+	+	+	+	+	o	o	+	-	-
Isopropylalkohol	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+
Isopropylbenzol	100	+	+	+	+	+	+	o	+	-	-
Isopropylether	100	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Isovaleron	100	+	+	+	o	o	-	o	+	-	-
<b>J</b>											
Javellewasser	20	+	+	+	+	+	+	o	-	+	-
Jod-Tinktur	100	+	+	+	+	+	+	o	-	-	-
Jod	100	+	+	+	+	+	+	o	-	-	-
<b>K</b>											
Kalilaug	100	+	+	+	+	+	+	+	o	o	o
Kaliumacetat	100	+	+	+	+	+	+	+	o	o	o
Kaliumaluminiumsulfat	100	+	+	+	+	+	+	+	-	o	-
Kaliumbicarbonat	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Kaliumbichromat	100	+	+	+	+	+	+	+	o	o	o
Kaliumbromid	100	+	+	+	+	+	+	+	o	o	+
Kaliumcarbonat	100	+	+	+	+	+	+	+	o	o	+
Kaliumchlorat	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Kaliumchlorid	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Kaliumchromat	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+
Kaliumcyanid	50	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o
Kaliumdichromat	100	+	+	+	+	+	+	+	o	o	o
Kaliumferrocyanid	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	o
Kaliumferricyanid	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	o

### Legende

- +** sehr gute Beständigkeit - bei Einwirkung von mehr als 30 Tagen keine oder nur geringe Schädigung.
- o** bedingt beständig - bei längerer Einwirkung kann je nach Kunststoff eine Schädigung auftreten. (Haarisse, nachlassende mechanische Festigkeit, Verfärbungen, usw.)
- unbeständig - kann zur Zerstörung des Kunststoffes, Deformation usw. führen.

# Werkstoffe - Chemische Beständigkeit

Substanz bei +20 °C	Konz. in %	PTFE	PFA	FEP	ETFE	ECTFE	PVDF	PP	PA	PS	PMMA
Kaliumhexacyanoferrat(II)	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	o
Kaliumhexacyanoferrat(III)	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	o
Kaliumhydrogencarbonat	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Kaliumhydroxid	100	+	+	+	+	+	+	+	o	o	o
Kaliumhypochlorit	20	+	+	+	+	+	+	o	-	+	-
Kaliumiodid	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+
Kaliumnitrat	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+
Kaliumperchlorat	25	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Kaliumpermanganat	100	+	+	+	+	+	+	+	-	o	+
Kaliumpersulfat	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o
Kalk	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Kampfer	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o
Kaustische Soda	85	+	+	+	+	+	+	+	o	+	-
Kerosen	100	+	+	+	o	o	+	o	+	-	-
Kerosin	100	+	+	+	o	o	+	o	+	-	-
Kieselsäuren	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o
Kleesäure	100	+	+	+	+	+	+	o	+	-	-
Knochenleim	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o
Kochsalz	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Kohlensäure	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o
Kohlenstoffdisulfid	100	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Königswasser	100	+	+	+	+	+	o	-	-	-	-
Kreide	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Kresol	100	+	+	+	+	+	+	o	-	-	-
künstl. Bittermandelöl	100	+	+	+	+	+	+	+	+	-	o
Kupfer(I)-cyanid	50	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o
Kupfer(II)-nitrat	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+
Kupfer(II)-sulfat	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o
Kupferchloride	100	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
<b>L</b>											
Lachgas	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Lanolin	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Lebertran	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Leim	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o
Leinöl	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>M</b>											
Magnesiumcarbonat	100	+	+	+	+	+	+	o	+	+	+
Magnesiumchlorid	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o
Magnesiumhydroxid	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o
Magnesiumnitrat	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o
Magnesiumsulfat	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o
Maleinsäure	100	+	+	+	+	+	+	+	o	o	o
Marmoralkohydrat	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	-
Maschinenöl	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o
MEK	100	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
Menthol	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	+
Methacrylsäureester	100	+	+	+	o	o	o	-	+	-	-

### Legende

- +** sehr gute Beständigkeit - bei Einwirkung von mehr als 30 Tagen keine oder nur geringe Schädigung.
- o** bedingt beständig - bei längerer Einwirkung kann je nach Kunststoff eine Schädigung auftreten. (Haarrisse, nachlassende mechanische Festigkeit, Verfärbungen, usw.)
- unbeständig - kann zur Zerstörung des Kunststoffes, Deformation usw. führen.

Substanz bei +20 °C	Konz. in %	PTFE	PFA	FEP	ETFE	ECTFE	PVDF	PP	PA	PS	PMMA
Methanal	40	+	+	+	+	+	+	+	o	-	-
Methanol	100	+	+	+	+	+	+	+	-	o	o
Methoxy-Ethanol	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Methoxybenzol	100	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
Methoxybutanol	100	+	+	+	o	o	o	o	+	-	-
Methyl-Butylketon	100	+	+	+	o	o	o	o	+	-	-
Methyl-Phenylketon	100	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Methylacetat	100	+	+	+	+	+	-	o	+	-	-
Methylalkohol	100	+	+	+	+	+	+	+	-	o	o
Methylamin	100	+	+	+	+	+	+	+	-	o	+
Methylbenzol	100	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
Methylbromid	100	+	+	+	+	+	+	+	o	o	-
Methylcellosolve	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Methylchlorid	100	+	+	+	+	+	-	o	o	-	-
Methylcyanid	100	+	+	+	+	+	o	+	+	-	-
Methylenchlorid	100	+	+	+	o	o	-	o	o	-	-
Methylether	100	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Methylethylether	100	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Methylethylketon	100	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
Methylglykol	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Methylisobutylketon	100	+	+	+	o	o	+	o	+	-	-
Methylmethacrylat	100	+	+	+	o	o	o	-	+	-	-
Methylpentanon	100	+	+	+	o	o	+	o	+	-	-
Methylphenylether	100	+	+	+	+	+	+	o	+	-	-
<b>Milch</b>	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Milchsäure	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o
<b>Mineralöl</b>	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Mineralöl aromatenfrei	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o
<b>Monochloressigsäure</b>	100	+	+	+	+	+	+	+	-	o	-
Montanwachs	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o
<b>N</b>											
<b>Naphta</b>	100	+	+	+	o	o	+	o	+	-	-
<b>Natriumacetat</b>	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o
Natriumbenzoat	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o
Natriumbicarbonat	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Natriumbisulfat	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o
Natriumbisulfid	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	-
Natriumbromid	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	+
Natriumcarbonat	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	+
Natriumchlorat	100	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
Natriumchlorid	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Natriumchlorit	100	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
Natriumchromat	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o
Natriumcyanid	50	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o
Natriumdithionit	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Natriumfluorid	100	+	+	+	o	o	+	+	+	+	+
Natriumhydrogencarbonat	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

# Werkstoffe - Chemische Beständigkeit

## Substanzen

Substanz bei +20 °C	Konz. in %	PTFE	PFA	FEP	ETFE	ECTFE	PVDF	PP	PA	PS	PMMA
Natriumhydrogensulfat	100	+	+	+	+	+		+	+	+	o
Natriumhydrogensulfid	100	+	+	+	+	+		+	o	+	-
Natriumhydroxid	85	+	+	+	+	+	+	+	o	+	-
Natriumhyposulfit	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+
Natriumnitrat	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+
Natriumnitrit	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+
Natriumperborat Tetrahydrat	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	-
Natriumperchlorat	25	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Natriumperoxid	100	+	+	+	+	+	+	o	+	+	o
Natriumperoxodisulfat	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+
Natriumpersulfat	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+
Natriumphosphate	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+
Natriumsilicate	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+
Natriumsulfat Decahydrat	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+
Natriumsulfid	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+
Natriumsulfit	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+
Natriumsuperoxid	100	+	+	+	+	+	+	o	+	+	o
Natriumtetraborat Decahydrat	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o
Natriumthiosulfat	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+
Natronlauge	85	+	+	+	+	+	+	+	o	+	-
Natronsalpeter	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+
Nickelchlorid	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+
Nickelsulfat	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+
Nitroltriethanol	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Nitrobenzol	100	+	+	+	+	+	+	-	o	-	-
Nitromethan	100	+	+	+	+	+	+	o	o	-	-
Nitroverdüner	100	+	+	+	+	+	+	+	o	-	-
Nonylalkohol	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	o
<b>O</b>											
Octadecansäure	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Octan	100	+	+	+	+	+	+	+	+	-	o
Öle etherische	100	+	+	+	+	+	+	o	+	-	o
Oleinsäure	100	+	+	+	+	+	+	o	+	-	-
Oleum	100	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Oleum Jecoris	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ölsäure	100	+	+	+	+	+	+	o	+	-	-
Oxalsäure	100	+	+	+	+	+	+	o	+	-	-
Oxalsäure Diammoniumsalz	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	o
Oxidethanol	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o
Oxiran	100	+	+	+	+	+	+	o	+	-	-
Oxolan	100	+	+	+	o	o	o	o	+	-	-
Ozon	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o
<b>P</b>											
Palmitinsäure	100	+	+	+	+	+	+	o	+	-	-
Paraffine	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Parfüms	100	+	+	+	+	+	+	o	+	-	o
Pentanol	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	o

Substanz bei +20 °C	Konz. in %	PTFE	PFA	FEP	ETFE	ECTFE	PVDF	PP	PA	PS	PMMA
Pentanol-1	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	o
Pentanon-3	100	+	+	+	o	o	-	o	+	-	-
Pentylacetat	100	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
Perchlorethylen	100	+	+	+	-	-	+	-	+	-	-
Perchlorsäure	100	o	o	o	o	o	+	o	-	o	-
Petrol	100	+	+	+	o	o	+	o	+	-	-
Petrolether	100	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Phenol	100	+	+	+	+	+	+	o	-	-	-
Phenylamin	100	+	+	+	o	o	+	+	+	-	o
Phenylethanon-1	100	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Phenylether	100	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Phenylethylen	100	+	+	+	+	+	+	o	+	-	-
Phenylmethanol	100	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
Phosphorchlorid	100	+	+	+	+	+	+	o	o	-	-
Phosphorsäure	85	+	+	+	+	+	+	+	-	o	-
Phosphortrichlorid	100	+	+	+	+	+	+	o	o	-	-
Phthalate	100	+	+	+	+	+	+	+	+	-	o
Phthalsäureester	100	+	+	+	+	+	+	+	+	-	o
Pikrinsäure	100	+	+	+	o	o	+	+	-	o	-
Pottasche	100	+	+	+	+	+	+	+	o	o	+
Propan	100	+	+	+	+	+	+	-	o	-	-
Propandiol-1,2	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Propanol	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+
Propanol-2	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+
Propanon-2	100	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-
Propansäure	100	+	+	+	+	+	+	+	-	o	o
Propantriol	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Propen-2-ol-1	100	+	+	+	+	+	+	+	-	o	-
Propionsäure	100	+	+	+	+	+	+	+	-	o	o
Propylalkohol	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+
Propylenglykol	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Propylenoxid	100	+	+	+	o	o	o	+	+	-	o
Pyridin	100	+	+	+	o	o	-	+	-	-	-
<b>Q</b>											
Quecksilber	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+
Quecksilber(II)-chlorid	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Quecksilber(II)-cyanid	50	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o
Quecksilber(II)-nitrat	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+
Quinol	100	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+
<b>R</b>											
Resorcin	50	+	+	+	+	+	+	+	-	o	o
Rotkali	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	o
Rotsalz	100	+	+	+	+	+	+	+	o	o	o
<b>S</b>											
Salicylsäure	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Salmiak	100	+	+	+	+	+	+	+	o	o	-
Salpetersäure	65	+	+	+	+	+	o	-	-	-	-

### Legende

- + **sehr gute Beständigkeit** – bei Einwirkung von mehr als 30 Tagen keine oder nur geringe Schädigung.
- o **bedingt beständig** – bei längerer Einwirkung kann je nach Kunststoff eine Schädigung auftreten. (Haarrisse, nachlassende mechanische Festigkeit, Verfärbungen, usw.)
- **unbeständig** – kann zur Zerstörung des Kunststoffes, Deformation usw. führen.

