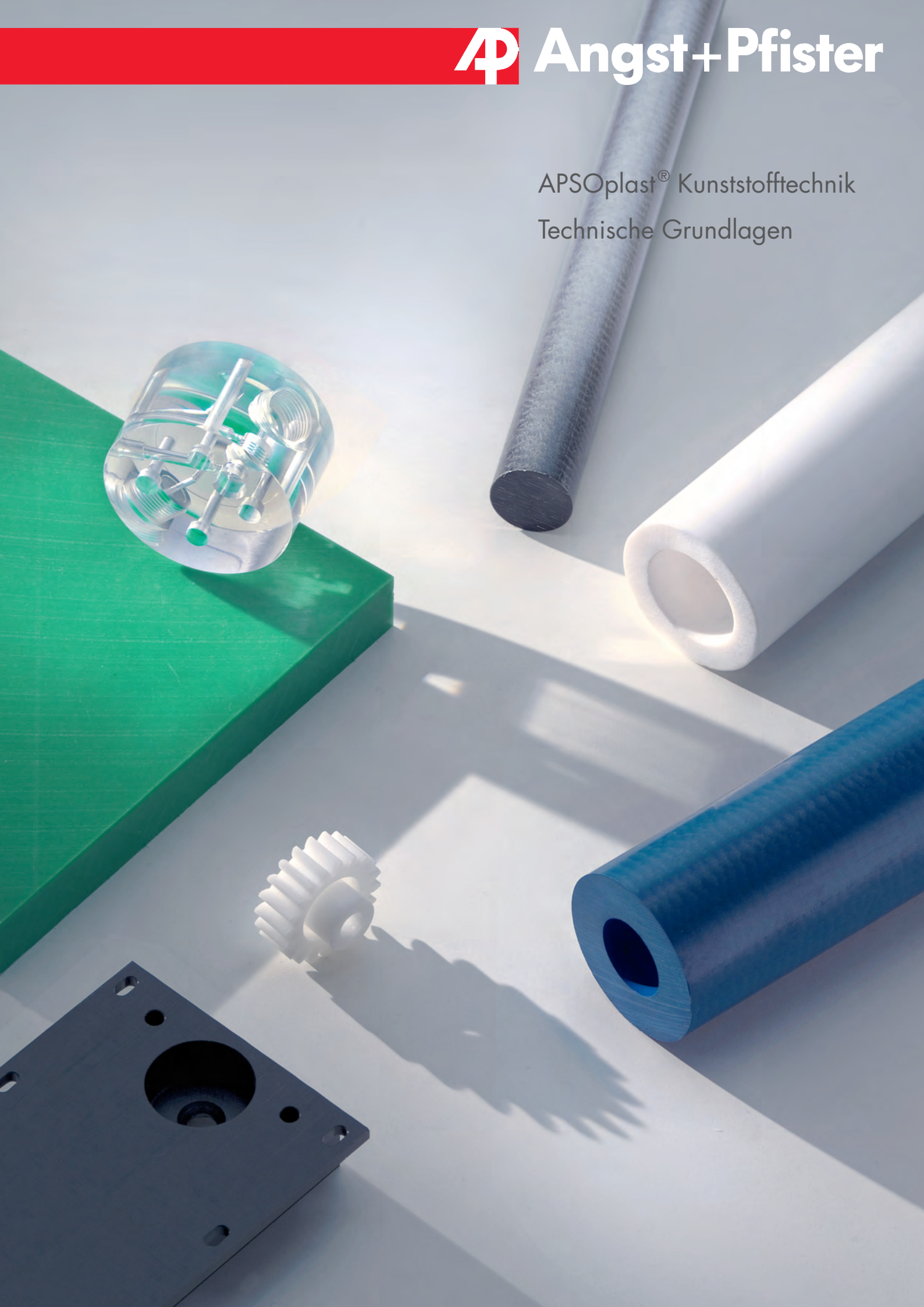


APSOplast® Kunststofftechnik
Technische Grundlagen



Einleitung	1
Physikalische Eigenschaften	2
Standard-Kunststoffe	3
Transparente Kunststoffe	4
Technische Kunststoffe	5
Hochleistungs-Kunststoffe	6
Fluorkunststoffe	7
Duroplaste	8
Polyurethane	9
Kunststoffe für die Lebensmittelindustrie	10
Kunststoffe in der Medizintechnik	11
Kunststoffe für Gleitfunktionen	12
Elektrostatisch ableitende/elektrisch leitfähige Kunststoffe	13
Beschichtete Gewebe	14
Bearbeitung von Kunststoff-Halbfabrikaten	15
Chemische Beständigkeit von Kunststoffen	16
Sortimente, Services und Dienstleistungen	17

Einleitung

Als Kunststoffe bezeichnet man Stoffe, deren Grundbestandteil synthetisch oder halbsynthetisch erzeugte Polymere sind.

Durch die Auswahl des Ausgangsmaterials, des Herstellungsverfahrens und der Beimischung von Additiven lassen sich technische Eigenschaften von Kunststoffen wie Formbarkeit, Härte, Elastizität, Bruchfestigkeit, Temperatur- und chemische Beständigkeit in weiten Grenzen variieren.

Solche mit Zusatzstoffen versehene Formmassen werden dann nach DIN EN ISO 1043 (Thermoplaste) und nach DIN 7708 (Duroplaste), DIN ISO 1629 (Elastomere) gekennzeichnet. Kunststoffe werden zu Formteilen, Halbzeugen, Fasern oder Folien weiterverarbeitet.

Themenkreise

Angst+Pfister hat ein umfangreiches Sortiment an Kunststoffen, welches die Anforderungen des Marktes abdeckt. Besonders stark sind wir im Bereich der Hochleistungswerkstoffe, die vor allem im Hochtemperaturbereich Anwendung finden. Neu im Sortiment befinden sich Kunststoffe besonders für den Bereich der Lebensmittel- und Medizintechnik. Um die Werkstoffe auch marktgerecht zu gliedern, enthält dieser Katalog neu vier Themenkreise:

- Kunststoffe für die Lebensmittelindustrie
- Kunststoffe in der Medizintechnik
- Kunststoffe für Gleitfunktionen
- Elektrostatisch ableitende/elektrisch leitfähige Kunststoffe

Um sich in der vielfältigen Welt der Kunststoffe auszukennen, bedarf es umfangreicher Schulungen und langjähriger Praxis. Unsere Fachberater informieren sich ständig über das, was der Markt zu bieten hat, um Ihnen ein kompetenter Gesprächspartner zu sein. Unser gut sortiertes Lager und unsere Zusammenarbeit mit leistungsstarken Partnern garantieren Ihnen eine hohe Lieferbereitschaft in allen gängigen Materialien und Grössen.

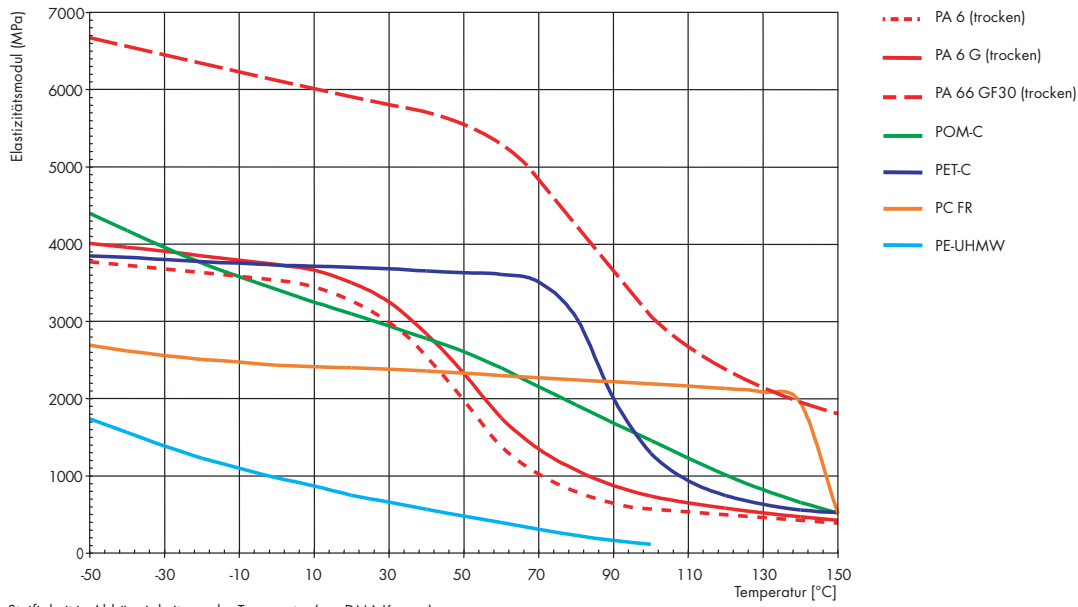
Die hier informativ dargestellten Werkstoff-Beschreibungen und technischen Daten basieren auf geprüften Werten unserer Hersteller. Die Informationen dienen dem Konstrukteur und Anwendungstechniker als Richtlinie zur Wahl des geeigneten Kunststoffes. Die aufgeführten Werte wurden nach genormten Prüfmethoden ermittelt und können durch zusätzlich bestimmende Faktoren wie Temperatur, Umgebungseinflüsse, Restspannungen usw. wesentlich beeinflusst werden.

Einleitung	2.1 – 2.2
Physikalische Eigenschaften der Standard-Kunststoffe	2.3
Physikalische Eigenschaften der Transparenten Kunststoffe	2.4
Physikalische Eigenschaften der Technischen Kunststoffe	2.5
Physikalische Eigenschaften Hochleistungs-Kunststoffe	2.6
Physikalische Eigenschaften der Fluorkunststoffe	2.7
Physikalische Eigenschaften der Duroplaste	2.8
Physikalische Eigenschaften der Polyurethane	2.9

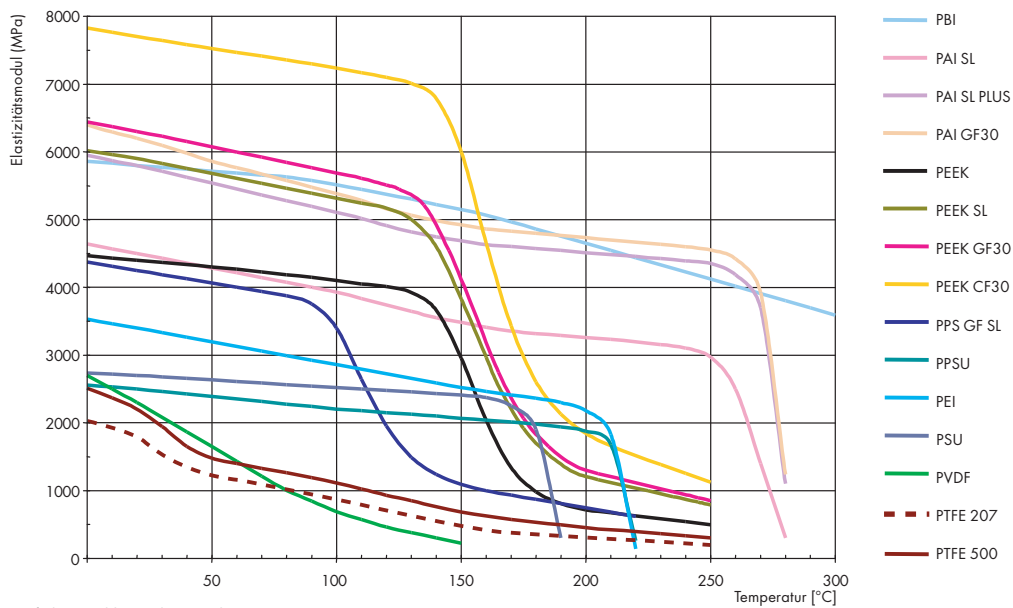
Einleitung

Kunststoffe werden in ihrem mechanischen Verhalten schon durch relativ geringe Änderungen der Temperatur wesentlich stärker beeinflusst als andere Werkstoffe (z.B. Metalle). Besonders deutlich äussert sich diese Abhängigkeit im Verformungsverhalten. Aber auch die Festigkeit bei Kurz- und Langzeitbeanspruchung ist temperaturabhängig. Die zwei nachfolgenden Diagramme zeigen deutlich die Abhängigkeit der Steifigkeit in Funktion der Temperatur.

Steifigkeit als Funktion der Temperatur



Steifigkeit in Abhängigkeit von der Temperatur (aus DMA-Kurven)



Steifigkeit in Abhängigkeit von der Temperatur (aus DMA-Kurven)

Physikalische Eigenschaften der Standard-Kunststoffe (Richtwerte im Normklima +23 °C/50% r.F.)

APSOplast®-Bezeichnung	Eigenschaften	Testparameter	Prüfmethode	Einheit	PVC-U	PVC-U FO	PE-LD	PE-HD	PE-HMW	PE-HMW	PE-UHMW	PE-UHMW Regenerat	PE-UHMW ED	PE-UHMW ED FDA	PE-UHMW FR	PP	PP LSG	ABS
					Farbe	Farbe	Farbe	Farbe	Farbe	Farbe	Farbe	Farbe	Farbe	Farbe	Farbe	Farbe	Farbe	Farbe
	Dichte		DIN EN ISO 1183-1	g/cm³	1.44	0.55	0.93	0.96	≥0.95	≥0.95	≥0.93	≥0.94	≥0.95	≥0.95	0.99	0.91	0.92	1.07
	Kugeldruckhärte		DIN EN ISO 2039-1	MPa	-	-	21	40	50	50	35	36	35	35	-	-	100	90
	Shore-Härte		DIN EN ISO 868	Shore D	82	49	54	64	65-67	65-67	61-65	62-67	61-65	61-65	63	72	72	78
	Streckspannung	50 mm/min	DIN EN ISO 527	MPa	58	16	13	22	≥26	≥26	≥20	≥20	≥18	≥18	22	32	38	45
	Streckdehnung	50 mm/min	DIN EN ISO 527	%	4	3	12	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Bruchdehnung	50 mm/min	DIN EN ISO 527	%	-	-	-	-	≥350	≥50	≥350	≥50	≥300	≥50	>200	>50	>25	20
	Biegefestigkeit	2 mm/min	ISO 178	MPa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Zug-Elastizitätsmodul	1 mm/min	DIN EN ISO 527	MPa	3300	900	350	900	≥1100	≥1100	≥700	≥700	≥750	≥750	700	1300	2000	2400
	Schlagzähigkeit	Charpy	DIN EN ISO 179-1eU	kJ/m²	-	12	o.B.	o.B.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kerbschlagzähigkeit	Charpy	DIN EN ISO 179-1eA	kJ/m²	4	-	-	19	-	-	-	-	-	-	o.B.	8	4.0	11
	Zugfestigkeit	50 mm/min	DIN EN ISO 527	MPa	-	-	-	-	≥25	≥15	≥190	≥100	≥140	≥100	-	-	-	-
	Gleitreibungskoeffizient		ASTM D 1894		-	-	-	-	0.10-0.15	0.10-0.15	0.10-0.15	0.10-0.16	0.10-0.15	0.10-0.15	-	-	-	-
	Abrasions-Index (Sand-Slurry-Test)	PE-UHMW, natur = 100%	ISO 15527	%	-	-	-	-	400	400	100	120-140	100	100-110	-	-	-	-
	Schmelztemperatur		ISO 11357-1/-3	°C	-	-	-	-	133-136	133-136	133-135	133-137	133-135	133-135	135	162	167	-
	Wärmeformbeständigkeit	HDT/B	DIN EN ISO 75	°C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	79	90	-	-	-
		HDT/A	DIN EN ISO 75	°C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90	-	-	-
	Einsatztemperatur min.			°C	0	0	-50	-50	-	-	-	-	-	-250	0	0	-40	
	Einsatztemperatur max. dauernd			°C	60	60	80	80	80	80	80	80	80	80	80	100	100	80
	Einsatztemperatur max. kurzzeitig			°C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	130	150	150	100	
	Wärmeleitfähigkeit			W/(K*m)	0.16	-	0.32	0.38	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.40	0.20	0.20	0.17
	Wärmeausdehnung		DIN 53752	10⁻⁴/K	80	70	200	180	150-200	150-200	200	200	200	200	150-230	120-190	120-190	90
	Dielektrizitätskennzahl		IEC 60250		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.4	-	3.1	
	Dielektrischer Verlustfaktor		IEC 60250		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	IEC 60250	-	IEC 60250	
	Spezifischer Durchgangswiderstand		IEC 60093	Ω*cm	-	-	-	-	≥10¹⁴	≥10¹⁴	≥10¹⁴	≤10¹⁴	≤10⁸	≤10⁵	<10³	>10¹⁴	>10¹³	10¹⁵
	Spezifischer Oberflächenwiderstand		IEC 60093	Ω	10¹³	>10¹⁵	10¹⁴	10¹⁴	≥10¹³	≥10¹³	≥10¹³	≤10¹³	10⁴-10⁸	≤10⁵	<10⁴	>10¹⁴	>10¹³	10¹⁴
	Durchschlagsfestigkeit		IEC 60243	kV/mm	39	-	45	47	45	-	45	-	-	-	-	45	50	20
	Kriechstromfestigkeit		IEC 60112	CTI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	600	>600	600	
	Wasseraufnahme	bei 23 °C/50% r.F.	DIN EN ISO 62	%	-	-	-	-	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.05	<0.1	<0.1	0.3
	Brennverhalten (UL94)		UL 94		-	-	-	-	HB	HB	HB	HB	HB	HB	-	-	-	
		Dicke ab 1 mm	UL 94		V0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Dicke 3 / 6 mm	UL 94		-	-	-	-	-	-	-	-	-	VO/V0	HB/HB	HB/HB	HB/HB	

o.B. = ohne Bruch

Physikalische Eigenschaften der Transparenten Kunststoffe (Richtwerte im Normklima +23 °C/50% r.F.)

APSOplast®-Bezeichnung				PVC-U	PMMA-XT	PMMA-GS	PMMA-XT ED	PET-A	PET-G	PC EC	PC LSG	PC
Eigenschaften	Testparameter	Prüfmethode	Einheit	Farbe transparent	transparent	transparent farbig	transparent	transparent	transparent	transparent	natur, durchscheinend	transparent
Dichte		DIN EN ISO 1183-1	g/cm ³	1.36	1.20	1.20	1.19	1.33	1.27	1.20	1.20	1.20
Kugeldruckhärte		DIN EN ISO 2039-1	MPa	120	-	-	-	-	-	-	140	-
Shore Härte		DIN EN ISO 868	Shore D	82	-	-	-	-	-	-	-	-
Streckspannung	50mm/min	DIN EN ISO 527	MPa	55	-	-	-	>55	>45	60	74	>60
Streckdehnung	50mm/min	DIN EN ISO 527	%	3	-	-	-	4	4	6	6	6
Bruchdehnung	50mm/min	DIN EN ISO 527	%	≥10	5	5	5	>25	>35	70	>50	>50
Biegefestigkeit	2 mm/min	ISO 178	MPa	90	-	-	-	-	80	100	-	90
Zug-Elastizitätsmodul	1 mm/min	DIN EN ISO 527	MPa	3000	3200	3000	-	2500	2020	2400	2400	2350
Schlagzähigkeit	Charpy	DIN EN ISO 179-1eU	kJ/m ²	o.B.	20	12-26	-	o.B.	o.B.	o.B.	o.B.	o.B.
Kerbschlagzähigkeit	Charpy	DIN EN ISO 179-1eA	kJ/m ²	3	2	2	-	4	7	11	9	11
Zugfestigkeit	50 mm/min	DIN EN ISO 527	MPa	30	83	67-75	74.5	>55	>45	60	74	>60
Wärmeformbeständigkeit	HDT/B	DIN EN ISO 75	°C	72	-	-	-	-	-	-	-	-
	HDT/A	DIN EN ISO 75	°C	-	95	105	-	63	63	-	130	127
Einsatztemperatur min.			°C	-15	-40	-40	-	-	-	-	-50	-100
Einsatztemperatur max. dauernd			°C	60	70	80	-	60	65	-	120	120
Einsatztemperatur max. kurzzeitig			°C	-	95	100	-	-	-	-	135	135
Wärmeleitfähigkeit			W/(K*m)	0.14	-	-	0.21	0.25	0.20	-	0.21	0.20
Wärmeausdehnung		DIN 53752	10 ⁻⁶ /K	80	80	80	70	50	50	65	65	65
Dielektrizitätskennzahl		IEC 60250		3.0	-	-	3.0	3.4	2.6	12	3.0	3.0
Dielektrischer Verlustfaktor		IEC 60250		0.01	-	-	-	0.015	0.005	-	0.001	0.009
Spezifischer Durchgangswiderstand		IEC 60093	Ω*cm	≥10 ¹⁵	-	10 ¹⁵	-	10 ¹⁵	10 ¹⁵	-	>10 ¹⁴	10 ¹⁴
Spezifischer Oberflächenwiderstand		IEC 60093	Ω	≥10 ¹³	10 ¹³	10 ¹⁴	10 ⁶ -10 ⁸	10 ¹⁶	10 ¹⁶	10 ⁵ -10 ⁷	>10 ¹³	10 ¹⁶
Durchschlagsfestigkeit		IEC 60243	kV/mm	20-40	-	-	-	60	16	-	28	34
Kriechstromfestigkeit		IEC 60112	CTI	600	-	-	-	-	-	-	350	-
Wasseraufnahme	bei 23 °C / 50% r.F.	DIN EN ISO 62	%	0.2	0.6	0.17	0.3	0.5	0.6	-	0.15	0.3
Brennverhalten (UL94)	Dicke ab 1 mm	UL 94		V0	-	-	-	-	-	-	-	-
	Dicke 3 / 6 mm	UL 94		-	- /HB	- /HB	-	-	-	-	HB/HB	-
Lichtdurchlässigkeit	3 mm	DIN 5036 / ASTM D-1003 / ISO 13468-1/-2	%	88	92	92	85	87	88	89	-	88
Brechungsindex		ISO 489		-	1.491	1.491	1.49	1.587	1.567	1.586	-	1.586
Lichtreflexionsgrad		DIN 5033/5036	%	-	4	4	-	-	-	8	-	-
Trübung		-	%	-	-	-	2	-	-	<1	-	-

o.B. = ohne Bruch

Physikalische Eigenschaften der technischen Kunststoffe (Richtwerte im Normklima +23 °C/50% r.F.)

APSOplast®-Bezeichnung

Eigenschaften	Testparameter	Prüfmethode	Einheit
Dichte		DIN EN ISO 1183-1	g/cm ³
Kugeldruckhärte		DIN EN ISO 2039-1	MPa
Shore-Härte		DIN EN ISO 868	scale D
Streckspannung	50 mm/min	DIN EN ISO 527	MPa
Streckdehnung	50 mm/min	DIN EN ISO 527	%
Zugfestigkeit	50 mm/min	DIN EN ISO 527	MPa
Bruchdehnung	50 mm/min	DIN EN ISO 527	%
Biegefestigkeit	2 mm/min 10N	DIN EN ISO 178	MPa
Zug-Elastizitätsmodul	1 mm/min	DIN EN ISO 527	MPa
Biege-Elastizitätsmodul	2 mm/min 10N	DIN EN ISO 178	MPa
Druckfestigkeit 1 %	5 mm/min 10N	EN ISO 604	MPa
Druckfestigkeit 2 %	5 mm/min 10N	EN ISO 604	MPa
Druck-Elastizitätsmodul	5 mm/min 10N	EN ISO 604	MPa
Schlagzähigkeit	Charpy	DIN EN ISO 179-1eU	kJ/m ²
Kerbschlagzähigkeit	Charpy	DIN EN ISO 179-1eA	kJ/m ²
Schmelztemperatur		ISO 11357-3	°C
Glasübergangstemperatur		DIN 53765	°C
Wärmeformbeständigkeit		DIN EN ISO 75/A	°C
Einsatztemperatur min.			°C
Einsatztemperatur max. kurzzeitig			°C
Einsatztemperatur max. dauernd			°C
Wärmeleitfähigkeit			W/(K*m)
Spezifische Wärmekapazität			kJ/(kg*K)
Wärmeausdehnung 23° – 60 °C		DIN 53752	10 ⁻⁶ /K
Wärmeausdehnung 23° – 100 °C		DIN EN ISO 11359-1-2	10 ⁻⁶ /K
Dielektrizitätskennzahl		IEC 60250	
Dielektrischer Verlustfaktor	50 Hz	IEC 60250	
Spezifischer Durchgangswiderstand		IEC 60093	Ω*cm
Oberflächenwiderstand		IEC 60093	Ω
Durchschlagsfestigkeit		IEC 60243	kV/mm
Kriechstromfestigkeit		IEC 60112	
Feuchtaufnahme sätt. Normkl.		DIN EN ISO 62	%
Wasseraufnahme 24 h	24 h (23 °C)	DIN EN ISO 62	%
Wasseraufnahme 96 h	96 h (23 °C)	DIN EN ISO 62	%
Brennverhalten	Dicke 3/6 mm	UL 94	

PA 6	PA 6 MO	PA 66	PA 66 MO	PA 66 GF30	PA 66 CF20	PA 46	PA 12	PA 6 G	PA 6 G MO	PA 6 G HS	PA 6 G LO	PA 6 G Plus	PA 6 G SL	PA 6 G SL PLUS	POM-C	POM-C LSG	POM-C SL	POM-C EC	POM-C ED	POM-C GF25	POM-C ID	POM-C SAN	POM-H SL	POM-H SL	PET-C	PET-C SL
Farbe natur (weiss), schwarz	schwarz	natur (creme), schwarz	schwarz/anthrazit	schwarz	schwarz	rotbraun	natur, schwarz	natur (elfenbein), schwarz	schwarz/anthrazit	schwarz	grün	blau	grau	dunkelblau	diverse	diverse	blau	schwarz	beige	grauweiss	grau, blau	weiss	natur (weiss), schwarz	braun	natur (weiss), schwarz	grau
1.14	1.14	1.15	1.15	1.32	1.23	1.18	1.02	1.15	1.15	1.15	1.14	1.19	1.14	1.18	1.41	1.41	1.52	1.4	1.34	1.59	1.49	1.41	1.42	1.54	1.38	1.44
170	170	180	180	210	200	168	100	180	185	170	165	190	170	180	165	150	120	100	90	180	174	163	160	-	170	160
82	82	83	83	86	-	84	78	83	83	82	82	82	81	82	-	81	80	79	76	-	-	-	83	-	84	-
80	80	85	90	100	104	95	50	75	82	75	70	76	75	70	67	67	50	40	42	51	68	69	75	50	85	76 ^①
-	-	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	9	8	7	-	-	-	4 ^①
-	-	-	-	-	104	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67	-	-	-	-	51	68	67	-	-	-	76 ^①
≥50	≥50	50	20	5	13	30	200	≥45	≥35	≥15	≥50	≥7	≥35	≥4	32	30	16	30	20	12	10	18	30	10	15	5 ^①
-	-	-	-	-	135	-	-	-	-	-	-	-	-	-	91	-	-	-	-	88	100	93	-	-	-	-
3200	3200	3300	3400	5000	5100	3100	1800	3400	3500	3700	3300	4000	3400	4000	2800	2800	2500	1900	1800	4200	3200	2900	3200	2900	3000	3300
-	-	-	-	-	4300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2600	-	-	-	-	4100	3100	2800	-	-	-	-
-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	23	17	18	-	-	-	24 ^②
-	-	-	-	-	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	-	-	-	-	39	31	31	-	-	-	47 ^②
-	-	-	-	-	3800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2300	-	-	-	-	3600	2400	2200	-	-	-	-
-	-	-	-	-	116	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	59	102	-	-	-	30
≥3	≥3	≥3	≥2	6	-	6	20	≥3	≥2.5	≥2.5	≥4.0	≥2.5	≥3.5	≥2.5	8	6.0	4	5	5	-	11	-	10	-	2.0	2.5
220	220	260	260	260	260	295	178	216	216	216	213	218	215	217	165	165	165	165	165	165	165	165	175	175	255	245
-	-	-	-	-	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-60	-	-	-	-	-60	-60	-60	-	-	-	-
75	75	100	100	150	-	160	50	95	95	95	90	100	90	100	110	110	98	89	106	-	-	-	110	118	80	75
-40	-40	-30	-30	-20	-	-40	-50	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-	-50	-50	-20	-50	-	-	-	-50	-40	-20	-20
160	160	170	170	200	170	200	140	170	170	180	160	170	160	170	140	140	140	140	140	140	140	140	150	150	180	160
85	85	95	95	120	100	135	80	110	110	120	110	110	110	110	100	100	100	100	85	100	100	100	90	90	115	100
0.23	0.23	0.23	0.23	0.24	0.72	0.3	0.3	0.25	0.25	0.25	0.25	0.27	0.25	0.25	0.39	0.31	-	0.31	-	0.47	0.39	0.39	0.31	-	0.28	0.29
1.7	1.7	1.7	1.7	1.5	1.4	-	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.4	1.5	-	-	-	1.2	1.3	1.4	1.5	-	1.1	-
90	90	80	80	50	90	80	100	80	80	80	80	60	80	60	110	110	120	130	170	80	130	130	100	95	60	65
-	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	140	-	-	-	-	80	140	140	-	-	-	85
3.9	-	3.8	-	-	-	3.8	3.8	3.7	-	-	-	-	-	-	3.8	3.8	3.7	-	-	-	-	-	3.8	3.2	3.4	3.4
0.02	-	0.015	-	-	-	0.13	0.04	0.02	-	-	-	-	-	-	0.002	0.002	0.002	-	-	-	-	-	0.002	0.009	0.001	0.001
10 ¹⁵	-	10 ¹⁵	-	-	10 ³ – 10 ⁹	10 ¹⁵	10 ¹⁵	10 ¹⁵	-	-	-	-	-	-	10 ¹³	10 ¹³	10 ¹⁵	5*10 ³	10 ⁹ – 10 ¹²	10 ¹⁴	-	-	10 ¹⁵	10 ¹⁵	10 ¹⁸	>10 ¹⁴
10 ¹³	-	10 ¹³	-	-	10 ⁴ – 10 ¹⁰	10 ¹⁶	10 ¹³	10 ¹³	-	-	-	-	-	-	10 ¹³	10 ¹³	-	10 ³	10 ⁹ – 10 ¹¹	10 ¹⁴	>10 ¹³	-	10 ¹⁵	10 ¹⁵	10 ¹⁶	>10 ¹³
20	-	25	-	-	-	22	26	20	-	-	-	-	-	-	40	40	33	-	-	-	-	-	25	16	20	21
600	-	600	-	-	-	400	600	600	-	-	-	-	-	-	600	600	600	-	-	-	-	-	600	-	600	600
3	3	2.8	2.8	1.7	-	3.7	0.8	2.5	2.5	2.5	2	2	2	2	-	0.2	0.65	0.25	0.2	-	-	-	0.2	0.18	0.25	-
-	-	-	-	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.05	-	-	-	-	0.07	0.05	0.05	-	-	-	0.06
-	-	-	-	-	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-	-	-	0.2	0.1	0.1	-	-	-	0.13
HB/HB	HB/HB	HB/V2	HB/V2	HB/HB	HB/-	HB/HB	HB/HB	HB/V2	HB/HB	HB/V2	HB/HB	HB/V2	HB/HB	HB/HB	HB/HB	HB/HB	HB/HB	HB/HB	HB/HB	HB/-	HB/-	HB/-	HB/HB	HB/HB	HB/HB	HB/HB

① Testparameter 5 mm/min

② Testparameter 1 mm/min

Physikalische Eigenschaften der Hochleistungs-Kunststoffe (Richtwerte im Normklima +23 °C/50% r.F.)