# Werkstoffe - Chemische Beständigkeit

Substanz bei +20 °C	Konz. in %	PTFE	PFA	FEP	ETFE	ECTFE	PVDF	PP	PA	PS	PMMA
Salpetrige Säure	50	+	+	+	+	+	+	+	-	o	o
Salzsäure	37	+	+	+	+	+	+	+	-	o	o
Salzsole	25	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Schmieröle	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Schmierseife	25	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+
Schwefeldioxid	100	+	+	+	+	+	+	+	-	o	o
Schwefelkohlenstoff	100	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Schwefelnatrium	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+
Schwefelsäure	98	+	+	+	+	+	+	o	-	-	-
Schwefelsäure rauchend	100	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Schwefelwasserstoff	100	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Selenit	100	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Silberacetat	100	+	+	+	+	+	+	+	o	o	o
Silbercyanid	50	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o
Silbernitrat	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+
Siliconöle	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Soda	100	+	+	+	+	+	+	+	o	o	+
Spülmittel	5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Stearinsäure	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Steinkohleteer-Bestandteile	100	+	+	+	+	+	+	o	+	+	o
Stiickoxyd	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Styrol	100	+	+	+	+	+	+	o	+	-	-
Sublimat	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
T											
Talg	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Tannine	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	-
Tenside, alkalifrei	5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Terpentin	100	+	+	+	+	+	+	o	+	-	-
Terpentinersatz	100	+	+	+	+	+	+	o	+	-	o
Tetrachlorethan	100	+	+	+	-	-	+	-	+	-	-
Tetrachlorethylen	100	+	+	+	-	-	+	-	+	-	-
Tetrachlorkohlenstoff	100	+	+	+	+	+	+	o	-	-	-
Tetrachlormethan	100	+	+	+	+	+	+	o	-	-	-
Tetraethylblei	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	-
Tetrahydrofuran	100	+	+	+	o	o	o	o	+	-	-
Tetrahydronaphthalin	100	+	+	+	+	+	+	o	+	-	o
Tetralin	100	+	+	+	+	+	+	o	+	-	o
Tetramethylenoxid	100	+	+	+	o	o	o	o	+	-	-
THF	100	+	+	+	o	o	o	o	+	-	-
Thionylchlorid	100	+	+	+	+	+	+	o	-	-	-
Toluol	100	+	+	+	+	+	+	o	+	-	-
Tonerde	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o
Transformatoröl	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Traubenzucker	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Trichlorbenzole	100	+	+	+	+	+	+	-	o	-	-
Trichloressigsäure	100	+	+	+	+	+	+	o	-	o	o
Trichlorethylen	100	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-

## Legende

- + **sehr gute Beständigkeit** – bei Einwirkung von mehr als 30 Tagen keine oder nur geringe Schädigung.
- o **bedingt beständig** – bei längerer Einwirkung kann je nach Kunststoff eine Schädigung auftreten. (Haarisse, nachlassende mechanische Festigkeit, Verfärbungen, usw.)
- **unbeständig** – kann zur Zerstörung des Kunststoffes, Deformation usw. führen.

Substanz bei +20 °C	Konz. in %	PTFE	PFA	FEP	ETFE	ECTFE	PVDF	PP	PA	PS	PMMA
Trichlormethan	100	+	+	+	o	o	+	+	o	-	-
Triethanolamin	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Triethylenglykol	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Trifluortrichlorethan	100	+	+	+	+	+	+	-	o	-	-
Triglyceride	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Triglykol	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Trimethylpentan-2,2,4	100	+	+	+	+	+	+	+	+	-	o
Trinitrophenol-2,4,6	100	+	+	+	o	o	+	+	-	o	-
U											
Überchlorsäure	100	o	o	o	o	o	+	o	-	o	-
Urin	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
V											
Vaseline	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Verdünner	100	+	+	+	+	+	+	+	o	-	-
Vinylacetat	100	+	+	+	o	o	+	-	-	-	-
Vinylbenzol	100	+	+	+	+	+	+	o	+	-	-
Vinylchlorid	100	+	+	+	o	o	+	-	-	-	-
Vinylcyanid	100	+	+	+	+	+	o	o	+	-	-
Vinylidenchlorid	100	+	+	+	o	o	+	-	-	-	-
W											
Waschmittel	5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Wasser	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Wasser entmineralisiert	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Wasserglas	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Wasserstoffperoxid	90	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
Wasserstoffsperoxid	90	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
Weingeist	100	+	+	+	+	+	+	+	-	o	o
Weinsäure	100	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o
Wollfett	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Wollwachs	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
X											
Xylol	100	+	+	+	+	+	+	o	+	-	-
Z											
Zinkcarbonat	100	+	+	+	+	+	+	+	o	o	+
Zinkchlorid	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Zinknitrat	100	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+



Alle Fluorkunststoffe, PTFE, PFA und FEP haben eine beständige, nicht benetzbare Oberfläche, die sehr leicht zu reinigen ist. Hierzu benutzen Sie bitte keine scheuernden Reinigungsmittel, da diese die Oberfläche aufrauen und bei den Materialien PFA und FEP zu einer Eintrübung der Gefäßwand führen würden. Verwenden können Sie alle gängigen Neutralreiniger (pH 7). Bei starker Verschmutzung empfiehlt sich ein alkalischer Reiniger bis pH 12. Vor dem Reinigen und Trocknen in einem Laborspülautomaten schrauben Sie bitte die Verschlüsse vollständig ab.

### Reinigung und Wiederverwendung von Schläuchen

Grundsätzlich sollte ein Fluorkunststoffschlauch nach entsprechender Reinigung nur dann wieder eingesetzt werden, wenn das entsprechende Fördergut bekannt ist und in der Beständigkeitstabelle die Bewertung **+** aufweist. Unbekannte Medien und Mischungen von Chemikalien lassen eine Wiederverwendung der Schlauchleitung als nicht ratsam erscheinen. Als Reinigungsmittel bietet sich für alle wasserlöslichen Substanzen (wie z.B. Salze, Säuren, Laugen usw.) Wasser an. Leicht flüchtige Lösungsmittel, wie Alkohole, Ester, Ketone, niedrigsiedende Kohlenwasserstoffe, chlorierte Kohlenwasserstoffe usw. werden - sofern sie von der Schlauchinnenschicht aufgenommen wurden - durch Lagern mit Belüftung wieder reversibel abgegeben. Beim Einsatz von Substanzen, die eventuell nur mit organischen Lösungsmitteln zu entfernen sind und von allen giftigen und gefährlichen Stoffen, sollte der Schlauch nach dem Einsatz fachgerecht entsorgt werden. Vor dem Wiedereinsatz von gereinigten Schläuchen sind die Schläuche einer Sichtkontrolle bzw. bei Unklarheit einer EN 12115 konformen Prüfung zu unterziehen.

### Autoklavierbar bei +121 °C

Gefäße aus PTFE, PFA oder FEP können bei +121 °C autoklaviert bzw. sterilisiert werden. Dies kann z.B. im Dampfraum geschehen, oder trocken bei +160 °C. Um plastische Verformungen zu vermeiden, dürfen Gefäße mit Verschraubungen oder Stopfen nur im geöffneten Zustand autoklaviert werden. Das Autoklavieren von geschlossenen Gefäßen führt zur Zerstörung der Gefäße.

### Reinigung für die Spurenanalytik

Um Kontaminationen von Kat- und Anionen in der Spurenanalytik zu vermeiden, sollten die Gefäße mit einer 1NHCL und HNO<sub>3</sub>-Lösung über max. 6 Stunden bei Raumtemperatur stehengelassen und anschließend mit gereinigtem, destilliertem Wasser gespült werden.

### Druckbeständigkeit von Flaschen

Aufgrund der geringen Wandstärke sollten Flaschen aus PTFE, PFA oder FEP nicht zum Arbeiten bei Überdruck (Innenraum) verwendet werden. Es könnte sonst zu einer bleibenden Verformung kommen. Besser geeignet sind hierfür die Druckaufschlussgefäße auf Seite 183 oder die Reaktionsgefäße auf Seite 174.

### Kunststoffe in der Mikrowelle

Kunststoffe im Allgemeinen und Fluorkunststoffe durch ihre hohe thermische Beständigkeit im Besonderen sind für Mikrowellen geeignet. Die Mikrowellen erwärmen lediglich den Gefäßinhalt. Zum Erhitzen von aggressiven Chemikalien, wie Säuren oder Lösungsmitteln, haben sich Fluorkunststoffgefäße bestens bewährt. Es ist aber drauf zu achten, dass die entstehenden Dämpfe ausreichend gut abgesaugt werden. Auch das Platzen einer Berstscheibe von Druckaufschlussgefäßen sollte man einplanen und eine kontrollierte Ableitung vorsehen. Vor dem Erhitzen von Flaschen oder Behältern müssen unbedingt die Verschlüsse entfernt werden.

### Ansprechzeiten von Thermofühlern

Die Ansprechzeit eines Thermofühlers können Sie messen, indem Sie den Fühler einer stufenweisen Temperaturveränderung aussetzen und dabei messen, wie lange der Fühler braucht, um einen gewissen Anteil des endgültigen Dauerwertes zu erreichen. Normalerweise wird T<sub>50</sub> (entspricht 50% des endgültigen Messwerts) oder T<sub>90</sub> (entspricht 90% des endgültigen Messwerts) angegeben.



In der Praxis heißt das: Sie lassen den Thermofühler in einem Eiswasser-Bad einen Dauerwert erreichen. Dann wird der Fühler schnell in eine Säule mit Wasserdampf gegeben und dabei der Widerstand überwacht, bis ein Dauerwert erreicht ist.

# Fluorkunststoffe - Beheizung Sicherheitshinweise

Die Schwierigkeit bei der Beheizung von PTFE-Gefäßen ist zum einen der schlechte Wärmeübergang und zum anderen die maximale Oberflächentemperatur, die auf keinen Fall überschritten werden darf. Es gibt verschiedene Methoden, um PTFE-Laborgeräte zu beheizen:

## » Beheizung mit einer Heizhaube mit Oberflächenfühler:

Bei der Beheizung mit einer Heizhaube wird das Gefäß großflächig ummantelt. Dies fördert die Wärmeübertragung und verringert die Aufheizphase. Die Heizhaube muss unbedingt mit einem Oberflächenfühler ausgestattet sein. Dieser misst die Temperatur direkt an der Oberfläche des PTFE und schaltet die Energiezufuhr ab, wenn die Temperatur über +260 °C ansteigt. Nur so wird verhindert, dass durch temporäre Überhitzungen gesundheitsgefährdende Zersetzungsprodukte entstehen.

Von der Verwendung von „normalen“ Heizhauben und Steuerungen ist abzuraten; Sie erhalten sonst ähnliche Effekte wie bei der Benutzung einer Heizplatte (siehe unten).

## » Beheizung mit einem Thermostaten:

Hier erfolgt der Wärmeübergang durch das Badmedium (Öle oder andere wässrige Flüssigkeiten). Durch die Regelung des Thermostaten wird erreicht, dass an der Oberfläche des Gefäßes keine zu hohen Temperaturen am PTFE anliegen. Auch der Wärmeübergang ist gut, da, je nach Eintauchtiefe, eine große Fläche zum Wärmeübergang bereitsteht. Allein das Hantieren mit Ölen bei höheren Temperaturen und die damit verbundene Gefährdung lassen einen kleinen Wermutstropfen entstehen.

## Nicht geeignete Methoden sind:

### » Mit einer Flamme (z.B. Gasbrenner):

Hier kann die Oberflächentemperatur am PTFE nicht kontrolliert werden. Durch die temporäre Überhitzung entstehen Zersetzungsprodukte, die immens gesundheitsgefährdend sind.

### » Durch eine Heizplatte:

Auch hier kommt es zu Überhitzungen. Die handelsüblichen Heizplatten kennen nur den Schaltzustand „heizen“ oder „aus“. Während der Heizphase wird mit der vollen Leistung geheizt, um dann einige Sekunden später eine fast glühende Heizplatte zu erhalten. Danach schaltet die Steuerung der Heizplatte ab und heizt nur noch sekundenweise. Dieses sogenannte „Punkten“ reicht aber, um die maximal zulässige Temperatur von +260 °C bei weitem zu überschreiten. Da nützt es auch nichts, dass man am Stellknopf nur auf +150 °C eingestellt hatte. Laborgeräte aus PTFE verkohlen dann an der Unterseite und verkleben mit der Heizplatte. Bei den Thermoplasten FEP und PFA ist ein direktes Verschmelzen, ähnlich einem Schmelzkleber zu beobachten. Dies kann zwar durch das Dazwischenlegen einer Aluminiumfolie verhindert werden, aber die gesundheitlichen Gefährdungen bleiben bestehen.

## Hauptrisiken und ungünstige Auswirkungen

Fluorkunststoffe sind inerte Kunststoffe, für die menschliche Gesundheit und die Umwelt bestehen bei normalem Gebrauch keine Risiken. Wird das Material Temperaturen von > 350 °C ausgesetzt, besteht die Gefahr der Freisetzung schädlicher Stoffe, HF, COF<sub>2</sub> und anderer Stoffe, die extrem ätzend sind, und die schwere, nicht sofort registrierbare Verätzungen hervorrufen können.

## Symptome nach Kontakt

Die bei der thermischen Zersetzung frei werdenden Stoffe sind bei Kontakt mit Augen oder Haut sowie beim Einatmen sehr gefährlich.

» **Augenkontakt:** Rötung, Irritation, Brennen

» **Hautkontakt:** Rötung, Irritation, Brennen

» **Einatmen:** Kopfschmerzen, Kurzatmigkeit, Unwohlsein, Schütteln, Fieber („Polymerisationsfieber“, erhöhter Puls).

## Für den Fall, dass Zersetzungsgase eingeatmet wurden:

Die Symptome treten unter Umständen erst einige Stunden nach dem Einatmen auf. Eine schnelle medizinische Betreuung ist zur Begrenzung nachhaltiger Schäden extrem wichtig!