APSOplast®-Bezeichnung	<table border="1"> <tr> <th>PPE</th> <th>PPE GF30</th> <th>PSU</th> <th>PPSU</th> <th>PEI</th> <th>PEI EC</th> <th>PPS GF40</th> <th>PPS GF SL</th> <th>PPS SL</th> <th>PEEK</th> <th>PEEK SL</th> <th>PEEK SL FDA natur</th> <th>PEEK SL FDA blau</th> <th>PEEK GF 30</th> <th>PEEK CF 30</th> <th>PEEK EC</th> <th>PAI SL</th> <th>PAI SL PLUS</th> <th>PAI GF30</th> <th>PAI ED</th> <th>VESPEL PI SP1</th> <th>VESPEL PI SP21</th> <th>VESPEL PI SP22</th> <th>VESPEL PI SP211</th> <th>PBI</th> </tr> <tr> <td>Farbe</td> <td>beige</td> <td>natur (gelb, durchscheinend)</td> <td>schwarz</td> <td>natur (amber, durchsichtig)</td> <td>schwarz</td> <td>schwarz</td> <td>dunkelblau</td> <td>schwarz</td> <td>natur (braungrau), schwarz</td> <td>schwarz</td> <td>natur</td> <td>blau</td> <td>natur (braungrau)</td> <td>schwarz</td> <td>schwarz</td> <td>ockergelb</td> <td>schwarz</td> <td>khakigray</td> <td>schwarz</td> <td>braun</td> <td>anthrazit</td> <td>anthrazit</td> <td>anthrazit</td> <td>schwarz</td> </tr> </table>																								PPE	PPE GF30	PSU	PPSU	PEI	PEI EC	PPS GF40	PPS GF SL	PPS SL	PEEK	PEEK SL	PEEK SL FDA natur	PEEK SL FDA blau	PEEK GF 30	PEEK CF 30	PEEK EC	PAI SL	PAI SL PLUS	PAI GF30	PAI ED	VESPEL PI SP1	VESPEL PI SP21	VESPEL PI SP22	VESPEL PI SP211	PBI	Farbe	beige	natur (gelb, durchscheinend)	schwarz	natur (amber, durchsichtig)	schwarz	schwarz	dunkelblau	schwarz	natur (braungrau), schwarz	schwarz	natur	blau	natur (braungrau)	schwarz	schwarz	ockergelb	schwarz	khakigray	schwarz	braun	anthrazit	anthrazit	anthrazit	schwarz
PPE	PPE GF30	PSU	PPSU	PEI	PEI EC	PPS GF40	PPS GF SL	PPS SL	PEEK	PEEK SL	PEEK SL FDA natur	PEEK SL FDA blau	PEEK GF 30	PEEK CF 30	PEEK EC	PAI SL	PAI SL PLUS	PAI GF30	PAI ED	VESPEL PI SP1	VESPEL PI SP21	VESPEL PI SP22	VESPEL PI SP211	PBI																																																		
Farbe	beige	natur (gelb, durchscheinend)	schwarz	natur (amber, durchsichtig)	schwarz	schwarz	dunkelblau	schwarz	natur (braungrau), schwarz	schwarz	natur	blau	natur (braungrau)	schwarz	schwarz	ockergelb	schwarz	khakigray	schwarz	braun	anthrazit	anthrazit	anthrazit	schwarz																																																		
Eigenschaften	Testparameter	Prüfmethode	Einheit																																																																							
Dichte		DIN EN ISO 1183-1	g/cm ³	1.10	1.30	1.24	1.29	1.27	1.14	1.65	1.42	1.50	1.31	1.46	1.36	1.41	1.51	1.40	1.36	1.41	1.45	1.61	1.54	1.43	1.51	1.65	1.55	1.30																																														
Kugeldruckhärte		DIN EN ISO 2039-1	MPa	140	200	155	143	220	-	250	160	238	230	220	220	220	250	310	253	200	200	275	-	-	-	-	-	375																																														
Shore-Härte		DIN EN ISO 868	Shore D	82	87	85	-	86	-	92	-	-	88	85	86	86	89	91	-	-	-	93	-	-	-	-	-	-																																														
Streckspannung		DIN EN ISO 527	MPa	50	70	80	77	110	-	90	-	53	110	75	87	85	80	120	106	150	-	-	-	-	-	-	-																																															
Streckdehnung	50 mm/min	DIN EN ISO 527	%	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	4	9	-	-	-	-	-	-	-	-																																															
Zugfestigkeit		DIN EN ISO 527	MPa	-	-	-	-	-	62	-	78	53	-	-	-	-	-	-	150	110	125	85	-	-	-	-	130																																															
Bruchspannung	50 mm/min	DIN EN ISO 527	MPa	-	-	-	-	-	-	-	-	53	-	-	-	-	-	-	106	-	110	-	-	-	-	-	-																																															
	5 mm/min	DIN EN ISO 527	MPa	-	-	-	-	-	-	-	78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	125	-	-	-	-	-	130																																															
		ASTM D 1708	MPa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																															
Bruchdehnung		DIN EN ISO 527	%	10	3	15	30	12	-	2	-	2	20	4	3	3	5	7	4	20	5	-	-	86	66	52	45	-																																														
	5 mm/min	DIN EN ISO 527	%	-	-	-	-	2	-	3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	3																																															
		ASTM D 1708	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.5	4.5	3.0	3.5	-																																															
Biegefestigkeit		DIN EN ISO 178	MPa	-	-	-	-	-	-	-	-	91	-	-	-	-	-	178	-	-	-	-	135	-	-	-	-																																															
Zug-Elastizitätsmodul		DIN EN ISO 527	MPa	2400	4500	2600	2500	3100	5850	6500	4000	4600	4000	4900	3700	3700	6000	6500	4800	4200	5500	6400	4500	-	-	-	6000																																															
		ASTM D 638	MPa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																															
Biege-Elastizitätsmodul		DIN EN ISO 178	MPa	-	-	-	-	-	-	-	-	4800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																															
		ASTM D 790	MPa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																															
Druckfestigkeit 1%		EN ISO 604	MPa	-	-	-	-	-	-	33	19	-	-	-	-	-	-	27	34	39	55	240	-	-	-	-	58																																															
Druckfestigkeit 2%		EN ISO 604	MPa	-	-	-	-	-	-	65	36	-	-	-	-	-	-	47	67	72	104	-	-	-	-	-	118																																															
Druck-Elastizitätsmodul		EN ISO 604	MPa	-	-	-	-	-	-	-	-	3300	-	-	-	-	-	-	3600	-	-	-	-	-	-	-	-																																															
Schlagzähigkeit	Charpy	DIN EN ISO 179-1eU	kJ/m ²	-	-	-	-	-	-	24	25	14	-	28	-	-	33	62	58	-	45	30	17.8	-	-	-	20																																															
	Izod	ASTM D 256	J/m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																															
Kerbschlagzähigkeit	Charpy	DIN EN ISO 179-1eA	kJ/m ²	11	5	6	10	4	4	-	4	-	4	5	3.5	2.0	3	-	-	15	4	3.5	2.8	-	-	-	2.5																																															
	Izod	ASTM D 256	J/m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																															
Gleitreibungskoeffizient	p=0.05 N/mm ² v=0.6 m/s			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																															
Schmelztemperatur		ISO 11357-3	°C	-	-	-	-	-	-	285	280	281	343	343	343	343	343	341	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																															
Glasübergangstemperatur		DIN 53765	°C	-	-	-	-	-	220	-	-	94	-	-	-	-	-	147	280	280	280	340	-	-	-	-	415																																															
Wärmeformbeständigkeit		DIN EN ISO 75 / A	°C	100	135	175	205	200	200	260	115	-	152	293	150	150	315	315	-	280	280	280	-	360	360	-	425																																															
Einsatztemperatur min.			°C	-40	-20	-50	-50	-50	-20	0	-20	-	-60	-30	-30	-30	-20	-20	-	-50	-20	-20	-	-	-	-	-50																																															
Einsatztemperatur max. Langzeit			°C	100	100	160	180	170	170	220	220	230	250	250	250	250	250	260	250	250	250	300	300	300	300	300	310																																															
Einsatztemperatur max. kurzzeitig			°C	110	110	180	210	210	200	250	260	310	310	310	310	310	310	310	300	270	270	270	-	360	360	360	500																																															
Wärmeleitfähigkeit			W/(K*m)	0.23	-	0.26	0.00	0.24	0.35	-	0.30	0.58	0.25	0.24	-	-	0.43	0.92	0.46	0.26	0.54	0.36	-	0.35	0.87	0.89	0.76	0.40																																														
Wärmekapazität		DIN 52612	kJ/(kg*K)	1.20	1.30	1.10	-	1.10	-	-	-	0.90	1.34	-	-	-	-	-	1.10	-	-	-	-	-	-	-	-																																															
Linearer Ausdehnungskoeffizient 1	23-60 °C	DIN 53752	10 ⁻⁶ /K	80	-	55	55	45	35	30	50	50	50	30	55	55	30	25	50	40	35	35	-	54	49	27	54	25																																														
Linearer Ausdehnungskoeffizient 2	23-150 °C	DIN 53752	10 ⁻⁶ /K	-	-	-	-	-	35	-	50	60	50	30	-	-	40	40	50	40	35	35	33	-	-	-	25																																															
Dielektrizitätszahl		IEC 60250	50 Hz	2.8	-	3.2	3.44	3.2	-	-	-	-	3.2	-	-	-	3.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																															
		IEC 60250	100 Hz	-	-	-	-	-	-	-	3.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.3																																															
		ASTM D 150	100 Hz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																															
Dielektrischer Verlustfaktor		IEC 60250	50 Hz	0.008	-	0.001	-	0.0015	-	-	-	-	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																															
		IEC 60250	100 Hz	-	-	-	-	-	-	-	0.003	-	-	-	-	-	-	-	-	0.026	0.037	0.022	-	-	-	-	0.001																																															
		ASTM D 150	100 Hz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																															
Spezifischer Durchgangswiderstand		IEC 60093	Ω*cm	10 ¹⁵	10 ¹⁵	10 ¹⁵	10 ¹⁵	10 ¹⁵	10 ^{4-10⁶}	-	>10 ¹⁴	-	4.9 * 10 ¹⁶	10 ^{7-10⁹}	-	-	10 ¹⁴	<10 ⁴	-	>10 ¹⁴	>10 ¹³	>10 ¹⁴	-	-	-	>10 ¹⁴																																																
		DIN EN 61340-2-3	Ω*cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																															
		ASTM D 257	Ω*cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																															
Spezifischer Oberflächenwiderstand		IEC 60093	Ω	10 ¹⁵	10 ¹⁵	10 ¹⁴	-	10 ¹⁵	-	-	-	-	10 ¹⁸	10 ^{7-10⁹}	10 ¹⁶	10 ¹⁷	10 ¹³	<10 ⁴	-	-	-	-	-	-	-	-	10 ^{9-10¹¹}																																															
		ANSI/ESD STM 11.11	Ω	-	-	-	-	-	10 ^{4-10⁶}	-	>10 ¹³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																															
		DIN EN 61340-2-3	Ω	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10 ^{4-10⁶}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																															
		ASTM D 257	Ω	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																															
Durchschlagfestigkeit		IEC 60243	kV/mm	30	25	30	15	30	-	-	24	-	20	-	20	20	20	-	-	24	-	28	-	-	-	-	28																																															
		ASTM D 149	kV/mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																															
Vergleichszahl der Kriechwegbildung	CTI	IEC 60112		450	-	125	100	150	-	-	100	-	150	-	-	-	175	-	-	175	175	175	-	-	-	-	-																																															
Feuchtigkeitsaufnahme sätt. Normkl.		DIN EN ISO 62	%	0.05	0.04	0.2	0.6	0.5	-	0.015	-	0.03	0.2	0.15	0.2	0.2	0.14	0.14	-	2.5	1.9	1.7	-	1.3	1.1	-	7.5																																															
Wasseraufnahme 24 h	24 h (23 °C)	DIN EN ISO 62	%	0.02	0.01	0.06	0.3	0.05	-	<0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	-	-	0.02	0.02	0.02	0.35	0.3	0.26	0.46	-	-	-	0.74																																															
Wasseraufnahme 96 h	96 h (23 °C)	DIN EN ISO 62	%	0.04	0.02	0.1	0.65	0.1	-	0.01	0.02	0.01	0.03	0.03	-	-	0.03	0.03	0.03	0.67	0.55	0.52	-	-	-	1.37																																																
Brennverhalten [UL94]		UL 94		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																															
	Dicke 3/6 mm	UL 94		HB/HB	HB/HB	HB/VO	VO/VO	VO/VO	-	VO/VO	-	-	VO/VO	VO/VO	VO/VO	VO/VO	VO/VO	VO/VO	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																															
	Dicke 1.5/3 mm	UL 94		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																															

Physikalische Eigenschaften der Fluorkunststoffe (Richtwerte im Normklima +23 °C/50% r.F.)

APSOplast®-Bezeichnung				PTFE	PTFE 125	PTFE 225	PTFE 660	PTFE 904	PTFE 207	PTFE 500	PTFE HP 107	PTFE HP 108	PTFE HP 110	PTFE HP 115	PTFE HP 117	PTFE HP 123	PTFE HP 125	PTFE HP 128	PTFE EC	PVDF	ECTFE	PCTFE	PFA	FEP
Eigenschaften	Testparameter	Prüfmethode	Einheit	Farbe weiss	beige	schwarz	bronze	hellblau	weiss	elfenbein	schwarz	dunkelrot	schwarz	hellgelb	schwarz	schwarz	crème	crème	schwarz	natur	natur	natur (weiss)	transparent	transparent (weiss)
Dichte		DIN EN ISO 1183-1	g/cm ³	2.15	2.24	2.1	3.85	2.25	2.3	2.3	2.08	2.28	2.08	2	2.08	2.16	2.06	2.06	2.14	1.78	1.71	2.14	2.15	2.15
Kugeldruckhärte		DIN ISO 2039-1	MPa	≥23	≥27	≥34	40	-	40	-	>25	>28	>30	-	-	>30	-	-	27	-	-	-	-	-
Shore-Härte		DIN EN ISO 868	Shore D	≥54	≥60	≥63	65	60	-	-	≥55	≥55	≥60	55	65	≥56	65	65	-	77	71	-	-	-
Streckspannung		DIN EN ISO 527	MPa	≥20	≥13	17	15	15	10	8	≥20	≥10	≥11	14	14	≥10	20	18	25	55	30	34-50	-	-
Deformation unter Last	p = 13.7 N/mm ² , 24 h	ASTM D 621	%	10-13	9-11	≤7	9	-	-	-	≤14	≥7	≥7	8	<3	≤9	13	12	-	-	-	-	-	-
Bleibende Verformung	nach 24 h	ASTM D 621	%	6-7.5	5-6.5	≤6	5	-	-	-	≤9	≤5	≤5	6	<2	≤7	8	8	-	-	-	-	-	-
Reissdehnung	50 mm/min	DIN EN ISO 527	%	≥200	≥180	170	125	300	>50	10	≥200	≥125	≥80	190	25	≥150	250	220	280	>60	250	120-175	-	-
Dynamischer Reibungskoeffizient	p _v = 0.7 N/mm ² · m/s	ASTM D3702		0.06-0.08	0.15-0.17	0.12-0.25	0.13	0.15-0.30	-	-	0.10-0.20	0.15-0.28	0.12-0.25	0.10-0.20	0.20	0.10-0.20	0.10-0.20	0.10-0.20	-	-	-	-	-	-
Zug-Elastizitätsmodul		DIN EN ISO 527	MPa	-	-	-	1300 ^①	-	1450 ^②	2200 ^②	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2200	1500	1400	-	-
Kerbschlagzähigkeit	Charpy	ISO 179-1/1eU	KJ/m ²	-	-	-	13	-	30	10	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-
Schlagzähigkeit	Izod	ASTM D 256-81	J/m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80	-	-
Druckfestigkeit	Verformung von 1% Verformung von 1%	ASTM D 695 ISO 604	N/mm ² MPa	7	≥9	≥8	12	-	-	-	≥7.5	≥8	≥9	6.5	-	≥7	7.5	8.5	-	-	-	-	-	-
Wärmeleitfähigkeit		DIN 52612-1	W/(K·m)	0.24	-	-	0.7	-	-	0.77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.19	0.15	-	-	-
Statischer Reibungskoeffizient		ASTM D1894 ASTM D3702		0.08-0.10	0.17-0.19	-	-	-	-	-	0.05-0.15	0.08-0.20	0.06-0.18	0.05-0.15	0.13	0.05-0.15	0.05-0.15	0.05-0.15	-	-	-	-	-	-
Verschleissrate	p _v = 0.7 N/mm ² · m/s	ASTM D3702	µm/h	-	-	0.05-0.18	0.10	-	-	-	0.015-0.025	0.010-0.020	0.010-0.020	0.010-0.020	0.025	0.015-0.025	0.012-0.018	-	-	-	-	-	-	-
Schmelztemperatur			°C	327	327	327	327	327	327	327	327	327	327	327	327	327	327	327	327	172	240	215	305	285
Einsatztemperatur min.			°C	-200	-200	-260	-200	-200	-50	-20	-260	-260	-260	-200	-260	-260	-200	-260	-200	-60	-50	-250	-200	-200
Einsatztemperatur max. kurz			°C	-	-	-	-	-	280	280	-	-	-	-	-	-	-	300	150	180	-	-	-	-
Einsatztemperatur max. dauernd			°C	260	260	280	260	260	260	260	280	280	280	280	280	280	280	280	260	140	150	-	-	-
Linearer Ausdehnungskoeffizient	25-95 °C 25-95 °C	ASTM D 696 DIN 53752	10 ⁻⁶ /K 10 ⁻⁶ /K	-	75-115	80-110	100	85	85	50	80-140	50-150	80-110	100	80	80-130	110	100	-	-	-	-	-	-
Dielektrizitätskennzahl	1 MHz	IEC 60250		2.1	-	-	-	-	2.65	2.85	-	-	-	-	-	-	-	-	8	100-140	90	50-80	120-140	85-105
Dielektrischer Verlustfaktor	1 MHz	IEC 60250		0.0006	-	-	-	-	0.008	0.008	-	-	-	-	-	-	-	-	0.17	0.001-0.0015	0.009-0.014	0.0006	0.0006	
Spezifischer Durchgangswiderstand		DIN IEC 60023	Ω·cm	10 ¹⁸	10 ¹⁵	-	-	-	>10 ¹³	>10 ¹³	-	-	-	-	-	-	-	-	10 ⁴	>10 ¹⁴	10 ¹⁵	10 ¹⁶	10 ¹⁸	10 ¹⁷
Spezifischer Oberflächenwiderstand		DIN IEC 60023 ANSI/ESD STM 11.11	Ω	10 ¹⁷	10 ¹⁶	-	10 ⁸	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10 ⁴	>10 ¹⁴	10 ¹³	10 ¹⁶	10 ¹⁷	10 ¹⁶
Durchschlagfestigkeit		IEC 60243-1	kV/mm	20-70	13	-	-	9	8	11	-	-	-	-	-	-	-	40	-	20	15	40	40	40
Vergleichszahl der Kriechwegbildung		IEC 60112		600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	600	600	600	600	600	600
Wasseraufnahme bei Sättigung		DIN EN ISO 62	%	<0.05	-	-	-	-	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Brennverhalten	Dicke 1.5 / 3.0 mm	UL 94		V0/V0	-	-	-	-	V0/V0	V0/V0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V0/V0	V0/V0	V0/V0	V0/V0	V0/V0

① Testparameter 50 mm/min

② Testparameter 1 mm/min

Physikalische Eigenschaften der Duroplaste (Richtwerte im Normklima +23°C/50% r.F.)