## Erste Hilfe Maßnahmen

Nach dem Einatmen der Zersetzungsdämpfe ist ein schnelles Einsetzen der medizinischen Hilfe extrem wichtig. Nach einer möglichen Inhalation sofort die Betroffenen an die frische Luft bringen und Sauerstoff geben. Bei Atemstillstand künstlich beatmen; ev. Mund zu Mund Beatmung durchführen.

» Bei Augenkontakt sofort mit viel Wasser spülen für mindestens 15 Minuten.



» Bei Hautkontakt sofort mit viel Wasser und Seife waschen (besonders auf gutes Spülen der Haut unter den Nägeln achten).

» Darüber hinaus sollte immer und sofort medizinische Hilfe angefordert werden!

## Maßnahmen zur Brandbekämpfung

Mögliche Risiken bestehen aufgrund ätzender und giftiger Beiprodukte durch thermische Zersetzung (HF und COF<sub>2</sub>).

## Vorsichtsmaßnahmen im Brandfall:

Produkt von Brandquelle entfernen, Vorsicht walten lassen. In Gegenrichtung des Windes und in ausreichendem Abstand aufhalten. Als geeignete Löschmittel sind Wassersprühen, -nebel, -strahl, CO<sub>2</sub>, Trockenschäum, Erde/Sand anzusehen. Spezielle Schutzmaßnahmen wie unabhängiges Atemgerät und Hautschutz gegen die HF-Dämpfe sind zu tragen.

# Schläuche - Druckbeanspruchung

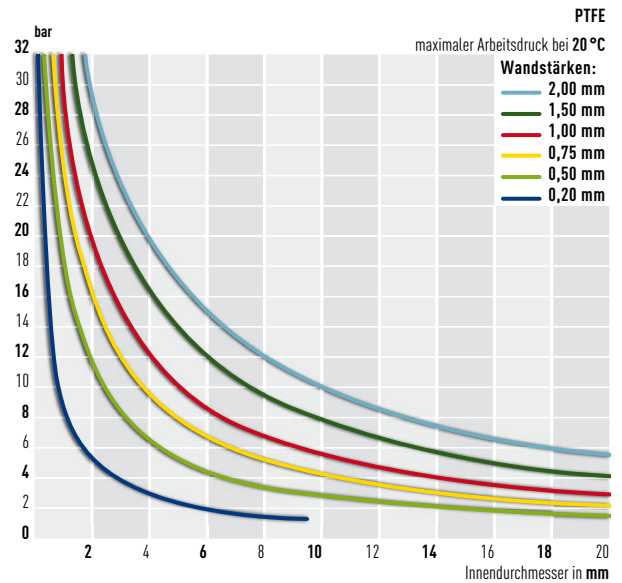
## PTFE-Schläuche

Das nebenstehende Diagramm hilft, den empfohlenen maximalen Arbeitsdruck (ca. 0,25 x kurzfristiger Berstdruck) für PTFE-Schläuche zu ermitteln. Bei Einsatztemperaturen über +20 °C sind die im Diagramm erfassten Drücke mit den entsprechenden Abminderungsfaktoren zu multiplizieren. Für Temperaturen unter +20 °C sind keine Abminderungsfaktoren anzubringen.

### Beispiel:

Bei einem PTFE-Schlauch mit einem Innendurchmesser von 6 mm und einer Wandstärke von 1 mm ergibt sich bei +20 °C ein Wert von ca. 8,8 bar. Bei einer Temperatur von +50 °C vermindert sich der Wert auf 7,6 bar (**Druck 8,8 bar x Faktor 0,87 = 7,65 bar**).

Temperatur °C	50	75	100	150	200	250
Abminderungsfaktor	0,87	0,77	0,68	0,53	0,39	0,28



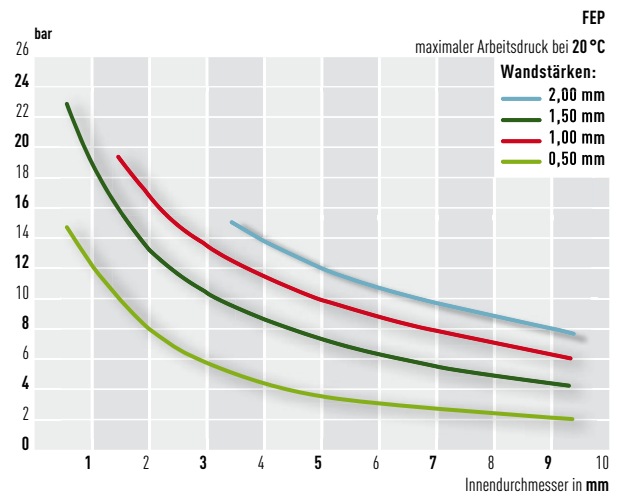
## FEP-Schläuche

Das nebenstehende Diagramm hilft, den empfohlenen maximalen Arbeitsdruck (ca. 0,25 x kurzfristiger Berstdruck) für FEP-Schläuche zu ermitteln. Bei Einsatztemperaturen im Bereich von -50 ° bis +150 °C sind die im Diagramm erfassten Drücke mit den entsprechenden Faktoren zu multiplizieren.

### Beispiel:

Bei einem FEP-Schlauch mit einem Innendurchmesser von 6 mm und einer Wandstärke von 1 mm ergibt sich bei +20 °C ein Wert von ca. 7,8 bar. Bei einer Temperatur von +50 °C vermindert sich der Wert auf 6,1 bar (**Druck 7,8 bar x Faktor 0,78 = 6,1 bar**).

Temperatur °C	-50	0	20	50	100	150
Abminderungsfaktor	1,13	1,04	1,00	0,78	0,45	0,21



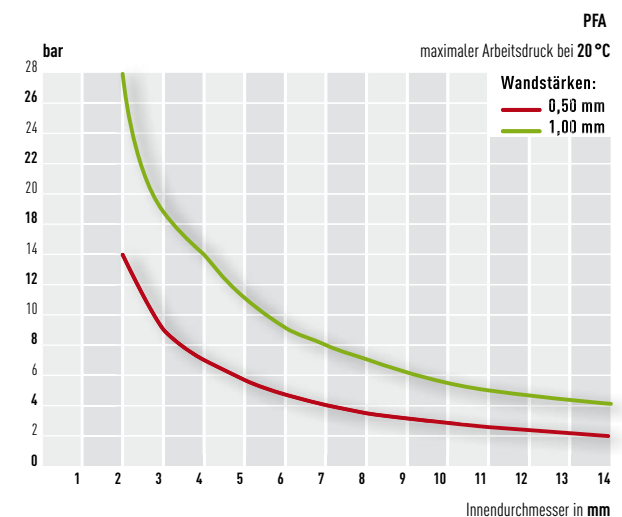
## PFA-Schläuche

Das nebenstehende Diagramm hilft, den empfohlenen maximalen Arbeitsdruck (ca. 0,25 x kurzfristiger Berstdruck) für PFA-Schläuche zu ermitteln. Bei Einsatztemperaturen von über +20 °C sind die im Diagramm erfassten Drücke mit den entsprechenden Abminderungsfaktoren zu multiplizieren. Für Temperaturen unter +20 °C sind keine Abminderungsfaktoren anzubringen.

### Beispiel:

Bei einem PFA-Schlauch mit einem Innendurchmesser von 4 mm und einer Wandstärke von 1 mm ergibt sich bei +20 °C ein Wert von ca. 14 bar. Bei einer Temperatur von +50 °C vermindert sich der Wert auf 12 bar (**Druck 14 bar x Faktor 0,86 = 12 bar**).

Temperatur °C	50	100	200	250
Abminderungsfaktor	0,86	0,50	0,26	0,21





# Schläuche - Auswahl - Montage

## Auswahl der Schlauchstärke

Bei der Auswahl der Schlauchstärke müssen Sie einige Dinge berücksichtigen:

- » Mit welchem Druck wird der Schlauch maximal belastet?  
Aus den Tabellen auf der Seite 226 können Sie leicht die minimale Wandstärke entnehmen.
- » Wird der Schlauch Temperatur ausgesetzt?  
So reduziert sich der maximale Druck gemäß den angegebenen Faktoren.
- » Soll der Schlauch bei Vakuum eingesetzt werden?  
Auch hier muss auf eine ausreichend große Wandstärke geachtet werden (Faustformel).

Faustformel zur Ermittlung der Wandstärke

$$\text{Ø-Außen} \times 0,1 (0,15) = \text{Wandstärke}$$

Bei normalem Einsatz im Labor bietet diese Formel eine gewisse Sicherheit bezüglich Druck und Temperatur. z. B.: PTFE-Schlauch: Außendurchmesser von 8 mm sollte eine Wandstärke von ca. 0,8 bis 0,9 mm haben. Hier wählt man dann einen Schlauch mit einer Wandstärke von 1 mm.

## Schlauch und Fitting aneinander anpassen

In der Praxis hat sich gezeigt, dass Schläuche in ihrem Durchmesser variieren. Es empfiehlt sich daher vor der Montage zu kontrollieren, ob der Schlauchaußendurchmesser mit dem Nennmaß (z. B. Ø 6 mm) übereinstimmt. Die nachfolgenden Werte sollen Ihnen hierbei als Hilfe dienen. PTFE-Schläuche, welche gewaltsam in die Keilringe eingeführt werden, werden an ihrer Oberfläche zerstört. Dies kann zu Leckagen führen.

Nennverschraubungs-Ø in mm	0,5–3,2	4,0–14	über 16
empfohlene max. Toleranz des Schlauches/Rohres in	± 0,05	± 0,1	± 0,25

## Leichte Montage

Zuerst prüfen Sie bitte, ob die vorliegende Laborverschraubung (Innendurchmesser) zu Ihrem Schlauch (Außendurchmesser) passt. Sollten sich die Innenteile der Laborverschraubung trotzdem nur schwer auf Ihren Schlauch aufbringen lassen, so können Sie sich mit einem kleinen Trick behelfen. Spitzen Sie den Schlauch entweder mit einem simplen Bleistiftspitzer etwas an, oder schneiden Sie ihn schräg ab. In der Regel ist Ihr Problem damit behoben.



## Übergang von metrischen auf zöllige Schläuche

Mit den BOLA-Verbindungsstücken und Reduzierungen kann man problemlose Übergänge von zölligen auf metrische Schläuche, oder aber Verbindungen zwischen zölligen Schläuchen herstellen. Z.B. soll ein Rohrstutzen eines Analysengerätes mit einem Außendurchmesser von 1/4" (6,35 mm) mit einem PTFE-Schlauch, dessen Außendurchmesser 8 mm beträgt verbunden werden.

**Benötigte Artikel:** Reduzierung 6 mm auf 8 mm (Art.Nr.: D 526-10) und ein Satz Quetschkeilringe Ø 1/4" (6,35 mm; Art.Nr.: D 502-03).

Durch den Tausch der 6 mm gegen die 1/4" Quetschkeilringe kann nun der Rohrstutzen mit der Reduzierung auf der einen Seite mit 1/4" und auf der anderen Seite mit dem 8 mm PTFE-Schlauch verbunden werden.



# Schläuche - Hinweise

## Dünne Schläuche bei Vakuum oder hohen Temperaturen

Bei hohen Temperaturen, im Vakuumbetrieb oder bei dünnen Wandstärken empfiehlt es sich, den Schlauch im Bereich der Laborverschraubung zu stützen. Dies kann beispielsweise durch die Verwendung eines Glas- oder Metallrohrabschnittes geschehen. Der Schlauch kann dadurch nicht mehr nach innen ausweichen und undicht werden. Über diesen Trick ist es natürlich auch möglich, elastische, gummiartige Schläuche mit der BOLA-Laborverschraubung an Glasgewinden zu befestigen.



## Toleranzen für PTFE-, PFA-, FEP-Schläuche

Die hier aufgeführten Schläuche sind maßlich exakt auf die BOLA-Verschraubungssysteme abgestimmt. Sie können daher sicher sein, dass alle Fittings und Verschraubungen zueinander passen. In der Praxis hat sich gezeigt, dass Schläuche eine gewisse Toleranz im Außendurchmesser wie auch in der Wandstärke aufweisen. Die hier aufgeführten Schläuche sind mehrmals geprüft. Als Grundlage hierfür dienen strenge BOLA-interne Normen, die weit über die marktüblich qualitativen und maßlichen Anforderungen hinausgehen.

Neben dem Außendurchmesser eines Schlauches ist auch die Wandstärke für die Qualitätsbeurteilung wichtig. Wir bei BOLA haben auch für die Wandstärke eine strengere Toleranz gesetzt als sie typischerweise angewandt wird. Vor allem lassen wir nicht zu, dass auf Grund von Verkettungen von Toleranzen der Schlauch ein ganz anderes Maß erhält als eigentlich gewünscht. Deshalb darf die Wanddicke der BOLA-Schläuche nur innerhalb der Toleranz des Außen-Ø wie nebenstehend variieren.