APSOplast®-Bezeichnung				PF CP 201	PF CP MF	PF CC 201	PF CC 42	EP GC 202	EP GC 203	EP GM 203	UP GM 203-1	UP GFK
Eigenschaften	Testparameter	Prüfmethode	Einheit	Farbe braun	lichtgrau (RAL 7035)	braun	braun				weiss	weiss
Dichte		ISO 1183	g/cm ³	1.3–1.4	1.4	1.3–1.4	1.20–1.40	2	1.8–2.0	2	1.81	1.9
Zugfestigkeit		ISO 527	MPa	120	120	80	–	240	300	280	70	250
Biegefestigkeit		ISO 178	MPa	150	140	130	90	350	350	360	130	250
Biege-Elastizitätsmodul		ISO 178	MPa	7000	16000	7000	7000	22000	22000	≥20000	9000	25000
Druckfestigkeit	senkrecht zur Schichtrichtung	ISO 604	MPa	300	250	–	80	500	350	≥600	250	240 ^①
Schlagzähigkeit	Charpy	ISO 179/3C	kJ/m ²	–	–	8.8	–	50	50	≥50	40	300 ^②
Thermische Leitfähigkeit		DIN 52612	W/m*K	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.35	0.274	0.2–0.6
Linearer Wärmeausdehnungskoeffizient		VDE 0304/2	10 ⁻⁶ /K	20–40	20–40	20–40	20–40	10–20	10–20	10–20	20–30	12
Thermisches Langzeitverhalten		IEC 60216	T.I.	120	120	120	120	180	180	180	155	155
Dielektrizitätskonstante		DIN 53483		<5.5	5	5	–	5	5	5	–	<5
Dielektrischer Verlustfaktor	nach 24h Wasserlagerung	DIN 53483		–	0.08	–	–	0.04	0.04	–	0.01	0.01
Spezifischer Durchgangswiderstand	nach 24h Wasserlagerung	IEC 60167	Ω*cm	–	10 ⁹	10 ⁹	10 ⁸	5*10 ¹⁰	5*10 ¹⁰	5*10 ⁹	–	–
Durchschlagsfestigkeit	bei 90 °C in Öl senkrecht zur Schichtrichtung	IEC 60243-1	kV/mm	7	10	2	–	13	13	≥13	23	5
Durchschlagsspannung	bei 90 °C in Öl parallel zur Schichtrichtung	IEC 60243-1	kV	20	30	5	3	50	50	≥60	41	10
Kriechstromfestigkeit		IEC 60112	CTI	100	600	100	100	200	180	180	600	600
Wasseraufnahme	Prüfdicke 4 mm	ISO 62	mg	250	–	100	–	–	23	–	–	–
	Prüfdicke 10 mm	ISO 62	mg	–	200	–	–	30	–	< 40	–	–
Brandverhalten	Dicke ≥ 3 mm	UL 94		–	–	–	–	V0	–	–	V0 ^③	V1

① Testparameter Längsrichtung
 ② Testparameter IZOD
 ③ Testparameter Dicke 2.4 mm

Physikalische Eigenschaften der Polyurethane (Richtwerte im Normklima +23°C/50% r.F.)

APSOplast®-Bezeichnung				PUR D15 70 Sh. A	PUR D15 80 Sh. A	PUR D15 90 Sh. A	PUR D15 95 Sh. A	PUR D44 70 Sh. A	PUR D44 80 Sh. A	PUR D44 90 Sh. A
Eigenschaften	Testparameter	Prüfmethode	Einheit							
Härte		DIN 53505	Shore A	70	80	90	95	70	80	90
Zug-Reissfestigkeit		DIN 53504	MPa	35	44	41	35	26	33	29
Zug-Reissdehnung		DIN 53504	%	600	663	741	702	600	620	500
Spannung bei 20% Dehnung		DIN 53504	MPa	-	-	-	-	0.3	1.5	2.95
Spannung bei 100% Dehnung		DIN 53504	MPa	2.5	4.3	8.0	10.6	-	-	-
Spannung bei 300% Dehnung		DIN 53504	MPa	4.0	7.8	12.8	15.8	4.3	8.8	13.7
Weiterreissfestigkeit		DIN 53515	N/mm	18	25	48	57	21	47	60
Rückprallelastizität		DIN 53512	%	45	65	62	61	-	-	-
Abrieb		DIN 53516	mm ³	40	37	28	26	-	33	44
Druckverformungsrest 70/23	70h/23 °C	DIN 53517	%	10	12	12	13	-	-	-
Druckverformungsrest 24/70	24h/70 °C	DIN 53517	%	15	20	20	21	-	-	-

APSOplast® SB	3.1 – 3.2
APSOplast® PVC	3.3 – 3.5
APSOplast® PE	3.6 – 3.9
APSOplast® PP	3.10 – 3.12

APSOplast® SB

Werkstoffbezeichnung: SB

Chemische Bezeichnung: Styrol-Butadien Copolymerisat

Allgemeine Beschreibung

Polystyrol, ein amorpher, thermoplastischer Massenkunststoff, wird vorwiegend im Verpackungsbereich verwendet. Dieser Werkstoff weist ein sprödhartes Verhalten auf. Deshalb wird PS für technische Anwendungen durch Einpfropfen elastischer Komponenten schlagfest modifiziert. Die hier beschriebene Plattenqualität ist ein SB, d.h. ein mit Butadien-Kautschuk modifiziertes Styrol-Copolymerisat. Dieser hochschlagfeste Kunststoff ist sehr kostengünstig, weist aber trotzdem einige interessante Eigenschaften auf, welche ihm zu einer vielseitigen Verwendbarkeit verhelfen.

Merkmale und Eigenschaften

- Erhöhte Steifigkeit und Härte
- Hohe Schlagzähigkeit
- Gute Tieftemperaturzähigkeit
- Gut warmformbar
- Geringe Kerbempfindlichkeit
- Weiss eingefärbt, beidseitig matte Oberflächen
- Gute Haftung von Druckfarben und Klebstoffen
- Preisgünstig

Zu beachten ist:

- Ungenügende Witterungsbeständigkeit
(für Ausseninsatz nicht verwendbar)
- Nicht lösungsmittelbeständig
- Für Gleitfunktionen ungeeignet
- Hohe Brennbarkeit

APSOplast® SB

Farbe: weiss

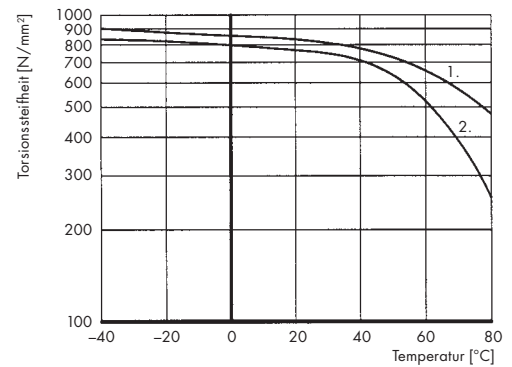
Markant für alle Polystyrol-Qualitäten ist ihre gute Kältebeständigkeit. So kann bei SB bis zu Minustemperaturen um -40 °C mit einer guten Schlagzähigkeit gerechnet werden. Hingegen darf SB nicht als wärmebeständig bezeichnet werden.

Dauertemperaturen um $+70\text{ °C}$ sollten nicht überschritten werden. Bereits ab $+80\text{ °C}$ beginnt zunehmend die plastische Erweichung des Materials. Die Glasübergangstemperatur liegt bei $+120\text{ °C}$. Darüber beginnt der Schmelzbereich.

Das sehr gute elektrische Isolierverhalten von Standard-Polystyrol (PS) wird zwar durch das Einbringen von Butadienkautschuk bei SB etwas gedämpft, darf aber immer noch als recht gut bezeichnet werden. Die Dielektrizitätskonstante und der Verlustfaktor sind bei Raumtemperatur nahezu frequenzunabhängig.

SB-Platten lassen sich ausgezeichnet warmformen, bedrucken und kleben. Durch mangelnde UV- und Witterungsbeständigkeit ist eine Verwendung im Freien nicht zu empfehlen. Zu beachten für gewisse elektrotechnische Anwendungen ist allerdings die gute Brennbarkeit von SB.

Torsionssteifheit von PS in Abhängigkeit der Temperatur



1. PS
2. SB

Anwendungsgebiete und -beispiele**Abdeckungen, Verschalungen, Gehäuse**

SB darf grundsätzlich nur für Innenraumanwendungen eingesetzt werden. Hauptsächlich verwendet wird SB als kostengünstiges Plattenmaterial für statische Zwecke (für Gleitfunktionen ungeeignet) oder elektrische Isolierfunktionen wie z.B. Gehäuse- oder Modellbaumaterial, für Abdeckungen, Verschalungen, Frontpanels, Kühlschrank-Auskleidungen, Sortierkästen, Unterteilungen, elektrische Isolierungen, Grundplatten, Möbel- und Innenarchitektur-Bauteile, Beschriftungstafeln, Reklamegegenstände usw.

Konformität

-

Biokompatibilität

-

APSOplast® PVC

Werkstoffbezeichnung: PVC

Chemische Bezeichnung: Polyvinylchlorid

Allgemeine Beschreibung

PVC, ein vorwiegend amorphes Thermoplast, ist ein bedeutender Massenkunststoff, spielt aber in der Technik eine wichtige Rolle. Dies gilt vor allem für Langzeitanwendungen in der Elektrotechnik und im Bauwesen. Das an sich spröde und harte PVC wird mit Additiven, in erster Linie Weichmachern, Stabilisatoren und Modifizier, an die verschiedensten Einsatzgebiete angepasst. Die Additive verbessern die physikalischen Eigenschaften wie die Temperatur-, Licht- und Wetterbeständigkeit, die Zähigkeit und Elastizität, die Kerbschlagzähigkeit, den Glanz und sie dienen der Verbesserung der Verarbeitbarkeit. Heute wird PVC in PVC-Weich (PVC-P) und PVC-Hart (PVC-U) unterteilt. Im Weiteren ermöglichen klartransparente Platten Sichtabdeckungen und Verglasungen. PVC bietet eine Vielzahl wirklich guter Eigenschaften und ist zudem kostengünstig.

Merkmale und Eigenschaften

- Hohe Steifigkeit und Härte
- Gute mechanische Festigkeit
- Gute chemische Beständigkeit gegen diverse Säuren und Laugen
- Witterungsbeständig
- Geringe Feuchtaufnahme
- Sehr gutes dielektrisches Isolierverhalten
- Schwer entflammbar
- Sehr gut klebbar
- Gut lackierbar
- Sehr gut verschweisbar
- Sehr gut tiefziehbar
- Preisgünstig

Zu beachten ist:

- Mangelnde Schlagzähigkeit im Minustemperaturbereich
- Geringer Temperaturanwendungsbereich (0 bis +60 °C)
- Nicht geeignet für den Kontakt mit Lebensmitteln
- Nicht lösungsmittelbeständig
- Für Gleitfunktionen ist PVC ungeeignet

APSOplast® PVC-U

Hart-PVC unplasticized
Farbe: grau, rot, transparent

PVC-U ist ein klassischer Werkstoff für den chemischen Apparate- und Behälterbau, da er hervorragende Eigenschaften wie hohe Festigkeit und Steifigkeit sowie Stabilisierung gegen Witterungseinflüsse, die den Einsatz im Aussenbereich ermöglicht, in sich vereint. Hart-PVC besitzt darüber hinaus eine sehr gute chemische Beständigkeit und ist schwerentflammbar nach DIN 4102 B1 und UL94 V-0 bei einer Wandstärke ab 1.0 mm.
PVC-U transparent ist ein normal schlagzähes Hart-PVC in transparenter Ausführung.

APSOplast® PVC-U FO

Hart-PVC geschäumt
Farbe: grau, weiss

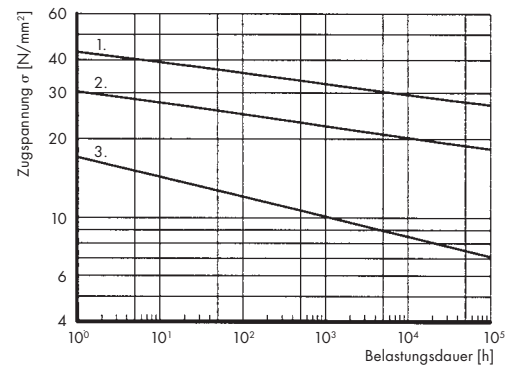
Diese leicht geschäumten, geschlossenzelligen Hartschaumstoffplatten sind besonders feinzellig mit homogener Struktur und seidenmatten Oberflächen. Dadurch ergibt sich ein hervorragendes Drucksubstrat. Dieser Werkstoff ist leicht zu verarbeiten, ist schwer entflammbar und selbstverlöschend und für Innen- und Aussenanwendungen geeignet.

APSOplast® PVC-P

Weich-PVC, PVC plasticized
Farbe: transparent

PVC-P ist ein Material, das aus PVC-Pulver, Weichmachern und Additiven wie Stabilisatoren, UV-Absorbern, Gleitmitteln, Pigmenten usw. hergestellt wird. Von PVC-P wird gesprochen, wenn der Werkstoff mehr als 20% Weichmacher enthält. Weich-PVC weist bei Umgebungstemperatur ein elastomerähnliches Verhalten auf und ist damit zäh und sehr flexibel.

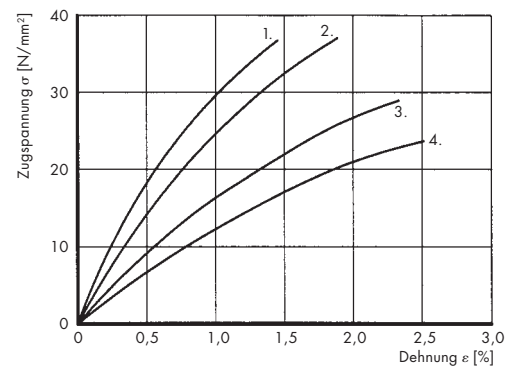
Zeitstandfestigkeit von PVC-U



Prüfbedingungen:

- Temperatur:
- 1. +20 °C
- 2. +40 °C
- 3. +60 °C

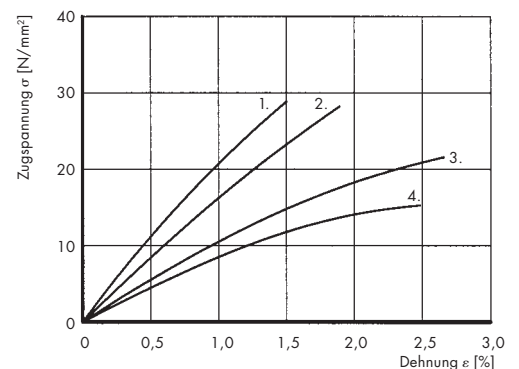
Isochrone Spannungs-/Dehnungs-Linie von PVC-U



Prüfbedingungen:

- Temperatur: +20 °C
- Belastungsdauer:
- 1. 1 h
- 2. 10² h
- 3. 10³ h
- 4. 10⁴ h

Isochrone Spannungs-/Dehnungs-Linie von Hart-PVC



Prüfbedingungen:

- Temperatur: +40 °C
- Belastungsdauer:
- 1. 1 h
- 2. 10² h
- 3. 10³ h
- 4. 10⁴ h

Anwendungsgebiete und -beispiele

Maschinenbau, Behälterbau, Lüftungstechnik, chemischer Apparate- und Laborbau

Sehr häufig wird PVC-U als kostengünstiges Dreh- und Frästeil für statische Funktionen wie Gehäuse, Grundplatten, Distanzstücke, Isolierteile, Flanschen, Pumpenteile, Abdeckungen, Absauganlagen, Beizanlagen usw. eingesetzt.

Elektrotechnik

Aufgrund der guten elektrischen Isolierfähigkeit wird PVC-U für Schalt- und Zäblerschränke, Schalttafeln und Kabelkanäle eingesetzt.