Weiterhin werden die Schläuche daraufhin überwacht, dass sie keine Materialfehler (z.B. Fremdeinschlüsse) oder Längsrillen bzw. Querriefen und keine Unebenheiten am Außen-Ø und Innen-Ø aufweisen.

Nenn-Ø außen mm	0,4–2,9	3,0–10,0	10,1–16,0	16,1–22,0	über 22,1
Toleranz Außen-Ø mm	± 0,05	± 0,10	± 0,15	± 0,20	± 0,20

Wanddicke mm	0,1–0,3	0,4–1,0	1,1–2,0	über 2,1
Toleranz mm	± 0,025	± 0,05	± 0,10	± 0,20

### Beispiel:

Außen-Nenn-Ø 16 mm ; min.-Ø 15,85 mm; max.-Ø 16,15 mm  
Wandstärke 1 mm ; min.-Wandung 0,95 mm; max.-Wandung 1,05 mm

Beide Toleranzgrößen dürfen **nicht** addiert werden, so dass beim Außen-Ø oder Innen-Ø eine noch größere Abweichung möglich wäre!

## Verarbeitung - PTFE-Schrumpfschläuche

Eine Schrumpfung sollte bei einer Temperatur von +340 °C ±10 °C erfolgen. (Bei ca. +327 °C verliert PTFE seine milchige Farbe und wird glasig.) Achtung, auch das zu beschumpfende Teil muss in der Lage sein, dieser Temperatur zu widerstehen. Über +350 °C kommt es zu einer Überhitzung des Schrumpfschlauches, welche das plastische Gedächtnis (Schrumpfeigenschaft) des Schlauches zerstört und ihn damit unbrauchbar macht. Eine rundum gleichmäßige Erhitzung und Kühlung liefert die besten Ergebnisse, andernfalls können Falten und Risse entstehen. Als Heizquellen sind Öfen, wie auch Heißluftgebläse geeignet. Von Gasflammen ist dringend abzuraten, da es hier sehr leicht zu punktuellen Überhitzungen kommen kann. Bedingt durch den Fertigungsprozess kann beim Anschrumphen eine Längsschrumpfung eintreten. Sie kann bis zu 15 % betragen.

### Sicherheitshinweis:

Bitte sorgen Sie während des Schrumpfvorganges für eine optimale Luftzufuhr bzw. für eine Absaugung der entstehenden Dämpfe.



## Biegeradius von PTFE-, PFA- und FEP-Schläuchen

Beim Aufbau von Apparaturen mit Schläuchen aus Fluorkunststoffen tritt oft das Problem auf, dass man einen kleinen Schlauchbogen unter räumlicher Enge verlegen muss. Um ein Abknicken des Schlauches zu vermeiden, sollte man den kleinstmöglichen Biegeradius (bei Raumtemperatur) anhand der Graphik ermitteln:

Man liest den Außendurchmesser auf der waagrechten Achse ab und verfolgt die Linie bis zum Schnittpunkt mit der gewünschten Wandstärke; wenn Sie nun diese Linie nach links bis zur senkrechten Achse verfolgen, können Sie den minimalen Radius ablesen.

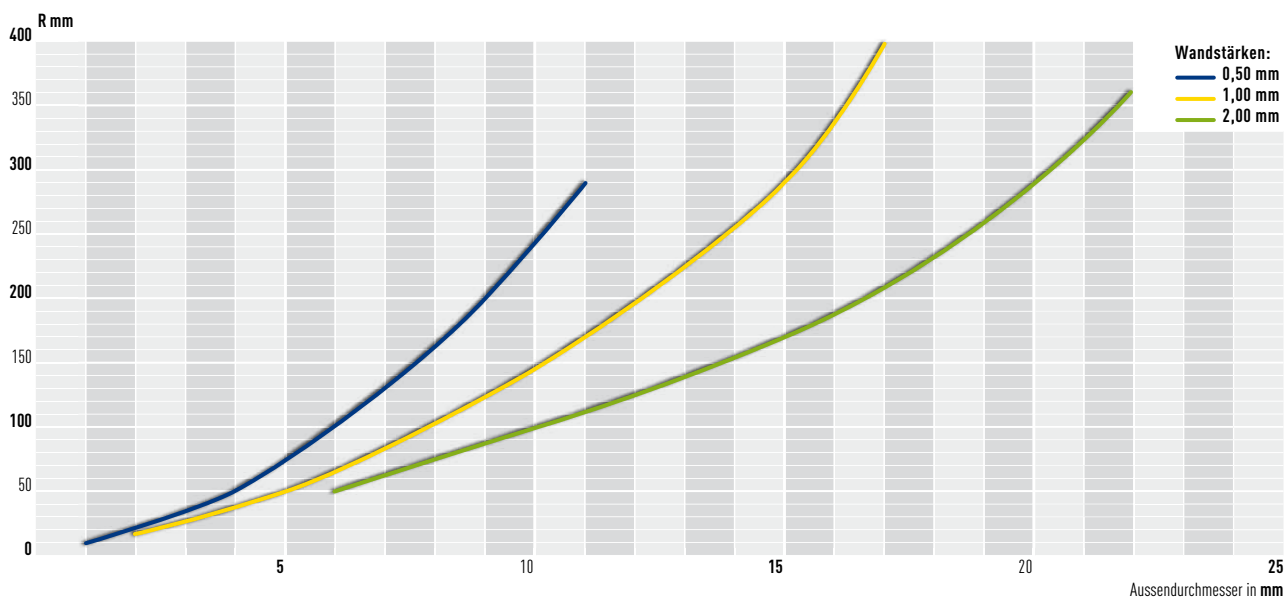
Faustformel zur Ermittlung des minimalen Biegeradius

$$\frac{\text{Ø-Außen}^2}{\text{Wandstärke}} = \text{min. Biegeradius}$$

Der kleinst mögliche herstellbare Biegeradius lässt sich als Anhaltspunkt aus dem Quadrat des Außendurchmessers, geteilt durch die Wandstärke errechnen.

Rechenbeispiel: PTFE-Schlauch mit einem Außendurchmesser von 8 mm und einer Wand von 1 mm ergibt den minimalen Radius von 64 mm.

MINIMALER BIEGERADIUS

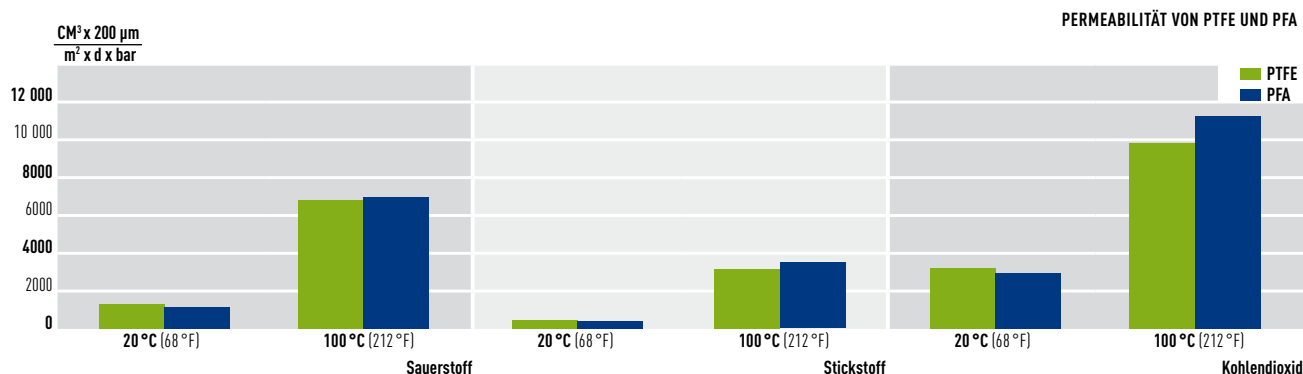


**Ablesebeispiel:** PTFE-Schlauch mit einem Außendurchmesser von 10 mm und einer Wand von 2mm ergibt den minimalen Radius von 100 mm.

## Permeabilität von PTFE und PFA

Infolge der besonderen Verarbeitung von PTFE und der daraus resultierenden Gefügestruktur weist PTFE eine höhere Permeabilität als normale Thermoplaste auf. PFA weist aufgrund seines dichten Molekulargefüges bei gleichen Wandstärken eine geringere Permeabilität als PTFE auf.

Für Anwendungen mit geringen Permeabilität- bzw. Diffusions-Raten sollten Schläuche aus PFA oder FEP verwendet werden.



# Rührelemente - Auswahl

Nachfolgend wollen wir Ihnen eine Hilfestellung zur Auswahl von Rührern geben. Die aufgeführten Maße stellen Erfahrungswerte dar und wurden durch Versuche und Praxiserprobungen ermittelt. Die Rührelemente sind in ihrer Wirkung auf eine Drehrichtung im Uhrzeigersinn beim Blick vom Antrieb auf den Rührer konstruiert.

Der **Rührwellendurchmesser** richtet sich zum Teil nach den verwendeten Medien und deren Viskosität. Je höher die Viskosität um so größer sollte auch der Wellendurchmesser gewählt werden. Entscheiden Sie sich im Zweifelsfall immer für den größeren Wellendurchmesser; meist ist es möglich im Bereich der Aufnahme des Rührantriebes die Wellen (Spanndurchmesser) im Durchmesser zu reduzieren.

In der Praxis haben sich Wellendurchmesser von 8, 10 und 16 mm durchgesetzt. Für normale Anwendungen bis zu einer Drehzahl von 350 U/min. und einer maximalen Länge von 600 mm erscheint ein Durchmesser von 10 mm angemessen zu sein. Bei hochviskosen Medien oder Wellenlängen über 600 mm sollte geprüft werden, ob nicht der Einsatz einer 16 mm Rührwelle sinnvoll ist. Auch müssen die passenden Rührerführungen und auch die entsprechende Aufnahmen am Rührantrieb zur Verfügung stehen.

**Bitte beachten Sie** beim Durchmesser des optimalen Rührelements, dass dieser auch durch die Engstelle eines Gefäßes, zum Beispiel einen Schliff oder Flansch, eingeführt werden kann. Hilfreich kann hierbei ein Kippen der Rührwelle sein.

### Beispiel Propeller-Rührer:

Annahmen: Innendurchmesser des Rührbehälters (D) = 300 mm

1. Ermittlung des Außendurchmesser des Rührelements (Rührkreis)  
 $R = (0,2 \text{ bis } 0,4) \times D$  danach ergibt sich für 90 mm =  $0,3 \times 300$  mm  
 Empfohlener Außendurchmesser des Rührelements sind ca. 90 mm

2. Ermittlung des Bodenabstand des Rührers  
 $B = (1 \text{ bis } 1,5) \times R$  danach ergibt sich für 120 mm =  $1,2 \times 100$  mm  
 Der empfohlene Bodenabstand des Rührers beträgt ca. 120 mm

### Formelzeichen / Legende:

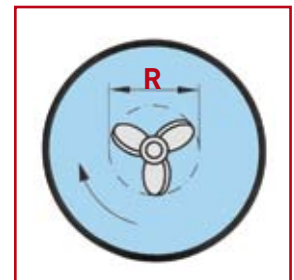
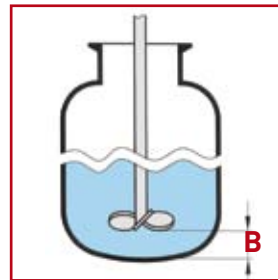
- D** Innendurchmesser des Rührbehälters
- R** Außendurchmesser des Rührelements (Rührkreis)
- B** Bodenabstand des Rührers
- H** Höhe des Rührelements

### Propeller-Rührer

Rührer mit mehreren schräggestellten, gewölbten, z.T. auch verwundenen Blättern. Ausführung auch mit Leitrohr. Die Rührwirkung beruht auf einer überwiegend axialen, vom Antrieb weggerichteten Strömung, auf Strömungsrichtung durch Änderung der Blattstellung oder der Drehrichtung.

$$R = (0,2 \text{ bis } 0,4) \times D$$

$$B = (1,0 \text{ bis } 1,5) \times R$$



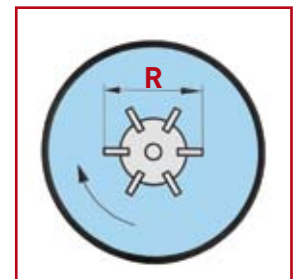
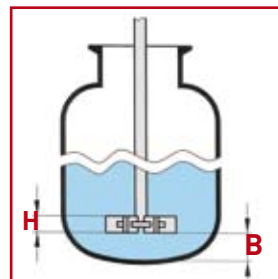
### Scheiben-Rührer

Rührer bestehend aus einer Scheibe mit mehreren radial angeordneten rechteckigen, ebenen, mitunter auch gekrümmten Blättern. Die Rührwirkung beruht auf einer radial auswärts gerichteten Strömung mit einer axialen Ansaugung von oben und unten. Die abströmende Flüssigkeit unterliegt einer hohen Scherung.

$$R = (0,3 \text{ bis } 0,4) \times D$$

$$H = 0,2 \times R$$

$$B = R$$



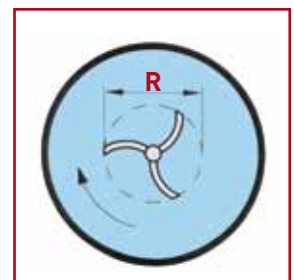
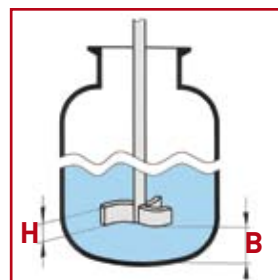
### Impeller-Rührer

Rührer mit drei schräg angeordneten gekrümmten Rührerarmen. Die Rührwirkung beruht auf einer radialen Strömung, die durch die bodennahe Anordnung des Rührers axial umgelenkt wird.

$$R = (0,50 \text{ bis } 0,70) \times D$$

$$H = (0,12 \text{ bis } 0,17) \times R$$

$$B = (0,08 \text{ bis } 0,18) \times R$$



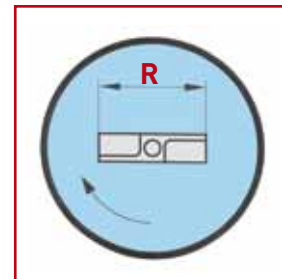
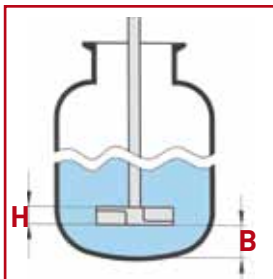
**Flügel-Rührer / Balken-Rührer**

Blattrührer mit besonders schmalen Blättern. Die Rührwirkung beruht auf einer radialen und axialen Strömung. Das Rührgut wird mäßig bis stark geschert.

$$R = (0,70 \text{ bis } 0,9) \times D$$

$$H = (0,05 \text{ bis } 0,1) \times R$$

$$B = (0,10 \text{ bis } 0,2) \times R$$

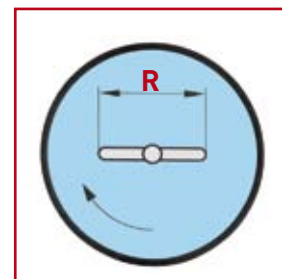
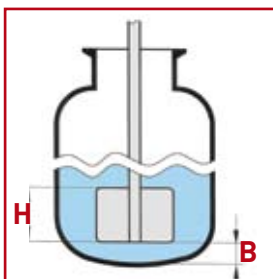
**Blatt-Rührer**

Volles, ebenes Rührerblatt beliebiger Form. Die Rührwirkung beruht auf dem Geschwindigkeitsgefälle des vom Rührerblatt verdrängten Rührgutes im übrigen Behälterinhalt.

$$R = (0,4 \text{ bis } 0,5) \times D$$

$$H = (0,9 \text{ bis } 1) \times R$$

$$B = 0,3 \times R$$

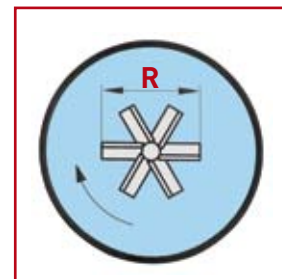
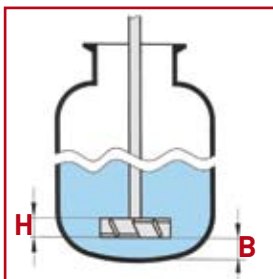
**Schrägblatt-Rührer**

Rührer mit mehreren schräg angestellten, rechteckigen geraden Blättern (Sonderformen  $\alpha = 90$  Grad, auch gebogene Blätter). Die Rührwirkung beruht auf einer axial gerichteten Strömung, verbunden mit erhöhter Scherung. Umkehr der Strömungsrichtung durch Änderung der Schrägstellung oder der Drehrichtung.

$$R = (0,30 \text{ bis } 0,40) \times D$$

$$H = (0,15 \text{ bis } 0,25) \times R$$

$$B = (0,50 \text{ bis } 1,00) \times R$$

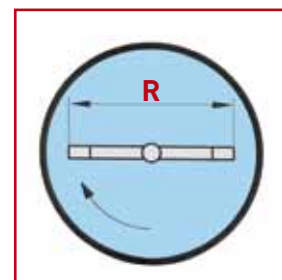
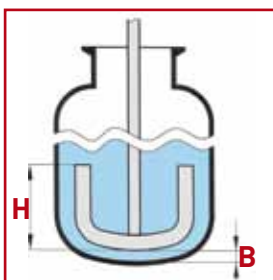
**Anker-Rührer**

Rührer in Ankerform, der Behälterwandung angepasst, stark randgängig. Die Rührwirkung beruht auf einer vorwiegend tangentialen Strömung mit einer schwach ausgebildeten axialen Komponente.

$$R = (0,90 \text{ bis } 0,95) \times D$$

$$H = (0,50 \text{ bis } 1,00) \times R$$

$$B = (0,003 \text{ bis } 0,005) \times R$$

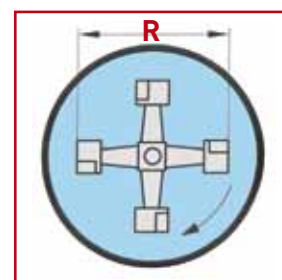
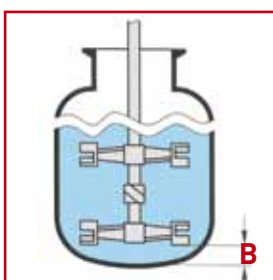
**Impuls-Gegenstrom-Rührer**

Rührer mit entgegengesetzter Blattanstellung auf einem Radialarm. Die Rührwirkung beruht auf einer axialen Strömung mit geringem Radialanteil. Entsprechend der Förderrichtung der Blätter ergibt sich in Wellennähe eine Axialströmung. Die Förderrichtung der Außenblätter wird der Rühraufgabe angepasst.

$$R = 0,70 \times D$$

$$H = 0,20 \times R$$

$$B = 0,28 \times R$$



# Rührwellen - maximale Drehzahl

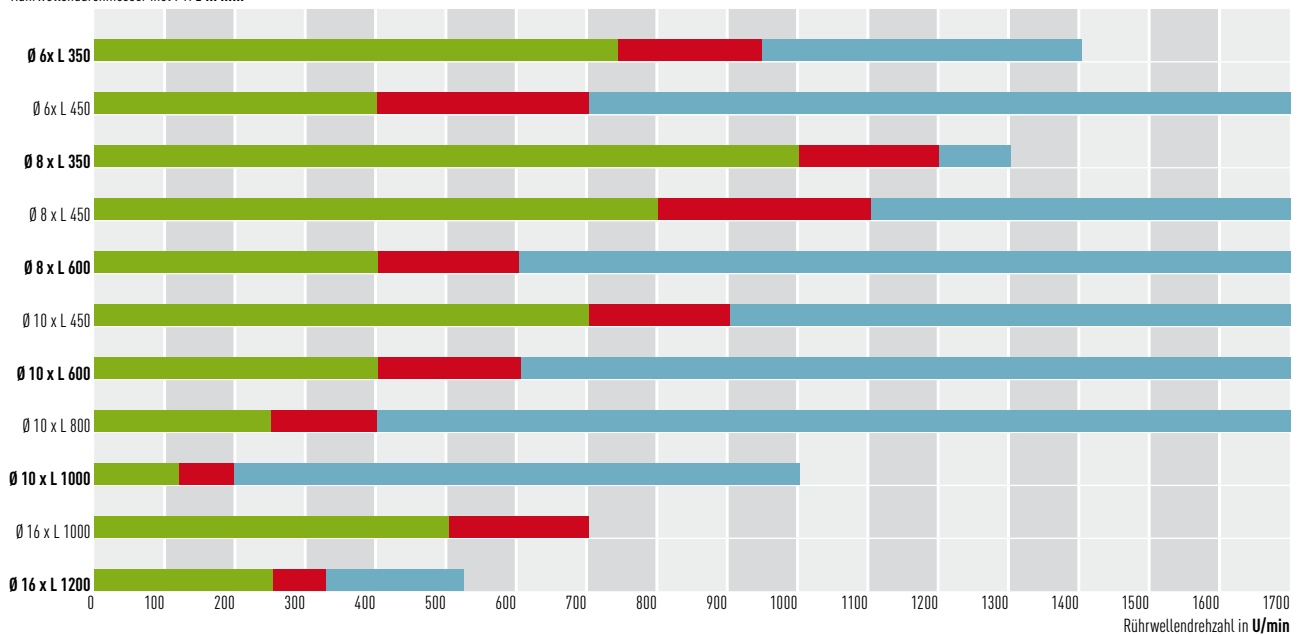
Gerne würden wir Ihnen hier eine Drehzahl nennen, doch leider ist das nicht so einfach. Die nachfolgenden Angaben beruhen auf ausführlichen, praxisnahen Tests unserer Rührwellen.

Es hat sich gezeigt, dass man keine maximale Drehzahl bei einer Rührwelle angeben kann, sondern vielmehr den Bereich angeben sollte, in welchem die Rührwellen sehr stark vibrieren. Diese Vibrationen bezeichnet man als Schwingungsresonanzen. Ab einer bestimmten Geschwindigkeit überlagern sich die Schwingungen und werden als Resonanzschwingungen, Vibrationen sichtbar. Durch diese werden die Lager des Antriebs stark

belastet, und es kann im Extremfall zu Unfällen durch umstürzende Rührantriebe kommen. Es hat sich gezeigt, dass Flüssigkeiten die Vibrationen reduzieren, ausgelaufene Lager am Rührantrieb oder mangelnde Stabilität des Rührstativs aber die Vibrationen erhöhen.

In der Praxis bedeutet das, dass man diese „kritische Drehzahl“ meidet und entweder unter ihr bleibt oder zügig den kritischen Drehzahlbereich überfährt, um dann wieder eine ruhig drehende Rührwelle zu erhalten. **Generell kann man sagen:** je länger eine Rührwelle ist, um so größer sollte auch ihr Wellendurchmesser gewählt werden.

Rührwellendurchmesser incl. PTFE in mm



## Die Graphik

soll einen Anhaltspunkt für die Auswahl der richtigen Rührwellen sein, bzw. eine Hilfe bei der Bestimmung der maximalen Drehzahl. Durch die vielen Parameter, die jedoch einen Einfluss auf die Laufruhe einer Rührwelle haben, ist es unbedingt notwendig, dass der Anwender eine Prüfung unter seinen Bedingungen durchführt.

**Bitte beachten Sie,** dass bei Doppelflügel-Rührwellen der kritische Drehzahlbereich um ca. 200 U/min. niedriger liegt als bei den in der Graphik dargestellten Rührwellen.

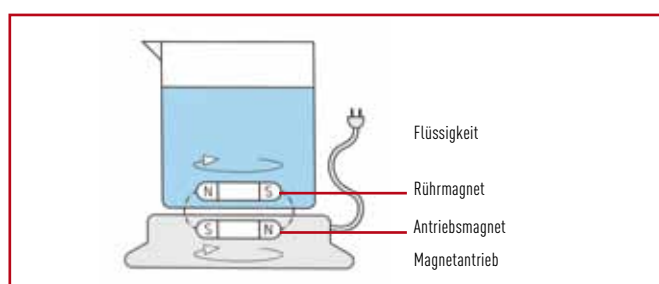
- » **Grüner Bereich** – gibt an, bis zu welcher Drehzahl nicht mit Vibrationen zu rechnen ist.
- » **Roter Bereich** – markiert die kritische Drehzahl. Hier kann es zu Vibrationen kommen. Dieser Bereich sollte möglichst gemieden werden.
- » **Blauer Bereich** – kommt nach dem zügigen Überfahren der kritischen Drehzahl; Vibrationen treten hier kaum noch auf. Jedoch wird der Rührantrieb, wie auch die Rührwellen, durch die hohen Drehzahlen sehr stark belastet. Deshalb sollte möglichst nur im Grünen Bereich gearbeitet werden.

# Rührer - Magnetisches Rühren

Das magnetische Rühren ist eine der bekanntesten Methoden, um flüssige Medien durchzumischen. Dieser Prozess lässt sich in einem großen Temperaturbereich und mit fast allen chemischen Reagenzien sowohl in offenen, als auch in geschlossenen Systemen, sowie im Druck- und Vakuumbereich durchführen.

## Das Grundsystem besteht aus zwei Teilen:

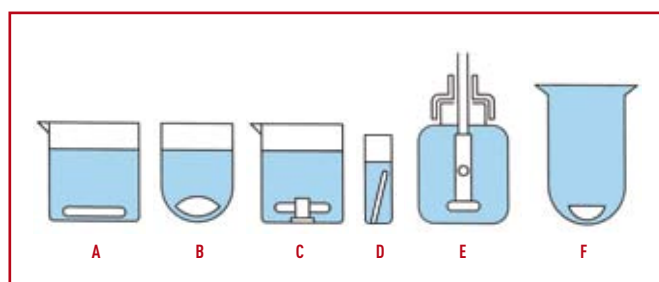
einem Rührmagneten in der Flüssigkeit und einem Magnetantrieb außerhalb des Gefäßes. Beide bilden einen Magnetkreis. Um in Flüssigkeiten mit unterschiedlichen Viskositäten problemlos rühren zu können, sollte der Magnetkreis eine Vielzahl von Geschwindigkeiten zulassen. Deshalb spielt die Stärke und Form des Magnetkreises zwischen Rühr- und Antriebsmagnet eine wichtige Rolle.