Bausektor

Ein grosser Teil der PVC-Anwendungen entfällt auf den Bausektor, hierbei wird das PVC zu Fensterprofilen, Rohren, Fussbodenbelägen oder Dachbahnen verarbeitet. Weitere Anwendungen sind Fassadenelemente, Platten für Sichtbeton, Kellerlichtschächte, Schallschutzwände, Schieber für Lüftungsleisten, Luftfilter für Kühltürme usw.

Die dünnwandigen, transparenten Hart-PVC-Platten werden allgemein zur Verglasung, als Sichtschutz und Spritzschutz, im Rohrleitungsbau, für Tiefziehteile, zur Displayherstellung, als Schilder, Sichtfenster oder Werbeteile, wo weniger hohe Ansprüche an die optischen Eigenschaften gestellt werden, verwendet. PVC-U FO (geschäumt) erfreut sich grosser Beliebtheit bei Schilderherstellern, Ausstellungs- und Messestandbauern, im Displaybereich, bei Werbefachleuten und für Bildkaschierungen.

Konformität

–

Biokompatibilität

–

APSOplast® PE

Werkstoffbezeichnung: PE

Chemische Bezeichnung: Polyethylen

Allgemeine Beschreibung

Kennzeichnend für Polyethylen (PE, Polyäthylen, Polyethen) ist die wachsartige, antiadhäsive Oberfläche. Die Polyethylene gehören zu den weichen und flexiblen Thermoplasten. Sie sind teilkristallin. Die Molmasse, Kristallinität, Struktur und damit ihre Eigenschaften hängen in grossem Masse vom Polymerisationsverfahren ab. PE ist neben PVC einer der vielseitigsten thermoplastischen Kunststoffe. In seiner Grundform ist PE farblos durchscheinend bis milchig weiss.

Merkmale und Eigenschaften

- Gute Verschleissfestigkeit (PE-UHMW)
- Hohe Schlagzähigkeit, auch bei niedrigen Temperaturen, besonders PE-UHMW
- Ausgezeichnete chemische Beständigkeit
- Niedrige Gleitreibungszahl (PE-UHMW)
- Ausgezeichnete Antihafffähigkeit
- Sehr gute elektrische Isoliereigenschaften und günstiges dielektrisches Verhalten (nur unmodifizierte Typen)
- Physiologisch unbedenklich (geeignet für den Kontakt mit Lebensmitteln)

Zu beachten ist:

- Brennbar, nicht selbstlöschend, ausser speziell flammhemmend ausgerüstete Typen
- Schwierige Verklebbarkeit
- Mässige mechanische Festigkeit, Steifigkeit und Kriechfestigkeit

APSOplast® PE-LD

Weich-PE, Hochdruck-PE
Farbe: natur (opal)

LD-PE ist weich und besonders flexibel. Es ist kältebeständig bis -50 °C und wärmebeständig bis maximal $+60\text{ °C}$.

APSOplast® PE-HD

Hart-PE, Niederdruck-PE
Farbe: schwarz

HD-PE ist steifer und abriebfester als Weich-PE. Es zeichnet sich durch eine Kältebeständigkeit bis zu -50 °C und eine Wärmebeständigkeit bis maximal $+80\text{ °C}$ aus.

APSOplast® PE-HMW

Hochmolekulares Hart-PE
Farbe: natur (weiss), rotbraun und weitere Farben

PE-HMW, oder oft auch PE-500 genannt, ist steifer und härter als Hart-PE. Die molare Masse (Molekulargewicht) beträgt etwa $500\,000\text{ g/mol}$. Dieser Typ weist eine gute Kombination von Steifigkeit, Zähigkeit, mechanischem Dämpfungsvermögen und Verschleissfestigkeit auf und lässt sich gut verschweißen.

APSOplast® PE-UHMW

Ultrahochmolekulares Hart-PE
Farbe: natur (weiss)

PE-UHMW, oder oft auch PE-1000 genannt, besitzt sehr gute Gleit- und Verschleisseigenschaften. Die molare Masse (Molekulargewicht) liegt im Bereich von etwa $4.5\text{ bis }9.0 \cdot 10^6\text{ g/mol}$. Dieser Werkstoff kombiniert eine ausgezeichnete Verschleissfestigkeit mit einer hervorragenden Schlagzähigkeit, sogar bei Temperaturen unterhalb -200 °C . Aufgrund der minimalen Feuchtigkeitsaufnahme ist PE-UHMW besonders masshaltig.

APSOplast® PE-HMW Regenerat

Farbe: grün, schwarz

APSOplast® PE-UHMW Regenerat

Farbe: grün, schwarz

Bei diesen Typen handelt es sich um eine Qualität mit einem Regeneratanteil. PE-HMW bzw. PE-UHMW Regenerat wird eingesetzt für Anwendungen, wo die leichte Herabsetzung des Eigenschaftensbilds durch den gebotenen wirtschaftlichen Vorteil überlagert wird.

APSOplast® PE-UHMW ED

elektrostatisch ableitend
Farbe: schwarz

Diese antistatische Ausrüstung von PE-UHMW ist häufig in Verbindung mit hohen Maschinengeschwindigkeiten oder Förderleistungen gefordert. Durch einen abgestimmten Zusatz von leistungsfähigen Russtypen wird ein Oberflächenwiderstand von $< 10^9\ \Omega$ erreicht.

APSOplast® PE-UHMW ED FDA

elektrostatisch ableitend
Farbe: schwarz

Der Typ PE-UHMW ED FDA ist ein modifizierter antistatisch ausgerüsteter Werkstoff, geeignet für den Einsatz in der Lebensmittel- und Pharmaindustrie. Er erfüllt die Anforderungen gemäss Europäischem Lebensmittelrecht 1935/2004 sowie der FDA-Richtlinie 21 CFR 177.1520 und 21 CFR 178.3297 im Kontakt mit Lebensmitteln. PE-UHMW ED FDA ist zudem geprüft nach den amerikanischen «3-A Dairy Sanitary Standards».

APSOplast® PE-UHMW FR

flammhemmend
Farbe: schwarz

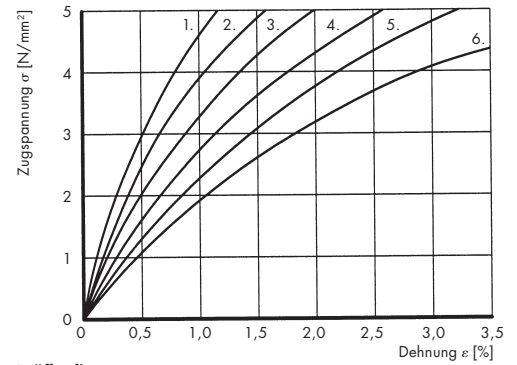
Der Typ PE-UHMW FR ist ein flammhemmender Werkstoff mit gleichzeitig antistatischer und UV-stabiler Einstellung, kombiniert mit den bewährten Eigenschaften von PE-UHMW.

Nach Prüfnorm	Bei Stärken	Einstufung
UL 94	≥ 6 mm	V-0
DIN 5510-2	≥ 10 mm	S4, SR2, ST2
FMVSS 302	≥ 15 mm	nicht brennbar
BS 476, Part 7	≥ 6 mm	Class 2

Weitere Informationen:

- Kapitel 10: Kunststoffe für die Lebensmittelindustrie
- Kapitel 13: Elektrostatisch ableitende / elektrisch leitfähige Kunststoffe

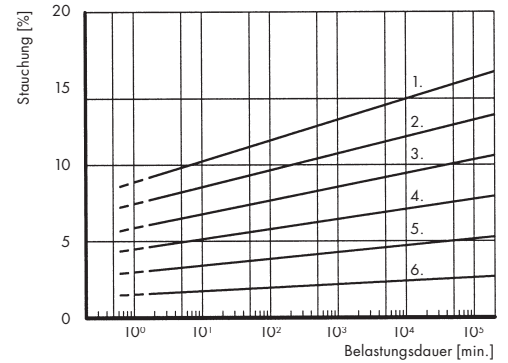
Isochrone Spannungs-Dehnungslinie von PE-HD



Prüfbedingungen:

- Temperatur: +23 °C
- Belastungsdauer:
 1. 1 h
 2. 10 h
 3. 10² h
 4. 10³ h
 5. 10⁴ h
 6. 10⁵ h

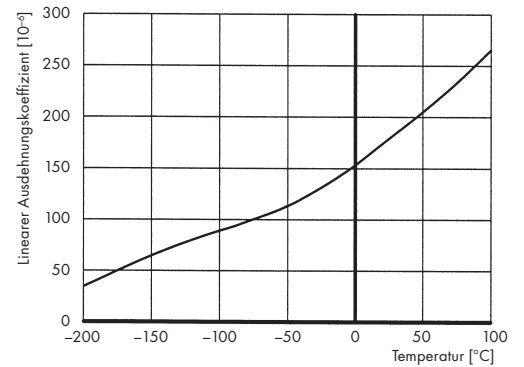
Zeitstand-Druckverhalten bei verschiedenen Druckspannungen



Prüfbedingungen:

- Temperatur: +50 °C
- Druckbelastung:
 1. 12 N/mm²
 2. 10 N/mm²
 3. 8 N/mm²
 4. 6 N/mm²
 5. 4 N/mm²
 6. 2 N/mm²

Linearer Ausdehnungskoeffizient von PE-UHMW in Abhängigkeit der Temperatur



Anwendungsgebiete und -beispiele

Flachdichtungen, Verpackung

PE-LD findet Einsatz bei Flachdichtungen für diverse Chemikalien, Pharmaprodukte und Lebensmittel. Andere Anwendungen sind Folien für die Verpackung, Schrumpffolien, Tragtaschen, Landwirtschaftsfolien, Wasserdampfsperren bei Verbundfolien usw.

Chemie, Apparatebau

PE-HD findet aufgrund der guten chemischen Beständigkeit Anwendung in der Galvano- und chemischen Industrie sowie im chemischen Apparatebau. Beispiele dafür sind Konstruktionsteile im chemischen Anlagenbau, Armaturen, Einlegeböden, Stapelkästen usw.

Lebensmittelindustrie und Gaststätten

PE-HMW ist ein vielseitiger Werkstoff, dessen Hauptanwendung sich im Bereich der Lebensmittelindustrie befindet (z.B. Fleisch-, Fisch-, Geflügel-, Obst- und Gemüseverarbeitung usw.) und der auch in vielerlei mechanischen, chemischen und elektrischen Anwendungen zum Einsatz kommt. In den meisten Ländern sind Holzschneideplatten aufgrund von bakteriologischen Gründen nicht mehr zugelassen. Holz ist eine hervorragende Grundlage für Keime und kann auf einer regelmässigen Basis nicht gründlich gereinigt werden. Heutzutage hat PE-HMW die Mehrheit dieses Marktes der Holzplatten übernommen und wird durch den Einsatz von Farben als Hilfe zur Unterscheidung verschiedener Lebensmittelarten verwendet.

Maschinen- und Apparatebau, Tiefkühltechnik

Die Hauptanwendungsbereiche von PE-UHMW liegen im allgemeinen Maschinen- und Apparatebau, bei Abfüll- und Verpackungsmaschinen, in der chemischen Industrie, Galvano- und Tiefkühltechnik, Textilindustrie sowie bei Bunker- und Förderanlagen für Schüttgüter sowie in der Papier- und Elektroindustrie. Einige Beispiele daraus sind: Seilführungsrollen, Kettenumlenkräder, Kettenführungen, Schieber, Saugleisten und Saugplatten, Walzenrakel und Abstreifer, Förderrinnenauskleidungen, Abriebschutzleisten.

Der Sondertyp RCH® 1000 wird als Rohmaterial für die Fertigung orthopädiotechnischer Erzeugnisse (z.B. Rumpf-, Fuss- und Unterschenkelorthesen, Einlagenrohlinge) eingesetzt.

PE-UHMW ED wird für Riemenführungen sowie Gleit- und Fördererlemente verwendet.

PE-UHMW ED FDA findet Anwendung für Gleit- und Antriebselemente sowie in der Lebensmittel- und Pharmaindustrie.

PE-UHMW FR wird im Schienenverkehr, Fahrzeugbau, Bauwesen und im Maschinenbau eingesetzt.

Konformität

PE-LD, -HD, -HMW, -UHMW sowie PE-UHMW ED FDA eignen sich für den Kontakt mit Lebensmitteln.

Weitere Informationen:

– Kapitel 10: Kunststoffe für die Lebensmittelindustrie

Biokompatibilität

–

APSOplast® PP

Werkstoffbezeichnung: PP

Chemische Bezeichnung: Polypropylen

Allgemeine Beschreibung

Polypropylen (PP, gelegentlich auch Polypropen genannt) ist ein preisgünstiges teilkristallines Thermoplast und gehört zu der Gruppe der Polyolefine. Im Vergleich zu PE-HD weist PP eine höhere Steifigkeit, Härte und Festigkeit auf. Ferner besitzt PP gegenüber PE eine etwas höhere Wärmeformbeständigkeit, was allerdings zulasten einer ungenügenden Tieftemperaturzähigkeit geht.

Merkmale und Eigenschaften

- Niedrige Dichte
- Im Vergleich zu PE-HD höhere Steifigkeit und Härte
- Gute mechanische Eigenschaften
- Gute Wärmeformbeständigkeit
- Sehr gute chemische Beständigkeit
- Sehr gute Hydrolysebeständigkeit (Heisswasser, Dampf)
- Geringe Feuchtigkeitsaufnahme
- Sehr gutes dielektrisches Isolierverhalten
- Geeignet für den Kontakt mit Lebensmitteln
- Preiswert

Zu beachten ist:

- Glasübergangstemperatur von 0 °C wird somit bei Kälte spröde (mangelnde Schlagzähigkeit)
- Brennbar, nicht selbstlöschend
- Schwierige Verklebbarkeit
- Für Gleitfunktionen ungeeignet

APSOplast® PP

Farbe: grau

Es wird zwischen isotaktischem, syndiotaktischem und ataktischem Polypropylen unterschieden. Für technische Anwendungen wird vor allem isotaktisches PP eingesetzt, da mit steigender Isotaktizität Kristallinitätsgrad, Schmelzpunkt, Zugfestigkeit, Steifigkeit und Härte zunehmen. Die Steifigkeit von Polypropylen, verbunden mit den guten mechanischen Festigkeitswerten, sowie seine hohe Oberflächenhärte ermöglichen die Gestaltung von Formteilen oder Schweisskonstruktionen mit relativ geringen Wandstärken.

Eine Erhöhung der Reissfestigkeit wird ermöglicht durch ein kontrolliertes «Recken» (im Diagramm ersichtlich durch Abfall der Zugspannung nach Steckgrenze mit anschließender Dehnungsphase bei geringer Kraft). Nach dem Reckvorgang mit entsprechender Einschnürung an der Platte wird eine höhere Reissfestigkeit bei geringerer Reissdehnung erreicht. Dieser Effekt kann bei «Filmscharnier-Anwendungen» genutzt werden.

Kunststoffhalbzeuge aus PP werden vielfach auch im chemischen Apparatebau bei Temperaturbeanspruchungen zwischen 0° C und +100 °C eingesetzt. Die obere Gebrauchstemperatur liegt bei +100 bis +110 °C.

APSOplast® PP LSG

wärmestabilisiert

Farbe: weiss, schwarz

PP LSG ist ein auf Biokompatibilität geprüftes Polypropylen. Es wurden die Prüfungen nach ISO 10993-5 und -10 am Halbzeug sowie USP Class VI am Granulat durchgeführt. Zudem ist der verwendete Rohstoff konform nach den Vorschriften der FDA. Dieses für die Medizintechnik entwickelte Polypropylen ist sehr beständig gegen Reinigungs- und Desinfektionsmittel. Durch seine Stabilisierung kann es höheren Temperaturen widerstehen und weist eine verbesserte Dimensionsstabilität auf als Standard-Polypropylen. Dadurch ist eine wiederholte Sterilisation mit Heissdampf möglich. Diese Eigenschaften werden für den Einsatz z.B. bei Sterilisationsbehältern für chirurgisches Zubehör bevorzugt genutzt.

Weitere Informationen:

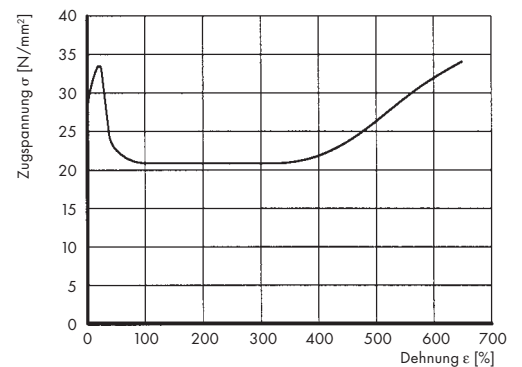
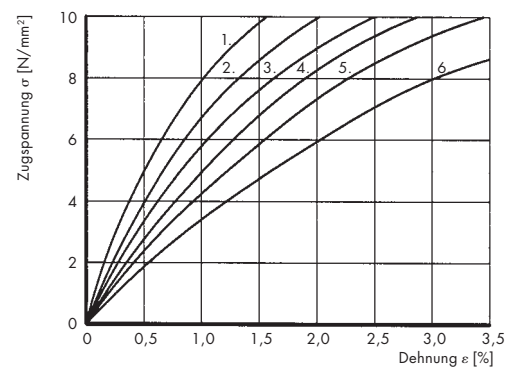
– Kapitel 11: Kunststoffe in der Medizintechnik

PP-GM40

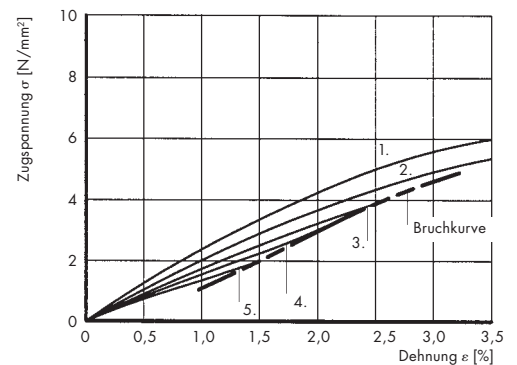
glasmattenverstärkt

Farbe: schwarz

Durch die homogene Laminierung einer aus Endlosglasfasern hergestellten Matte mit Polypropylen entsteht ein Verbundwerkstoff, der im Vergleich zum Basismaterial Polypropylen, aber auch gegenüber üblichen, mit Kurzglasfasern verstärkten Polypropylen-Spritzguss- oder Extrusionstypen eine aussergewöhnliche Steigerung der mechanischen Eigenschaften aufweist. Diese Eigenschaften sind im Gegensatz zu glasfaserverstärkten Spritzgusswerkstoffen und SMC in allen Richtungen gleichmässig verteilt und zeigen eine steigende Tendenz mit der Abnahme der Temperatur.

Spannungs-Dehnungs-Diagramm von PP**Isochrone Spannungs-/Dehnungs-Linie von PP****Prüfbedingungen:**

- Temperatur: +23 °C
- Belastungsdauer:
 1. 1 h
 2. 10 h
 3. 10² h
 4. 10³ h
 5. 10⁴ h
 6. 10⁵ h

Isochrone Spannungs-/Dehnungs-Linie von PP**Prüfbedingungen:**

- Temperatur: +110 °C
- Belastungsdauer:
 1. 1 h
 2. 10 h
 3. 10² h
 4. 10³ h
 5. 10⁴ h

Anwendungsgebiete und -beispiele

Chemischer Apparate- und Behälterbau

Aufgrund seines ausgezeichneten Eigenschaftsprofils – insbesondere die hohe chemische Widerstandsfähigkeit und Korrosionsbeständigkeit – ist PP der meistgenutzte Werkstoff im chemischen Apparate- und Behälterbau mit exzellentem Kosten-Nutzen-Potenzial.

Haushaltsartikel

Die Anwendung liegt hier bei kochfesten Folien, Flaschenverschlüssen, Innenteilen für Geschirrspülmaschinen, wiederverwendbaren Behältern.

Lebensmittelindustrie

Neben PE-HMW wird auch PP in diversen Farben für Schneidbretter eingesetzt.

Medizintechnik

PP LSG findet z.B. Einsatz in chirurgischen Behältern oder Probekörpern für Implantate.

Verpackungstechnik

In der Verpackungstechnik wird Polypropylen für Verpackungsteile und als Behälter für Waren und Nahrungsmittel gebraucht.

Elektrotechnik

In der Elektrotechnik wird es für Trafogehäuse, Draht- und Kabelummantelung sowie Isolierfolien verwendet.

Bauwesen

Im Bauwesen wird es für Armaturen, Fittings und Rohrleitungen sowie Dämm- und Isolierstoffe verwendet.

Korrosive Umgebung

Das PP-GM40 wird als biegesteife, kostengünstige Konstruktionsplatte in korrosiver Umgebung oder für elektrische oder thermische Isolationen, z.B. Batteriekästen, Chemikalienwannen, Abdeckungen, Tablare usw., eingesetzt.

Konformität

Polypropylen eignet sich für den Kontakt mit Lebensmitteln.

Weitere Informationen:

– Kapitel 10: Kunststoffe für die Lebensmittelindustrie

Biokompatibilität

PP LSG ist ein auf Biokompatibilität geprüfter Werkstoff für Anwendungen in der Medizin, Pharma oder Biotechnik.

Weitere Informationen:

– Kapitel 11: Kunststoffe in der Medizintechnik

APSOplast® PMMA	4.1 – 4.3
APSOplast® PET-A	4.4 – 4.5
APSOplast® PC	4.6 – 4.8

APSOplast® PMMA

Werkstoffbezeichnung: PMMA

Chemische Bezeichnung: Polymethylmethacrylat, Acrylglas

Allgemeine Beschreibung

PMMA zählt zu den ältesten Thermoplasten. Seine Struktur ist amorph. Innerhalb der Gruppe der Polyacryl-ester haben sowohl das glasklare Homopolymerisat PMMA als auch das schlagzäh modifizierte Copolymer AMMA die grösste Bedeutung. Es muss unterschieden werden zwischen dem hochmolekularen «gegossenen» Acrylglas und den PMMA-Formmassen für die Extrusion und den Spritzguss. Die im Monomerguss aus Methacrylsäuremethylestern hergestellten Tafeln, Blöcke oder Formteile sind infolge ihres extrem hohen Molekulargewichtes nicht mehr einschmelzbar, jedoch thermoplastisch warmformbar. Polymethylmethacrylate weisen die hochwertigsten optischen Eigenschaften aller Kunststoffe auf. Sie werden vorwiegend für optisch anspruchsvolle Verglasungen verwendet.

Merkmale und Eigenschaften

- Klar transparent
- Hohe Härte und Steifigkeit
- Gute mechanische Festigkeit
- Hohe Oberflächenhärte
- Hohe Kratzfestigkeit und Polierfähigkeit
- Hervorragende optische Eigenschaften
- Gute Witterungsbeständigkeit
- Gute Temperaturwechselbeständigkeit
- Gute dielektrische Eigenschaften

Zu beachten ist:

- Geringe Schlagzähigkeit
- Neigung zu Spannungsrissbildung
- Hohe elektrostatische Aufladbarkeit
- Brennbar (nicht selbstverlöschend)
- Lösungsmittlempfindlich
- Ungeeignet für Gleitfunktionen

APSOplast® PMMA

Farbe: natur (klar transparent)

Die hohe Härte und das hohe Elastizitätsmodul führen bei PMMA zu einer hohen Steifigkeit, was besonders bei Verglasungsanwendungen grosse Vorteile bringt. Allerdings geht dadurch dem Acrylglas eine gewisse Schlagzähigkeit verloren, was sich häufig in Spannungskonzentrationen in Rissbildungen ausdrückt. Auch die Kerbempfindlichkeit ist nicht zu unterschätzen. Daneben werden auch durch spanende Bearbeitung oder durch die örtliche Erwärmung Spannungen aufgebaut. Diese können aber durch Temperierung im Umluftofen bei +60 bis +80 °C (während mindestens 3 Stunden und anschliessender langsamer Abkühlung) abgebaut werden. Dieses Tempern empfiehlt sich auch für geklebte Konstruktionen. Bruchgefährdete Verglasungen oder Konstruktionen sollten aus obigen Gründen nicht in PMMA, sondern vorzugsweise in PC (Polycarbonat) oder PET-A (Polyethylenterephthalat) ausgeführt werden. Die optischen Eigenschaften von Acrylglas sind mit denjenigen von Fensterglas auf Silicatbasis vergleichbar. Die hochwertigsten Qualitäten werden im Giessverfahren (bei Platten und optischen Formteilen) erreicht. Beim Zerspanen von Halbzeugen verlieren die bearbeiteten PMMA-Oberflächen ihre Transparenz. Ein nachträgliches Polieren gibt ihnen den ursprünglichen Glanz zurück. Mechanisches Polieren ist mittels Stoffschwabelscheibe und Poliermittel bzw. Polierpaste, aber auch durch Flamm- und Lösungsmittelpolieren sowie Polierfräsen möglich.

APSOplast® PMMA-XT

PMMA extrudiert

Farbe: natur (klar transparent), farbig

Hier handelt es sich um das extrudierte PMMA mit ausgezeichneten optischen Eigenschaften, speziell geeignet zum Warmformen und Tiefziehen.

PMMA-XT gibt es als Standard- oder schlagzäh modifiziertem Typ, als glatte, strukturierte oder matte bzw. satinierte Platten, Rohre und Stäbe. Farbige Sorten sind in der Regel völlig gleichmässig durchgefärbt.

APSOplast® PMMA-GS

PMMA gegossen

Farbe: natur (klar transparent), farbig

Die gegossenen Typen besitzen ausgezeichnete optische Eigenschaften und sind in grösseren Dimensionen als die XT-Typen erhältlich. PMMA-GS wird in Form von Platten, Blöcken, Stäben und Rohren mit glatten oder matten bzw. satinierten Oberflächen hergestellt.

APSOplast® PMMA-XT ED

PMMA + elektrostatisch ableitende Oberflächenbeschichtung

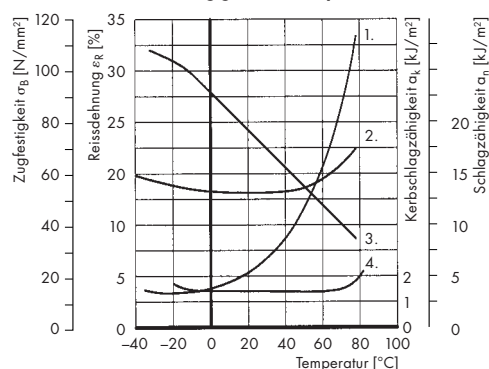
Farbe: natur (klar transparent)

Diese extrudierte PMMA-XT ED-Platte besitzt beidseitig eine antistatische Oberflächenbeschichtung, welche die elektrostatische Aufladung deutlich vermindert. Die Staubanziehung wird erheblich reduziert, wodurch eine häufigere Reinigung entfällt. Dieser PMMA-Typ ist besonders geeignet zur Abdeckung für Kreide-, Kohle- und vergleichbare Zeichnungen.

Weitere Informationen:

– Kapitel 13: Elektrostatisch ableitende / elektrisch leitfähige Kunststoffe

Zugfestigkeit, Reissdehnung, Schlag- und Kerbschlagzähigkeit von PMMA in Abhängigkeit der Temperatur



- 1 Reissdehnung ϵ_R
- 2 Schlagzähigkeit α_n
- 3 Zugfestigkeit σ_B
- 4 Kerbschlagzähigkeit α_k

Anwendungsgebiete und -beispiele

Bauwesen

PMMA wird angewendet für Verglasungszwecke, aber auch für Transparentkonstruktionen wie Lichtkuppeln, Tür-, Fenster- und Treppenverglasungen, Trennwände usw.

Maschinenbau

Im Maschinenbau wird PMMA für Schaugläser, Behälter, Wannen usw. angewendet.

Werbung

PMMA findet auch Anwendungen, wo optisch hohe Anforderungen gestellt werden, wo in der Werbung und Leuchtenindustrie Lichteffekte genutzt werden wie: Schilder, Beschriftungen, Vitrinen, Sockel, Lichtwerbeteile, Display-Artikel usw.

Architektur und Kunst

Hier findet man Anwendungen bei Möbeln, Raumtrennungen, Skulpturen, Gestaltungen, Lichteffekten usw.

Modellbau

PMMA ist ein beliebter Werkstoff für Schaumodelle, Funktionsmodelle, Schnittkonstruktionen usw.

Konformität

Einige Halbfabrikate aus PMMA eignen sich für den Kontakt mit Lebensmitteln.

Weitere Informationen:

– Kapitel 10: Kunststoffe für die Lebensmittelindustrie

Biokompatibilität

–

APSOplast® PET-A

Werkstoffbezeichnung: PET-A

Chemische Bezeichnung: Polyethylenterephthalat, amorph

Allgemeine Beschreibung

Man unterscheidet drei unterschiedliche PET-Typen:

- Das teilkristalline PET-C
- Das amorphe PET-A
- Das amorphe, glykolmodifizierte PET-G

Die mechanischen Eigenschaften werden stark vom Kristallinitätsgrad bestimmt. Das kristalline PET-C wird aufgrund seiner Eigenschaften unter dem Kapitel «Technische Kunststoffe» behandelt. Das amorphe PET entsteht durch den Einbau voluminöser Comonomere, welche die Kristallinität verringern, so dass die Herstellung transparenter Halbzeuge und Formteile möglich ist.

Merkmale und Eigenschaften

- Klar transparent
- Gute optische Eigenschaften
- Hohe Schlagzähigkeit, Bruchfestigkeit und Steifigkeit
- Geringe Neigung zu Spannungsrissbildung
- Gute Chemikalienbeständigkeit
- Gute Witterungsbeständigkeit
- Physiologisch unbedenklich (geeignet für den Kontakt mit Lebensmitteln)
- Schwer entflammbar
- Kalt- und warmbiegbar
- Thermoformbar

Zu beachten ist:

- Eingeschränkte Temperaturbeständigkeit bis max. +65 °C
- Ungeeignet für technische Gleitfunktionen
- Klebbarkeit eingeschränkt
- Kratzempfindlich

APSOplast® PET-A

PET amorph
Farbe: natur (transparent)

PET-A ist ein transparenter Polyesterwerkstoff mit hoher Lichtdurchlässigkeit und Oberflächenglanz. Besonders kennzeichnend sind die hohe Schlag- und Bruchfestigkeit sowie die hervorragenden Kaltbiegeeigenschaften. PET-A besitzt eine gute chemische und Witterungsbeständigkeit und ist lebensmittelkonform. PET-A ist schwer entflammbar nach der Brandklasse B1 nach DIN 4102 und ist geprüft für Schienenfahrzeuge nach DIN 5510 (S4, SR2, ST2).

APSOplast® PET-G

PET + Glykol
Farbe: natur (transparent)

PET-G ist ein transparenter Copolyesterwerkstoff mit hoher Lichtdurchlässigkeit und Oberflächenglanz. Er weist auch bei niedrigen Temperaturen eine sehr gute Bruch- und Schlagzähigkeit auf. PET-G ist leicht bedruckbar und hat aussergewöhnlich gute Thermoeigenschaften (geeignet für Tiefziehen und Warmformen). Zudem ist PET-G lebensmittelkonform.

Anwendungsgebiete und -beispiele

Die einzigartige Kombination leistungsstarker mechanischer, thermischer und chemischer Eigenschaften macht PET zu einem vielseitig einsetzbaren, absolut verlässlichen Werkstoff.

Architektur und Bauwesen

Durch die vielseitigen Eigenschaften findet PET-A diverse Anwendungen wie: Lichtkuppeln, Tonnengewölbe, Bushaltestellen, Carports, Trennwände in Verbrauchermärkten, Sportstadien und Schulen, Telefonzellen, Wintergärten und Gewächshäuser sowie Balkonverglasungen usw.

Werbung und Dekoration

Hier sind Anwendungen möglich wie: Leuchttafeln, Vitrinen, Wegweiser, Schilder, Schaukästen, Werbe- und Informationstafeln usw.

Industrie, Transport und Verkehr

PET-A wird eingesetzt in: Umhausungen, Motorabdeckungen, Maschinengehäusen, Chemikalienbehältern, Verpackungen, technischen Beleuchtungen, Fenstern in Nutzfahrzeugen, Bauelementen in Schienen- und Luftfahrzeugen, Kühllhäusern, Kühltheken, Trennboxen und Verpackungen für Lebensmittel und pharmazeutische Produkte usw.

PET-G-Platten finden sich von Tiefziehenanwendungen über Schutzverglasungen oder Displays bis zur Verwendung für Prothesen oder Spezialgeräte im medizinischen Bereich in den vielfältigsten Einsatzgebieten.

Konformität

PET eignet sich für den Kontakt mit Lebensmitteln

Weitere Informationen:

– Kapitel 10: Kunststoffe für die Lebensmittelindustrie

Biokompatibilität

–

APSOplast® PC

Werkstoffbezeichnung: PC

Chemische Bezeichnung: Polycarbonat

Allgemeine Beschreibung

Polycarbonat, ein amorpher Thermoplast, wird vornehmlich im Bereich Spritzguss für Anwendungen mit erhöhtem Anforderungskatalog eingesetzt. Dafür entscheidende Vorzüge sind die gute mechanische Festigkeit, die überdurchschnittlich hohe Schlagzähigkeit, die hohe Formbeständigkeit in der Wärme nebst einer Transparenz mit hoher Lichtdurchlässigkeit.

Als Halbfabrikat besitzt PC eine zunehmende Bedeutung im Bereich bruchfester Sicherheits- und Schutzverglasungen.