**Der Rührmagnet** selbst ist ein Magnetstab, der mit einem Material überzogen ist, dessen Aufgabe es ist, den Magnetkern zu schützen und eine Verunreinigung des zu rührenden Mediums zu verhindern.

Der Kern des Rührmagnetes besteht in der Regel aus Alnico V; eine weniger verwendete Variante ist Samarium-Cobalt. Aufgrund seiner außergewöhnlichen chemischen und thermischen (-200 °C bis +260 °C) Eigenschaften ist Polytetrafluorethylen (PTFE) das bevorzugte Material für die Ummantelung. Es lässt sich relativ leicht bearbeiten, ist sterilisierbar und das Ausgangsmaterial genügt den FDA und USP Class VI Ansprüchen.

Grundsätzlich ist es nicht ganz einfach, den effektivsten Magnetrührstab für eine spezielle Anwendung zu bestimmen. Eine wichtige Rolle spielen die Form des Gefäßes und die Viskosität des zu rührenden Mediums. Bei Petrischalen erzielt man beispielsweise mit einem langen Rührstab bei niedrigen Drehzahlen zufriedenstellende Ergebnisse, bei einem Rundkolben bietet sich die Eiform (ovale) Ausführung an. Ideal ist es, wenn der Magnet des Magnetrührstabes und der Magnet des Rührantriebes die gleiche Länge und den geringstmöglichen Abstand zueinander haben.

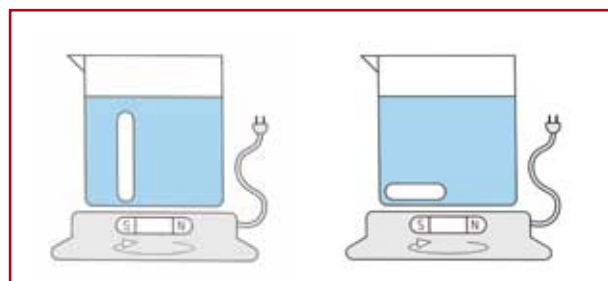


A Zylinder-Magnetrührstab » B Ovaler oder Ei-Magnetrührstab » C Magnetrührstab mit Führung » D Küvetten-Magnetrührstab » E Magnetrührstab für Zellkulturanwendungen » F Sonderanfertigung für Reaktionsgefäße

Die Erhöhung der Magnetstärke durch die Verwendung beispielsweise eines SmCo Magnets kann in vielen Fällen Vorteile haben. Allerdings kann sich dies auch negativ auswirken durch:

### » Abdriften

Wenn der Rührmagnet und Antriebsmagnet große Längenunterschiede aufweisen, kann der Rührmagnet zu einem Pol des Antriebsmagneten abdriften.



### » Bremswirkung/Blockade

Sind die Kräfte zwischen Rührmagnet und Antriebsmagnet sehr stark, kann der Druck des Magnetrührstabes auf den Gefäßboden die Rotationsgeschwindigkeit verringern, im ungünstigsten Falle sogar blockieren.

Generell kann man keine Empfehlung für oder gegen eine bestimmte Rührstabvariante aussprechen. Im Zweifelsfalle ist man gut beraten, unterschiedliche Magnetrührstabformen unter den eigenen Bedingungen zu testen.

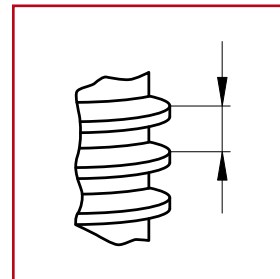
Der zweite Teil des Rührsystems ist **der Rührantrieb**, der in der simpelsten Form aus einem einfachen, geschwindigkeitskontrollierten Induktionsmotor bzw. Schrittmotor besteht. In manchen Fällen enthält der Motor eine automatische Umkehrung um die Rührwirkung zu verbessern. Als Antriebsmagnet fungiert normalerweise ein einfacher Vierkant, ein U-Magnet oder ein zusammengesetzter SmCo-Magnet. Seine Rotation treibt dann den Magnetrührstab in der Flüssigkeit an. Die gewünschte Drehzahl lässt sich über die Geschwindigkeitskontrolle regeln.

# Gewindearten – Bestimmung

In der täglichen Praxis kommt es oft vor, dass man gezwungen ist, ein passendes Anschlussfiting auszuwählen. Leider ist das bei der Vielzahl an Gewinden nicht immer leicht. Mit nachstehenden Abbildungen möchten wir Ihnen eine kleine Hilfe geben.

Wie auf dem Bild dargestellt, kann es sehr hilfreich sein, die Gewindegröße durch Auflegen auf unsere 1:1-Zeichung, einfach zu ermitteln. Auch die Angaben zum Außendurchmesser und der Gewindesteigung (einfach ausgedrückt: Abstand von Gewindespitze zu Gewindespitze) lassen sich mit etwas Geschick ermitteln. Bleibt also nur noch die Form, welche sich aber meist leicht erkennen lässt.

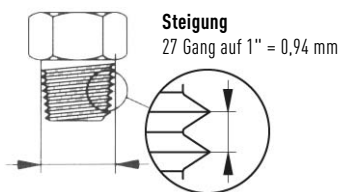
Sollten Sie dennoch im Unklaren sein, welches Gewinde bei Ihnen vorliegt, **kein Problem, wir sind für Sie da**. Senden Sie uns bitte ein Muster oder das Gegenstück, wir helfen Ihnen gerne bei der Auswahl. Bitte haben Sie aber Verständnis, dass bei gefaxten Kopien von Fittings das Gewinde nicht bestimmt werden kann.



## NPT (National Pipe Thread) kegeliges, amerikanisches Rohrgewinde

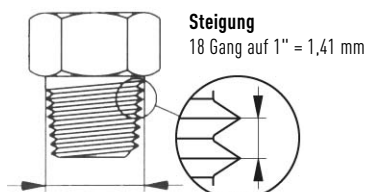
Sehr leicht erkennbar am kegeligen Außen- bzw. Innendurchmesser, welcher selbstdichtend wirkt. Daher wird NPT auch als „Dichtgewinde“ bzw. „im Gewinde dichtende Verbindung“ bezeichnet.

**NPT 1/8"** – Außen- $\varnothing$  = 9,9 mm



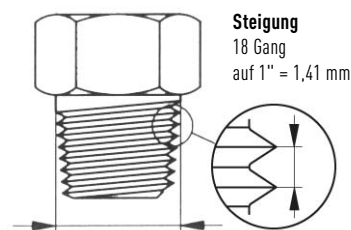
**Steigung**  
27 Gang auf 1" = 0,94 mm

**NPT 1/4"** – Außen- $\varnothing$  = 13,2 mm



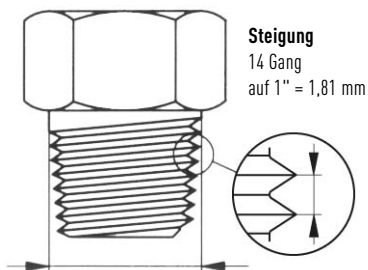
**Steigung**  
18 Gang auf 1" = 1,41 mm

**NPT 3/8"** – Außen- $\varnothing$  = 16,6 mm



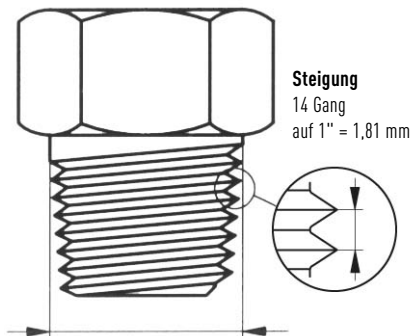
**Steigung**  
18 Gang auf 1" = 1,41 mm

**NPT 1/2"** – Außen- $\varnothing$  = 20,6 mm



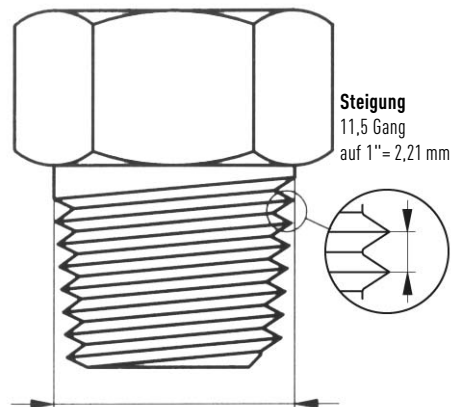
**Steigung**  
14 Gang auf 1" = 1,81 mm

**NPT 3/4"** – Außen- $\varnothing$  = 26 mm



**Steigung**  
14 Gang auf 1" = 1,81 mm

**NPT 1"** – Außen- $\varnothing$  = 32,5 mm



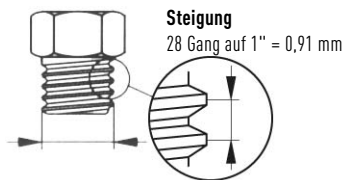
**Steigung**  
11,5 Gang auf 1" = 2,21 mm



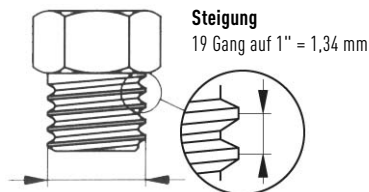
## G oder R (Whitworth Rohrgewinde) und BSP (British Standard Pipe)

Zylindrische Rohrgewinde werden hauptsächlich in angelsächsischen Ländern verwendet. Die Maßangaben von z. B. R 3/4" lässt keinen Durchmesser ablesen, das entsprechende Maß muss über Tabellen bestimmt werden.

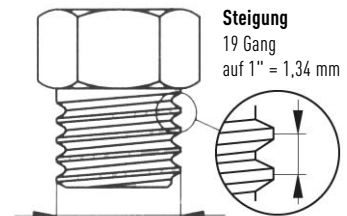
**G 1/8"** – Außen- $\emptyset$  = 9,6 mm



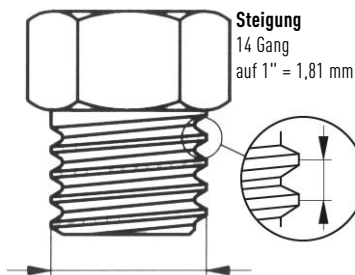
**G 1/4"** – Außen- $\emptyset$  = 13 mm



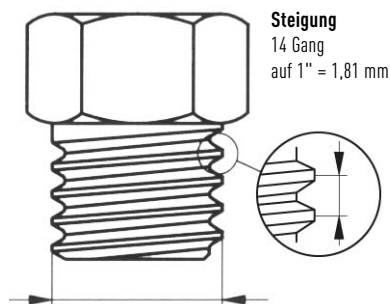
**G 3/8"** – Außen- $\emptyset$  = 16,5 mm



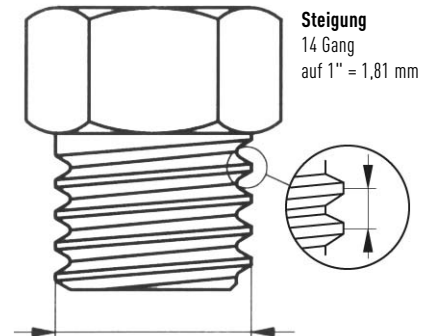
**G 1/2"** – Außen- $\emptyset$  = 20,8 mm



**G 5/8"** – Außen- $\emptyset$  = 22,8 mm



**G 3/4"** – Außen- $\emptyset$  = 26,3 mm

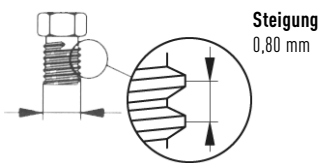


## M (metrisches ISO-Gewinde) – Standard im europäischen Raum

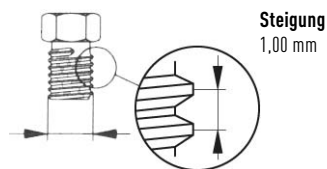
Zylindrischer, auf den Millimeter genauer Außen- bzw. Innendurchmesser. Durch die feine Steigung des metrischen Gewindes können Kräfte vom Gewinde sehr gut aufgenommen werden. Kennzeichnung durch Voranstellen

eines „M“ gefolgt vom Nenndurchmesser z. B. M 10. Bei einer abweichenden Steigung zur Regelsteigung wird diese als Nachsatz angefügt z. B. M 10 x 0,75.