Merkmale und Eigenschaften

- Klar transparent
- Hohe mechanische Festigkeit
- Gute Kriechfestigkeit
- Sehr hohe Schlagzähigkeit, auch bei niedrigen Temperaturen
- Beibehaltung der Steifigkeit in einem weiten Temperaturbereich
- Sehr hohe Dimensionsstabilität (äusserst geringe Wasseraufnahme und niedriger thermischer Längenausdehnungskoeffizient)
- Gute elektrische Isoliereigenschaften und günstiges dielektrisches Verhalten
- Physiologisch unbedenklich (PC ist geeignet für den Kontakt mit Lebensmitteln)

Zu beachten ist:

- Anfällig gegen Spannungsrissbildung infolge mechanisch oder chemisch erzeugter Spannungskonzentrationen
- Schädigung unter Hydrolyseeinwirkung, z.B. durch Heisswasser oder Dampf
- PC ist ungeeignet für technische Gleitfunktionen

APSOplast® PC

Farbe: natur (klar transparent)

PC-Platten werden häufig für bruchfeste Sicherheitsverglasungen verwendet. Sie ergänzen das Sortiment von klar transparenten Platten aus PVC-U, PET-A und PMMA (Acrylglas) für Verwendungen, wo hohe Ansprüche an die Schlagzähigkeit und hohe Wärmeformbeständigkeit, verbunden mit Witterungsbeständigkeit und guten optischen Eigenschaften, gefordert sind.

Neben dem Standardprogramm sind auf Anfrage auch folgende Varianten erhältlich:

- Rauchbraun, grau
- Grau transparent (Sonnenschutz Ausführung)
- Bronzestich transparent (Sonnenschutz Ausführung)
- Transparent flammhemmend (UL94 V-0, ab 2 mm)
- UV-stabilisiert
- Transparent, beidseitig strukturiert

APSOplast® PC EC

PC + elektr. leitfähige Oberflächenbeschichtung
Farbe: natur (klar transparent)

PC EC ist ein kratzfestes Polycarbonat, das sich durch elektrisch leitfähige Oberflächen (Oberflächenwiderstand $10^3 - 10^5 \Omega$) sowie hervorragende Transparenz und Lichtdurchlässigkeit und zudem hohe Schlagzähigkeit und Durchschlagsfestigkeit auszeichnet. Solch anspruchsvolle Eigenschaftskombinationen werden von Verglasungsmaterial immer dann gefordert, wenn in speziellen Fertigungsbereichen elektrostatische Aufladungen vermieden werden müssen.

Weitere Informationen:

- Kapitel 13: Elektrostatisch ableitende / elektrisch leitfähige Kunststoffe

APSOplast® PC FR

PC + flammhemmende Zusätze
Farbe: klar transparent

Spezielle PC-Qualität für Anwendungen mit erhöhten Anforderungen an das Brandverhalten.

APSOplast® PC-Rundstäbe

Farbe: natur (milchig transparent)

Bei den PC-Rundstäben (nicht UV-stabilisiert) handelt es sich um Produkte einer «nicht optischen» Industriequalität. Transparente Rundstäbe dienen häufig bei der Herstellung von PC-Prototypen für spätere Spritzgussteile, wie z.B. elektrische und thermische Isolationsteile aller Art. Sie sind geeignet für den Kontakt mit Lebensmitteln.

APSOplast® PC LSG, Rundstäbe

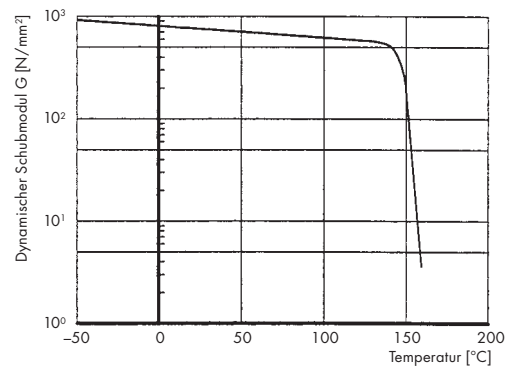
Farbe: natur (milchig transparent)

PC LSG ist ein auf Biokompatibilität geprüfter Polycarbonat-Werkstoff, bei welchem die Halbzeuge die USP-Klasse VI sowie die Anforderungen nach ISO 10993-4, -5, -10 und -11 erfüllen. Das soll den Endverbrauchern zusätzliche Sicherheit und das Vertrauen bieten, dass die LSG-Typen die Überprüfungen an fertigen Produkten erfolgreich bestehen.

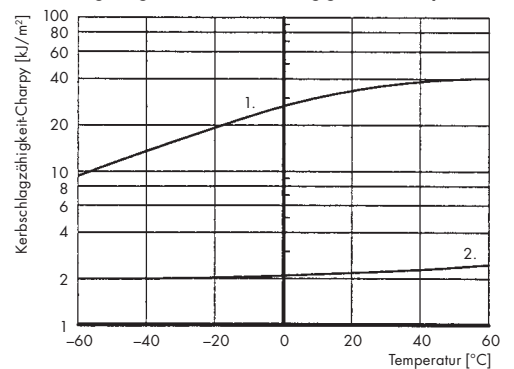
Weitere Informationen:

- Kapitel 11: Kunststoffe in der Medizintechnik

Dynamischer Schubmodul von PC in Abhängigkeit der Temperatur



Kerbschlagzähigkeit von PC in Abhängigkeit der Temperatur



1. PC
2. PMMA

Anwendungsgebiete und -beispiele

Isolatoren

Isolatoren, die aus Polycarbonat hergestellt werden, bieten eine hervorragende elektrische Durchschlagsfestigkeit.

Schaugläser

Bei Benzintanks gestattet ein Schauglas, aus einem PC-Rundstab hergestellt, eine leichte Überprüfung der Füllstandshöhe.

Mehrfachverteiler

Aus Polycarbonatplatten können auf einfache Art und Weise schlag- und stossfeste Mehrfachverteiler für eine hohe Anzahl von Industriebereichen hergestellt werden.

Verglasungen

Polycarbonatplatten werden häufig für bruchfeste Sicherheits- und Schutzverglasungen im Maschinenbereich verwendet.

Das elektrisch leitfähige PC wird dann eingesetzt, wenn aus Gründen der Betriebs- und Arbeitssicherheit Verglasungsprodukte zum Einsatz kommen, die elektrisch leitfähige Oberflächen besitzen und dadurch statische Ladungen abführen (z.B. im Bereich Reinraum und Ex-Schutz sowie Maschinenschutz).

Biokompatibilität:

PC LSG ist ein auf Biokompatibilität geprüfter Werkstoff für Anwendungen in der Medizin, Pharma und Biotechnik.

Weitere Informationen:

– Kapitel 11: Kunststoffe in der Medizintechnik

APSOplast® PA	5.1 – 5.5
APSOplast® POM	5.6 – 5.9
APSOplast® PET-C	5.10 – 5.11

APSOplast® PA

Werkstoffbezeichnung: PA
Chemische Bezeichnung: Polyamid

Allgemeine Beschreibung

Polyamide werden für eine breite Palette von technischen Anwendungen eingesetzt, bei denen hohe Zähigkeit, mechanische Festigkeit und gutes Gleit- und Abriebverhalten verlangt werden. Besonders zu erwähnen sind hier die Konstruktionselemente für die Antriebstechnik wie Zahnräder, Gleitlager und Laufrollen.

Merkmale und Eigenschaften

- Hohe mechanische Festigkeit, Steifigkeit, Härte und Zähigkeit
- Gute Ermüdungsfestigkeit
- Hohes mechanisches Dämpfungsvermögen
- Gute Gleit- und Notlaufeigenschaften
- Sehr hoher Verschleisswiderstand
- Gute elektrische Isoliereigenschaften
- Gute Beständigkeit gegen energiereiche Strahlung (Gamma- und Röntgenstrahlen)
- Gute Zerspanbarkeit

Zu beachten ist:

Mit der Feuchtigkeitsaufnahme sind auch Volumenänderungen und damit Massänderungen verbunden. Bei einer Feuchtigkeitsaufnahme von z.B. einem Gewichtsprozent ergibt das eine lineare Quellung von ca. 0,3%. Dieser Wert ist als oberer Grenzwert anzusehen, der sich einstellt, wenn die Feuchtigkeit gleichmäßig im Prüfkörper verteilt ist. Das bedeutet, dass sich die Abmessungen von Teilen aus Polyamid 6, 4.6, 66, die bei +23 °C in Wasser lagern, bei Vollsättigung linear um 2,7% bzw. 2,4% ändern können.

Siehe dazu Diagramme auf Seite 5.2

APSOplast® PA 6

Farbe: natur (weiss), schwarz

PA 6 bietet eine optimale Kombination aus mechanischer Festigkeit, Steifigkeit, Zähigkeit und mechanischer Dämpfung, verbunden mit einem sehr guten Verschleisswiderstand, guten elektrischen Isoliereigenschaften und einer guten chemischen Beständigkeit. PA 6 ist daher als ein universelles Material für Konstruktion und Instandhaltung zu betrachten.

APSOplast® PA 66

Farbe: natur (crème), schwarz

PA 66 unterscheidet sich gegenüber PA 6 durch eine höhere Festigkeit, Steifigkeit, Temperaturbeständigkeit und Verschleissfestigkeit sowie einer besseren Kriechfestigkeit, aber einer niedrigeren Schlagzähigkeit und mechanischer Dämpfung.

APSOplast® PA 46

Farbe: rotbraun

Im Vergleich zu den üblichen Polyamidtypen sind für PA 4.6 eine bessere Beibehaltung der Steifigkeit und Kriechfestigkeit in einem weiten Temperaturbereich sowie eine höhere Wärmealterungsbeständigkeit charakteristisch. Die Anwendungen für PA 4.6 liegen demnach vor allem im höheren Temperaturbereich (+80 bis +150 °C), wo Steifigkeit, Kriechfestigkeit, Dauerwärmebeständigkeit, Ermüdungsfestigkeit und der Verschleisswiderstand von PA 6, PA 66, POM und PET-C nicht mehr ausreichen.

APSOplast® PA 66 GF30

PA 66 + 30% Glasfaser
Farbe: schwarz

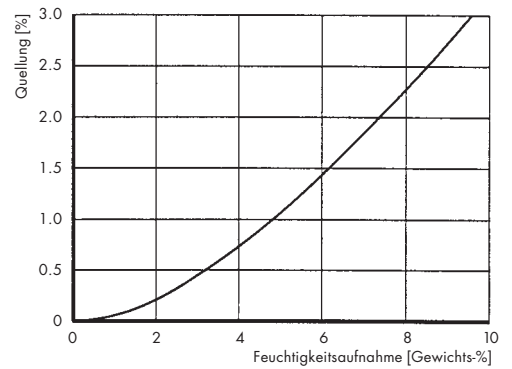
Diese mit 30% Glasfasern verstärkten Polyamidtypen weisen – unter Beibehaltung eines hohen Verschleisswiderstandes – eine höhere mechanische Festigkeit, Steifigkeit, Kriechfestigkeit und Dimensionsstabilität als unverstärktes PA 66 auf. Er erlaubt auch den Einsatz bei höheren oberen Gebrauchstemperaturen. Da die Glasfasern zu einem Abrieb der Gegenauflfläche tendieren, sollte die Eignung als Gleitlagerwerkstoff für jede spezifische Anwendung im Voraus sorgfältig geprüft werden.

APSOplast® PA 66 CF20

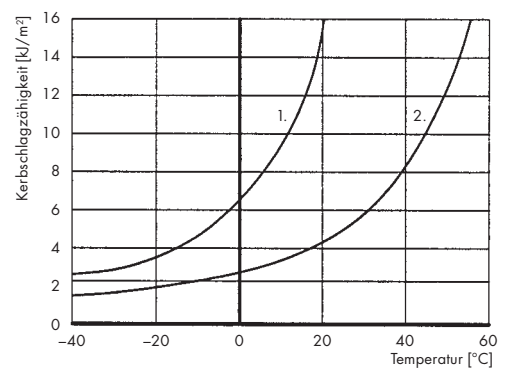
PA 66 + 20% Kohlefaser
Farbe: schwarz

Dieser mit 20% Kohlefasern verstärkte Polyamidtyp vereint eine sehr hohe Steifigkeit, mechanische Festigkeit und Kriechfestigkeit mit einem optimalen Verschleisswiderstand. Der Gehalt an Kohlefasern erhöht die thermische sowie die elektrische Leitfähigkeit und verbessert die Gleiteigenschaften. Dadurch werden bei Gleitelementen die Reibungswärme sowie die statische Ladung schneller von der Reibfläche abgeführt und zudem die Gegenauflfläche vor Abrieb geschont.

Massliche Veränderung von PA 6 in Abhängigkeit des Feuchtigkeitsgehaltes



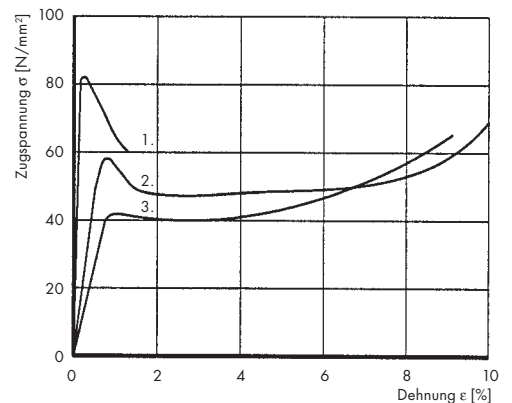
Kerbschlagzähigkeit von PA 66 und PA 66 MO in Abhängigkeit der Temperatur und des Feuchtigkeitsgehaltes



Prüfbedingungen:

- 1. Feuchtigkeitsgehalt: 2%
- 2. trockenes Material

Einfluss von Feuchtigkeitsgehalt und Temperatur auf das Zugspannungs-/Dehnungsverhalten von PA 66/PA 66 MO



Prüfbedingungen:

- 1. trockenes Material: +23%
- 2. Feuchtigkeitsgehalt: 2.3%
- 3. trockenes Material: +80 °C

APSOplast® PA 6 G

PA 6 Gusspolyamid
Farbe: natur (elfenbein), schwarz

Dieses hochwertige, unmodifizierte Gusspolyamid hat ein ähnliches Eigenschaftsbild wie PA 66. Gusspolyamide kombinieren eine hohe mechanische Festigkeit, Steifigkeit und Härte mit einer guten Kriech- und Verschleißfestigkeit, Wärmealterungsbeständigkeit und Zerspanbarkeit.

APSOplast® PA 6 MO

PA 6 + Molybdändisulfid
Farbe: schwarz

Dieser extrudierte Typ hat ähnliche Eigenschaften wie der Gusstyp (PA 6 G MO), ist aber durch das Fertigungsverfahren die preisgünstigere Variante bei kleineren Abmessungen.

APSOplast® PA 66 MO

PA 66 + Molybdändisulfid
Farbe: schwarz/anthrazit

Der Zusatz von MoS₂ ergibt ein Material mit einer etwas höheren Steifigkeit, Härte und Dimensionsstabilität als PA 66, wobei jedoch die Schlagfestigkeit ein wenig nachlässt. Der Nukleierungseffekt des Molybdändisulfids erwirkt ein feinkristallines Gefüge und eine Verbesserung des Reibungs- und Verschleißverhaltens.

APSOplast® PA 6 G MO

PA 6 Gusspolyamid + Molybdändisulfid
Farbe: schwarz/anthrazit

Dieses Gusspolyamid enthält fein verteilte Molybdändisulfid-Partikel, welche den Kristallinitätsgrad erhöhen. Dies erhöht die Festigkeitswerte sowie das Reibungs- und Verschleißverhalten, ohne dabei der für nicht-modifizierte Gusspolyamid-6-Typen inhärenten hohen Schlag- und Ermüdungsfestigkeit zu schaden. Dieser Werkstoff wird für diverse Maschinenteile, Gleitlager, Gleitleisten, Zahnräder, Laufrollen, Abstreifer, Kettenräder und Seilrollen eingesetzt.

APSOplast® PA 6 G HS

PA 6 Gusspolyamid + Molybdändisulfid
Farbe: schwarz

Dieses wärmostabilisierte Gusspolyamid besitzt einen hohen Kristallinitätsgrad mit homogenem Gefüge. Im Vergleich mit den herkömmlichen Extrusions- und Gusspolyamidtypen weist dieser Typ eine höhere Wärmealterungsbeständigkeit auf (besserer Widerstand gegen thermisch oxidativen Abbau), die den Einsatz bei um 15 bis 30 °C höheren Dauergebrauchstemperaturen erlaubt. Dieser Werkstoff wird besonders empfohlen für Gleitelemente und sonstige Verschleisssteile, bei denen Gebrauchstemperaturen oberhalb +60 °C auftreten.