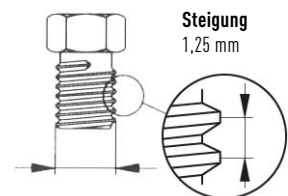
**M 5** – Außen- $\emptyset$  = 5 mm



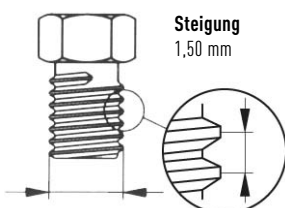
**M 6** – Außen- $\emptyset$  = 6 mm



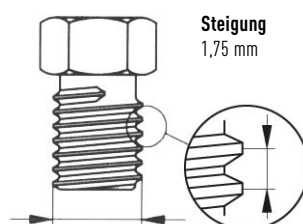
**M 8** – Außen- $\emptyset$  = 8 mm



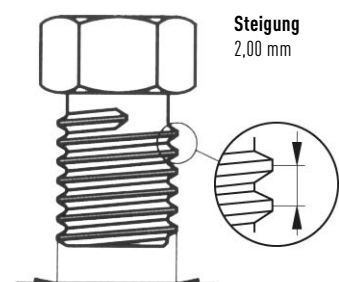
**M 10** – Außen- $\emptyset$  = 10 mm



**M 12** – Außen- $\emptyset$  = 12 mm



**M 16** – Außen- $\emptyset$  = 16 mm



# Gewindearten – Bestimmung

## UNF 1/4"-28G

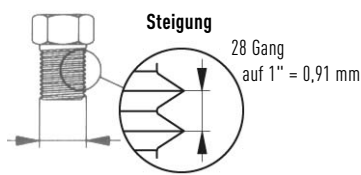
Aus den USA. Hauptsächlich in der Chromatographie/HPLC eingesetzt. Als Standard haben sich die Maße UNF 1/4"-28G und UNF 10-32G durchgesetzt. Die Ziffern 28G bzw. 32G bedeuten die Anzahl der Gewindesteigungen auf einen Zoll (25,4 mm) Länge.

## UNF 1/4"-28G kontra M 6

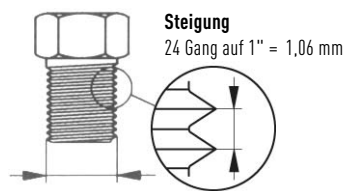
BOLA-HPLC-Fittings sind ausnahmslos mit dem gängigsten HPLC-Gewinde UNF 1/4"-28G ausgestattet. Daneben existieren Fittings und Verteiler mit dem sehr ähnlichen Gewinde M 6. Unterscheiden kann man die Beiden nur

durch exaktes Messen des Außendurchmessers oder mit einem Prüfring bzw. Prüfdorn. (So ist es z. B. möglich, die eine Hohlschraube in das Gegenstück des anderen Gewindes, zumindest 2-3 Umdrehungen weit, einzuschrauben.) Das UNF 1/4"-Gewinde hat einen Außendurchmesser von 6,35 mm, das Gewinde M 6 genau 6,0 mm (fertigungsbedingte Toleranzen können vorhanden sein). Wir empfehlen Ihnen, ausschließlich das UNF-Gewinde 1/4"-28G zu verwenden, um Verwechslungen oder doppelte Lagerhaltung zu vermeiden.

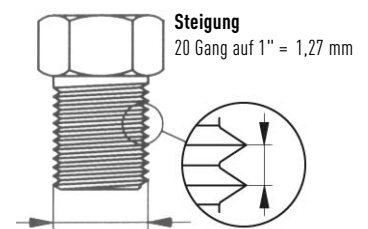
**UNF 1/4"-28G** – Außen-Ø = 6,2 mm



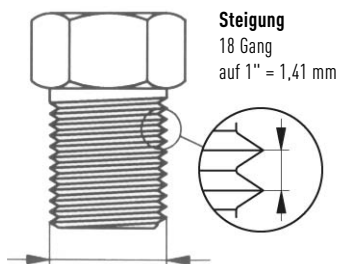
**UNF 3/8"-28G** – Außen-Ø = 9,4 mm



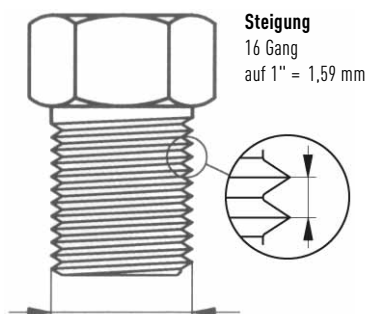
**UNF 1/2"-28G** Außen-Ø = 12,6 mm



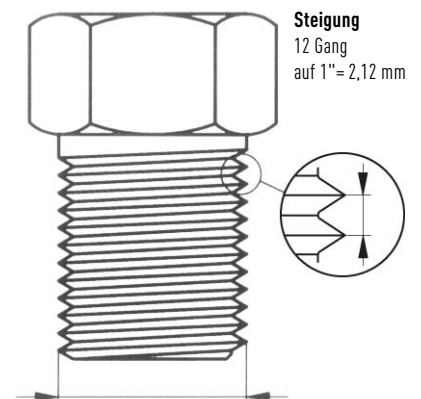
**UNF 5/8"-18G** – Außen-Ø = 15,7 mm



**UNF 3/4"-16G** – Außen-Ø = 18,9 mm

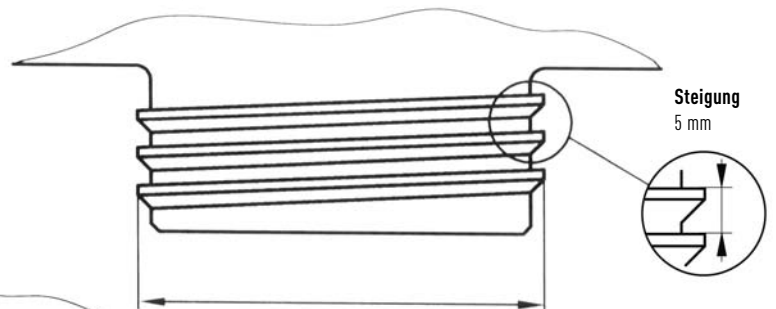


**UNF 1"-12G** – Außen-Ø = 25,2 mm

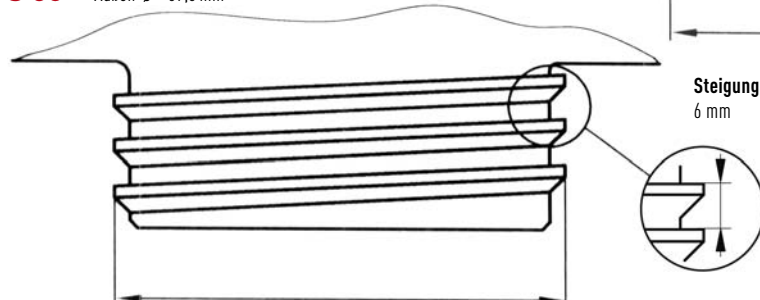


## KANISTERGEWINDE

**S 55** – Außen-Ø = 53,5 mm

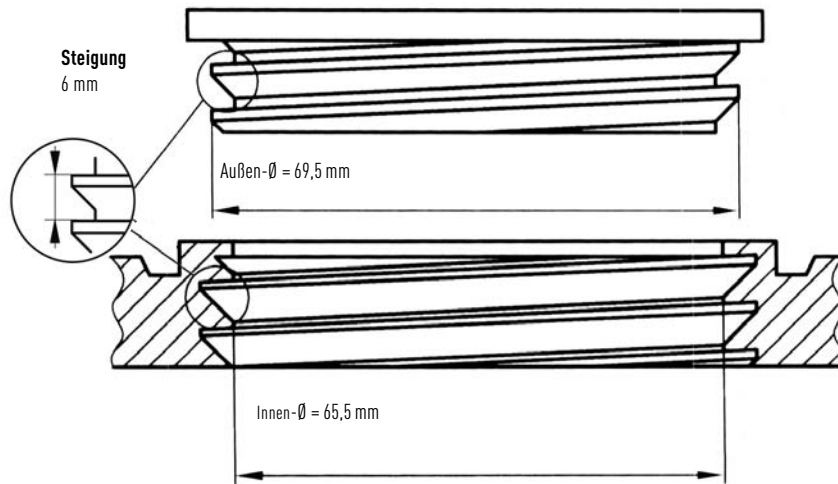


**S 60** – Außen-Ø = 59,5 mm

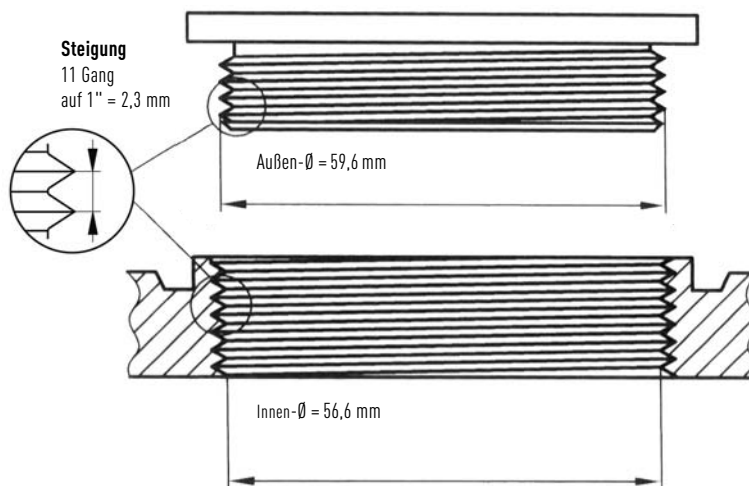


## FASSGEWINDE

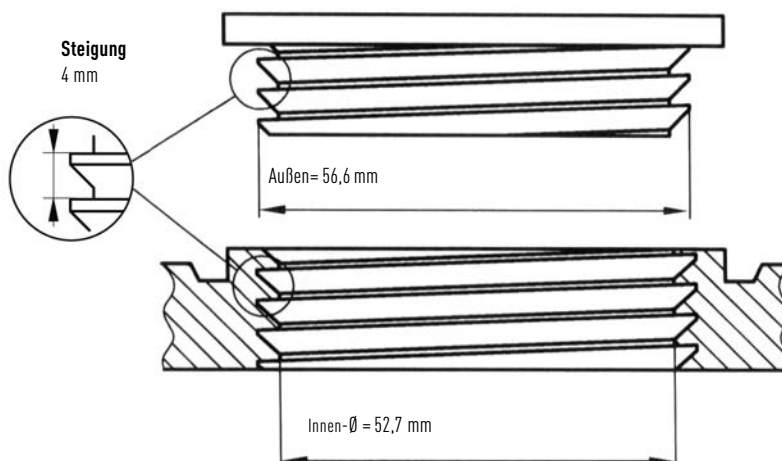
### BCS 70x6 MAUSER 2"®



### G2"/ R 2"/ BSP 2"



### BCS 56x4 Tri Sure2"®

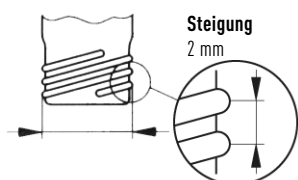


# Gewindearten – Bestimmung

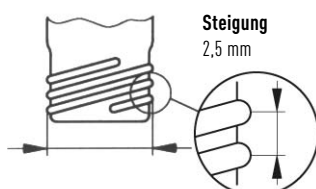
## GL-Gewinde

Glasgewinde sind Rundgewinde, d. h. es gibt an den Enden der Gewindeflanken nur runde Enden. Durch seine einfache Form und die runden Flankenenden ist es leicht auf Glasrohren zu formen. Die relativ große Steigung und die breiten Flanken verleihen ihm große Tragkraft.

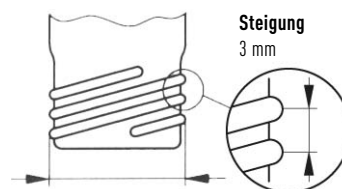
**GL 12** – Außen- $\varnothing$  = 12 mm



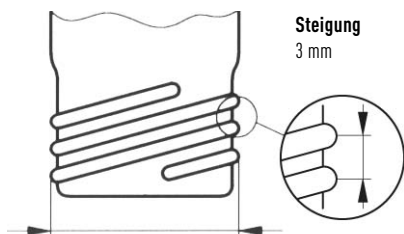
**GL 14** – Außen- $\varnothing$  = 14 mm



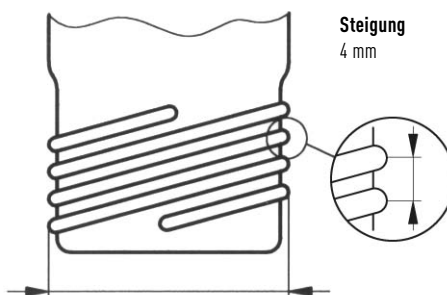
**GL 18** – Außen- $\varnothing$  = 18 mm



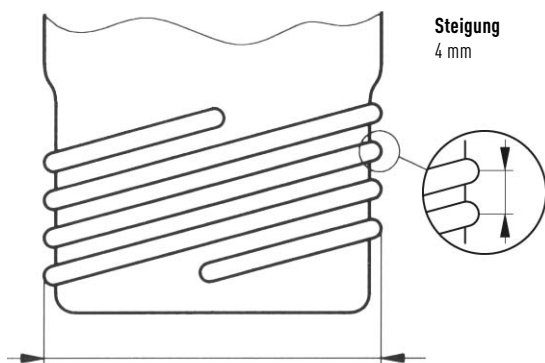
**GL 25** – Außen- $\varnothing$  = 25 mm



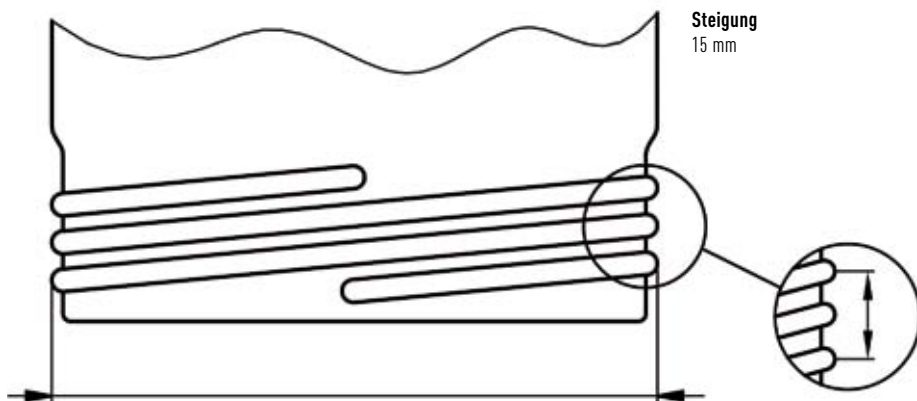
**GL 32** – Außen- $\varnothing$  = 32 mm



**GL 45** – Außen- $\varnothing$  = 45 mm



**GLS 80** – Außen- $\varnothing$  = 80 mm



# Umrechnungen

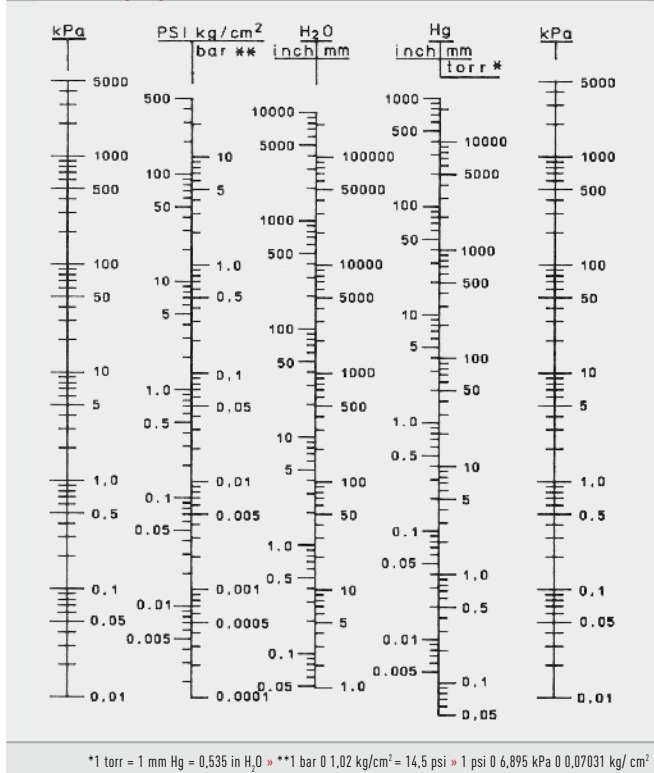
## Zoll in Millimeter

Zoll Bruchschreibweise "	Zoll Dezimalschreibweise "	Millimeter Dezimalschreibweise mm
1/16	0.062	1,57
1/8	0.125	3,18
3/16	0.188	4,78
1/4	0.250	6,35
5/16	0.313	7,95
3/8	0.375	9,53
7/16	0.438	11,13
1/2	0.500	12,70
9/16	0.563	14,30
5/8	0.625	15,88
11/16	0.688	17,48
3/4	0.750	19,05
13/16	0.813	20,65
7/8	0.875	22,23
15/16	0.938	23,83
1	1	25,40
2	2	50,80
3	3	76,20
4	4	101,60
5	5	127,00
6	6	152,40
7	7	177,80
10	10	254,00

## Millimeter in Inches

Millimeter mm	Dezimal Inches in "
1,0	0.039
1,8	0.071
2,0	0.079
3,0	0.118
3,2	0.126
4,0	0.157
4,3	0.169
4,6	0.181
5,0	0.197
6,0	0.236
7,0	0.276
8,0	0.315
9,0	0.354
10,0	0.394
20,0	0.787
30,0	1.181
40,0	1.575
50,0	1.969
60,0	2.362
70,0	2.756
80,0	3.150
90,0	3.543
100,0	3.937

## Druck-Umrechnungsdiagramm



## Druck

Bar	PSI	MPa
1	14,49	0,1
2	28,99	0,2
3	43,48	0,3
5	72,46	0,5
10	144,93	1,0
20	289,86	2,0
30	434,78	3,0
50	724,64	5,0
100	1449,28	10,0

# Umrechnungen

Hohlmasse				
		Britisch	Flüssigkeiten Kanada, USA	Trockenmittel Kanada, USA
1 minim		0,0592 mlit	0,06161 mlit	
1 dram	60 minim	3,5515 mlit	3,69670 mlit	
1 pint		568,2600 mlit	473,18 mlit	
1 quart	2 pint	1,1365 lit	0,9464 lit	1,1012 lit
1 gallon	4 quart	4,5560 lit	3,7850 lit	4,4100 lit
1 bushel	8 gallon	36,3690 lit	35,2390 lit	35,2390 lit
1 barrel	36 gallon	163,6600 lit	115,6300 lit	115,6300 lit
1 quarter	8 bushel	290,9500 lit	242,0000 lit	242,0000 lit

Masse			
Angloamerikanisch zu Metrisch		Metrisch zu Angloamerikanisch	
1 grain (gr)	0,0648 g	1 g	15,432 gr
1 dram (dr)	1,7718 g	1 g	0,56439 dr
1 ounce (oz)	28,3500 g	1 g	0,0353 oz
1 pound (lb)	4,5359 kg	1 kg	2,205 lb
1 slug	1,00000 kg	1 kg	0,0685 slug
1 ton (short)	907,18500 kg	1 to	1,102 ton short
1 ton (long)	1,01605 to	1 to	0,984 ton long

Gewicht			
1 g	0,035 oz	15,432 gr	
1 kg	2,2046 lb	35,274 oz	
1 to	2204,6000 lb	0,9842 ton long	1,1023 ton short
1 gr	0,0648 g		
1 oz	28,3500 g		
1 lb	0,4536 kg		
1 ton (short)	0,907 to		
1 ton (long)	1,016 to		

Längen			
1 mm	0,03937 in	15,432 gr	
1 cm	0,39370 in		
1 m	39,3700 in	3,28083 ft	1,0936 yd
1 km	3280,83 ft	1093,61 yd	0,62137 stat mi
1 in	25,4 mm	2,54 cm	0,0254 m
1 ft	304,8 mm	30,48 cm	0,3048 m
1 yd	0,9144 m		
1 stat mi (mile)	1,609 km		

Temperaturen		
	Celsius (Fahrenheit - 32) x 0,555555556	Fahrenheit (Celsius x 1,8) + 32
	0	32
	1	34
	5	41
	10	50
	25	77
	50	122
	75	167
	100	212
	125	257
	150	302
	175	347
	200	392
	225	437
	250	482
	275	527

Temperaturen			
Angloamerikanisch zu Metrisch		Metrisch zu Angloamerikanisch	
1 lb mass/in <sup>3</sup>	27,68000 g/cm <sup>3</sup>	1 g/cm <sup>3</sup>	0,362 lb mass/in. <sup>3</sup>
1 lb mass/ft. <sup>3</sup>	0,01600 g/cm <sup>3</sup>	1 g/cm <sup>3</sup>	62,400 lb mass/ft. <sup>3</sup>
1 lb mass/imp gal	0,09978 g/cm <sup>3</sup>	1 g/cm <sup>3</sup>	10,022 lb mass/igal
1 lb mass/US gal	0,11980 g/cm <sup>3</sup>	1 g/cm <sup>3</sup>	8,3500 lb mass/USgal

Volumen			
1 l	61,025 in <sup>3</sup>	0,0353 ft	1,0567 USqt
1 cm <sup>3</sup>	0,0610 in <sup>3</sup>		
1 m <sup>3</sup>	264,2 USgal	1,308 yd	35,314 m <sup>3</sup>
1 in <sup>3</sup>	16,387 cm <sup>3</sup>		
1 ft <sup>3</sup>	28,317 l	0,02832 m <sup>3</sup>	
1 yd <sup>3</sup>	0,7645 m <sup>3</sup>		
1 USgal	3,7853 l		
1 GBgal	4,545 l	1,2 USgal	
1 qt	0,94363 l		

Flächen			
Angloamerikanisch zu Metrisch		Metrisch zu Angloamerikanisch	
1 in <sup>2</sup>	6,4516 cm <sup>2</sup>	1 cm <sup>2</sup>	0,1550 in <sup>2</sup>
1 ft <sup>2</sup> (144 in <sup>2</sup> )	0,0929 m <sup>2</sup>	1 m <sup>2</sup>	10,7636 ft <sup>2</sup>
1 yd <sup>2</sup> (9 ft <sup>2</sup> )	0,8361 m <sup>2</sup>	1 m <sup>2</sup>	1,19599 yd <sup>2</sup>
1 rd <sup>2</sup>	25,2930 m <sup>2</sup>	1 m <sup>2</sup>	0,0395 rd <sup>2</sup>
1 stat mi <sup>2</sup>	2,5899 km <sup>2</sup>	1 km <sup>2</sup>	0,387 stat mi <sup>2</sup>

## BOLA engagiert sich



### Für die Umwelt

BOLA nimmt Umweltverantwortung ernst. Das beinhaltet bei uns nicht nur den schonenden Umgang mit den natürlichen Ressourcen, sondern auch die Vermeidung von Abfällen und die Integration von Recycling-vorbereitenden Arbeitsschritten in die eigentliche Fertigung.

- » Bereits bei der spannenden Verarbeitung (z. B.: Bohren, Drehen oder Fräsen) von PTFE werden bei uns anfallende Späne direkt an der Maschine über ein spezielles Rohrsystem per Absaugung in großen Spänebunkern gesammelt. Diese Späne, wie auch Reststücke von Halbzeugen werden absolut sortenrein und frei von Kontaminationen zwischengelagert und dem Recycling wieder zugeführt. Beim Recycling werden die Späne und Produktionsrückstände in einem speziell für PTFE entwickelten Verfahren aufgearbeitet, um als Halbzeuge wieder Verwendung zu finden.
- » Einmalprodukte entsprechen immer weniger unserem Umweltempfinden. Daher werden alle unsere Produkte bereits bei der Konstruktion und Designgebung auf langjährige Benutzung ausgelegt.
- » Durch Herstellung von Formpressteilen kann auf Späne erzeugende Arbeitsschritte verzichtet werden. Neben der Einsparung an PTFE-Pulver wird auch weniger Energie verbraucht.
- » Produkte aus den bekanntesten Fluorkunststoffen sind frei von Weichmachern oder Lösungsmitteln. Es werden keine schädlichen Stoffe an die Umwelt abgegeben.

### Für die Caritas Werkstätte Gerlachsheim

Rund 100 Arbeitsplätze für seelisch kranke und behinderte Menschen wurden in Gerlachsheim seit 1983 geschaffen.

In enger Zusammenarbeit mit der Psychiatrischen Abteilung des Kreiskrankenhauses in Tauberbischofsheim, dem Verein für offene Psychiatrie, dem Sozialpsychiatrischen Dienst, dem Integrationsfachdienst, den Wohnheimen, Betreuern und Angehörigen erhalten die seelisch kranken und behinderten Menschen ein umfassendes Arbeits- und Betreuungsangebot, das die Eingliederung in Gesellschaft und Arbeitswelt erleichtert.

Wichtigstes Ziel sind Leistungssteigerungen und Ergebnisse, die den Anforderungen der freien Wirtschaft entsprechen, damit der Weg in einen normalen Arbeitsalltag und die Sorge für den eigenen Lebensunterhalt erreicht wird.

Wir bei BOLA identifizieren uns mit diesen Zielen und unterstützen die Caritas Werkstätte Gerlachsheim mit Aufträgen in den Bereichen Montage oder Verpackung.

### Für die „Klasse 2000“

„Klasse 2000“ ist ein ganzheitliches Unterrichtskonzept, das Grundschulpädagoginnen und -pädagogen sowie Fachleute aus den Bereichen Medizin, Psychologie, Sport- und Ernährungswissenschaften gemeinsam entwickelt haben. Ziel ist die Vermittlung von Lebenskompetenzen an Schulkinder und Jugendliche, damit diese den Alltag und die Herausforderungen des Lebens besser bewältigen können. Dadurch werden Selbstwertgefühl und Lebensmut gestärkt – die beste Prävention vor Alkohol, Drogensucht und Gewalt. Davon sind auch wir bei BOLA überzeugt und unterstützen das Projekt „Klasse 2000“ gerne.