APSOplast® PA 6 G LO

PA 6 Gusspolyamid + Öl
Farbe: grün

Dieses mit einem Flüssigschmierstoff versehene Gusspolyamid ist im wahrsten Sinne des Wortes selbstschmierend. Das besonders für hochbelastete, langsam bewegende Trockenlaufgleitelemente entwickelte Material bringt dank seiner niedrigeren Reibungszahl (bis minus 50%) und seines höheren Verschleisswiderstandes (bis zu 10-mal) eine beträchtliche Erweiterung der Anwendungsmöglichkeiten der Polyamide.

APSOplast® PA 6 G LO FDA

PA 6 Gusspolyamid + Öl
Farbe: natur (elfenbein), blau

Der Typ FDA (mit Schmierstoffen ausgerüstete Lebensmittelqualität) ist ein Gusspolyamid mit integriertem Schmierstoffsystem, welches sowohl in natur (elfenbein) als auch in blau erhältlich ist. Es ist im wahrsten Sinne des Wortes selbstschmierend, und seine Zusammensetzung entspricht den amerikanischen FDA-Richtlinien. Dieser Werkstoff wurde besonders für hochbelastete, langsam bewegte Trockenlaufgleitelemente entwickelt. Im Vergleich zu Polyamiden ohne Schmierstoffsystem ist seine Reibungszahl um bis zu 50% niedriger und sein Verschleisswiderstand bis um das Zehnfache höher. Er weitet das Anwendungsspektrum der Polyamide beträchtlich aus und ermöglicht tiefere Wartungskosten sowie längere Standzeiten.

APSOplast® PA 6 G PLUS

PA 6 Gusspolyamid
Farbe: blau

Dieses modifizierte Gusspolyamid PA 6 G, leicht zu unterscheiden durch seine blaue Einfärbung, weist eine höhere Zähigkeit, Flexibilität und Ermüdungsfestigkeit auf als das unmodifizierte PA 6 G. Diese Merkmale machen diesen Typ zu einem besonders für Zahnräder, Ritzel und Zahnstangen geeigneten Werkstoff.

APSOplast® PA 6 G SL

PA 6 Gusspolyamid + Festschmierstoff
Farbe: grau

Dieses besondere Gusspolyamid PA 6 G verfügt über einen gleichmässig verteilten, eingebetteten Festschmierstoff, der dem selbstschmierenden Material ausgezeichnete Gleiteigenschaften, eine hervorragende Verschleissfestigkeit sowie eine ausserordentlich dynamische Tragfähigkeit verleiht (bis 5-mal höherer pv-Grenzwert als bei den herkömmlichen Gusspolyamidtypen). Der Werkstoff ist besonders geeignet für höhere Gleitgeschwindigkeiten bei trocken laufenden Lagern und Verschleisssteilen und ist demnach das perfekte Komplement zum ölgefüllten PA 6 G LO.

APSOplast® PA 6 G SL PLUS

PA 6 Gusspolyamid + Festschmierstoff
Farbe: dunkelblau

Dieses mit einem Festschmierstoff versehene Gusspolyamid PA 6 G verfügt über eine hohe Wärmebeständigkeit sowie eine hervorragende mechanische Festigkeit für höchste Belastbarkeit. Durch seinen niedrigen dynamischen und statischen Reibungskoeffizienten ohne «Stick-Slip» (Ruck-Gleiten) gewährleistet dieser Werkstoff eine präzisere und feinstufigere Bewegungsführung – d. h. eine höhere Genauigkeit bei kleinsten Bewegungen, wie sie von modernen hochentwickelten Führungs- und Steuerungseinrichtungen ausgeführt werden, sowie eine bessere Wirtschaftlichkeit bei der Konzipierung des Systems. Die hohe Verschleissfestigkeit garantiert eine längere Lebensdauer von Bauelementen und sich berührenden Teilen.

APSOplast® PA 12

Farbe: natur, schwarz

PA 12 ist ein hochwertiger Konstruktionswerkstoff für spezielle Einsatzgebiete. Das besondere Eigenschaftsprofil dieses zäh-harten Werkstoffes setzt sich zusammen aus: der geringen Wasseraufnahme im Vergleich zu anderen Polyamiden, der hohen Flexibilität und Ermüdungsfestigkeit sowie Schlagzähigkeit.

Anwendungsgebiete und -beispiele

Lager

PA 6 G SL bietet eine bis zu 10-fach längere Lebensdauer als ein unmodifiziertes Polyamid 6, z.B. eine Drehzapfen-Lagerhülse eines Bergbaumuldenkippers.

Rollen, Räder, Verschleissbauteile

Polyamid bietet einen besseren Verschleisschutz sowie bessere Druck- und Ermüdungsfestigkeit als andere Werkstoffe in den verschiedensten Verschleissanwendungen.

Verschleissbeläge

Verschleissbeläge, die aus PA 6 G SL hergestellt werden, sind gewichtseinsparend und in der Lage, auch schwere Lasten zu unterstützen. Sie wirken auf die Gegenauflflächen verschleissarm.

Zahnräder

Zahnräder, die aus PA 6 G SL hergestellt werden, laufen wesentlich ruhiger und weisen auch ohne zusätzliche Schmierung eine höhere Standzeit auf.

Düsen

PA 6 G PLUS kann kundenspezifisch auf Mass gegossen werden. Dadurch können für Anwendungen wie z.B. Verschlusskappen und Zerstäuberdüsen die Herstellzeit und Herstellkosten reduziert werden. Das neue Teil wiegt nur einen Bruchteil gegenüber metallischen Bauteilen, was zu besserer und leichter Handhabung führt und Einbaukosten spart.

Konformität

Einige Polyamid-Typen eignen sich für den Kontakt mit Lebensmitteln.

Weitere Informationen:

– Kapitel 10: Kunststoffe für die Lebensmittelindustrie

Biokompatibilität

–

APSOplast® POM

Werkstoffbezeichnung: POM

Chemische Bezeichnung: Polyacetal, Polyoxymethylen

Allgemeine Beschreibung

POM weist eine Kombination von grosser Härte mit Formstabilität und trotzdem hoher Schlagzähigkeit auf. Dieser Kunststoff hat einen niedrigen Reibwiderstand, mässige Abriebfestigkeit, hervorragendes Federvermögen, hohe Ermüdungsfestigkeit bei wechselnder Beanspruchung, gute dielektrische Eigenschaften, hohe Durchschlagsfestigkeit, einen niedrigen dielektrischen Verlustfaktor, gute Chemikalienbeständigkeit, besonders gegen Lösungsmittel, und ist sehr beständig gegen Spannungsrisbildung.

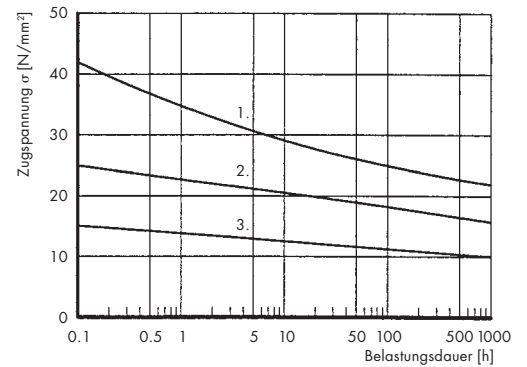
Merkmale und Eigenschaften

- Hohe mechanische Festigkeit, Steifigkeit, Härte und Zähigkeit
- Sehr hohes Rückstellvermögen
- Gute Kriechfestigkeit
- Hohe Schlagzähigkeit, auch bei niedrigen Temperaturen
- Sehr hohe Dimensionsstabilität (geringe Wasseraufnahme)
- Gute Gleiteigenschaften und Verschleissfestigkeit
- Hervorragende Zerspanbarkeit
- Gute elektrische Isoliereigenschaften und günstiges dielektrisches Verhalten
- Physiologisch unbedenklich (geeignet für den Kontakt mit Lebensmitteln)

Zu beachten ist:

- Nicht selbstverlöschend
- Schädigung durch Hydrolyseeinwirkung (speziell POM-H, heissfeuchte Umgebung (Kondenswasser, Heisswasser und Dampf sind zu meiden!))
- Abbau unter UV-Einwirkung (nicht für Aussenanwendungen geeignet)
- Mögliche poröse Zentrumzonen bei grossen Abmessungen

Isometrischer Zugspannungsverlauf von POM



Prüfbedingungen:

- Dehnung: 2 %
- Temperatur:
 1. 20 °C
 2. 50 °C
 3. 80 °C

APSoplast® POM-H

POM-Homopolymer
 Farbe: natur (weiss), schwarz

Das POM-Homopolymer hat eine höhere Zugfestigkeit, Steifigkeit, Härte und Kriechfestigkeit und eine verbesserte Verschleissfestigkeit gegenüber POM-C (Co-Polymer).

APSoplast® POM-H SL

POM-Homopolymer + PTFE
 Farbe: braun

Im Vergleich zu POM-C und -H weist dieser Werkstoff bessere Gleiteigenschaften auf. Daraus gefertigte Gleitelemente zeichnen sich durch einen niedrigen Gleitreibungskoeffizienten, eine gute Abriebfestigkeit und eine äusserst geringe Stick-Slip-Anfälligkeit aus.

APSoplast® POM-C

Farbe: natur (weiss), schwarz, orange, rot, braun, gelb, blau, grün und grau

Hierbei handelt es sich um das Polyacetal-Copolymer, welches, verglichen mit POM-H, eine bessere Beständigkeit gegen Hydrolyse, starke Laugen und thermisch-oxidativen Abbau aufweist.

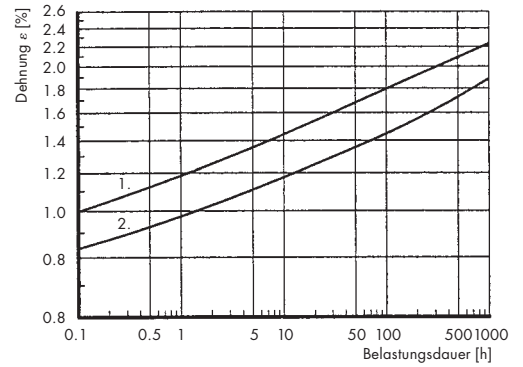
APSoplast® POM-C LSG

Farbe: diverse

POM-C LSG ist ein biokompatibler Polyacetal-Copolymer-Werkstoff, bei welchem die Halbzeuge die Anforderungen nach ISO 10993-5 erfüllen. Das soll den Endverbrauchern zusätzliche Sicherheit und das Vertrauen bieten, dass die LSG-Typen die Überprüfungen an fertigen Produkten erfolgreich bestehen.

Weitere Informationen:
 – Kapitel 11: Kunststoffe in der Medizintechnik

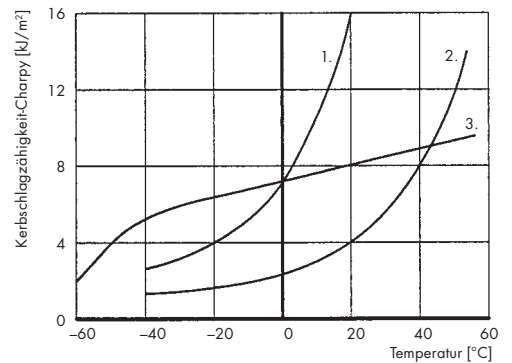
Zeitabhängiger Kriechwiderstand von POM-H und POM-C



Prüfbedingungen:
 – Temperatur: 23 °C
 – konstante Zugspannung: 25 N/mm²

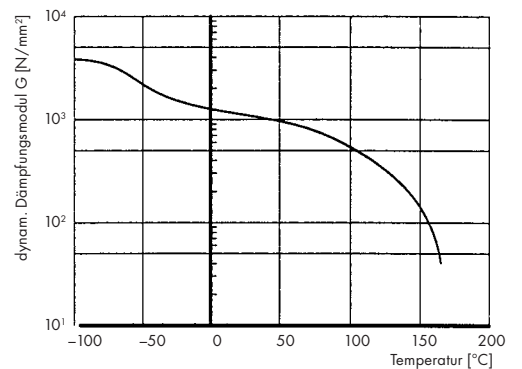
1. POM-C
 2. POM-H

Kerbschlagzähigkeit von POM-C in Funktion der Temperatur im Vergleich zu Polyamid



Prüfbedingungen:
 1. PA 66 mit Feuchtigkeit
 2. PA 66 trocken
 3. POM-C

Dynamischer Dämpfungsmodul von POM-C in Funktion der Temperatur



APSOplast® POM-C SL

POM-C + Festschmierstoff
Farbe: blau

Dieses mit einem Festschmierstoff ausgerüstete POM-C hat verbesserte Gleiteigenschaften und eine höhere Abriebfestigkeit.

APSOplast® POM-C EC

POM-C + Leitruß
Farbe: schwarz

Dieses POM-C ist mit einem Leitruß ausgerüstet und dadurch elektrisch leitfähig. Es eignet sich deshalb besonders für Anwendungen im Sicherheitsbereich, Explosionsschutz (z. B. ATEX), Elektronikschutz, in der Transport- und Fördertechnik usw.

APSOplast® POM-C ED

POM-C + Antistatikum
Farbe: beige

POM-C ED ist ein elektrostatisch ableitender Werkstoff auf Acetalbasis, der hervorragend für fördertechnische Anwendungen geeignet ist. Er vermeidet Probleme, die durch Entladungen an von Menschen berührten Teilen entstehen.

POM-C ED ist ebenfalls eine ausgezeichnete Wahl für Haltevorrichtungen, die zur Beförderung von Silizium-Wafern im Fertigungsverfahren oder zur Herstellung empfindlicher elektronischer Bauteile einschliesslich Festplatten und bedruckter Leiterplatten eingesetzt werden.

Weitere Informationen:

– Kapitel 13: Elektrostatisch ableitende / elektrisch leitfähige Kunststoffe

APSOplast® POM-C GF25

POM-C + 25% Glasfaser
Farbe: grauweiss

Dieses mit 25% Glasfasern verstärkte POM-Copolymer zeichnet sich gegenüber den unverstärkten Typen durch eine erhöhte Steifigkeit und Festigkeit aus, was bei verschiedenen Anwendungen in Maschinenbau, Transport- und Fördertechnik, Elektrotechnik, Feinwerktechnik, Haushaltsgeräten usw. vorteilhaft genutzt werden kann.

Anwendungsgebiete und -beispiele

Lager und Büchsen

POM ist ein guter, vielseitig einsetzbarer Gleitlagerwerkstoff, der aufgrund seiner mechanischen Eigenschaften hohe Lagerbelastungen erlaubt. Er ist jedoch weniger verschleissfest als z.B. PA oder PET-C.

Elektrische Bauteile

POM-H natur wird zur Herstellung von komplexen elektrischen Prüfteilen verwendet, bei denen die Bearbeitung von dutzenden eng tolerierter Längsbohrungen erforderlich ist. Bei Steckerleisten, Steckern und Isolatoren wird bei Anforderungen mit höherer Steifigkeit und Festigkeit auch das glasfaserverstärkte POM-C verwendet.

Konstruktionsteile

POM-C bietet aussergewöhnliche Dauerfestigkeits- und Kerbschlagwiderstandseigenschaften bei dauerbelasteten Konstruktionsteilen für ein prothetisches Gerät. Bei Federelementen, Gehäuseteilen, Schnappverbindungen, Hebeln wird bei Anforderungen mit höherer Steifigkeit und Festigkeit auch das glasfaserverstärkte POM-C verwendet.

Zahnräder

Präzisionsteile, die aus POM hergestellt werden, bleiben formstabil, ungeachtet der Umgebungsbedingungen, denen sie ausgesetzt sind.

Rollen

Führungsrollen, aus POM-C-Rundstäben hergestellt, arbeiten reibungslos und zuverlässig in Hebebühnen zur Beladung von Lastkraftwagen.

Atex

Aufgrund der guten elektrischen Leitfähigkeit wird POM-C EC in diesem Bereich bevorzugt eingesetzt.

Konformität

POM-H und -C eignen sich für den Kontakt mit Lebensmitteln. POM-C eignet sich für den Kontakt mit Wasser.

Weitere Informationen:

– Kapitel 10: Kunststoffe für die Lebensmittelindustrie

Biokompatibilität

POM-C LSG ist ein auf Biokompatibilität geprüfter Werkstoff für Anwendungen in der Medizin, in Pharma und Biotechnik.

Weitere Informationen:

– Kapitel 11: Kunststoffe in der Medizintechnik

APSOplast® PET-C

Werkstoffbezeichnung: PET-C

Chemische Bezeichnung: Polyethylenterephthalat

Allgemeine Beschreibung

Man unterscheidet drei unterschiedliche PET-Typen: das teilkristalline PET (PET-C), das amorphe PET (PET-A) sowie das glykolmodifizierte PET (PET-G), ein Copolymerisat mit erhöhter Schlagzähigkeit.

PET-C ist ein unverstärktes, teilkristallines Polyester, ein Thermoplast mit ungewöhnlich hoher Härte, Steifigkeit und Masshaltigkeit. Das hervorragende Gleitverhalten bei sehr niedrigem Verschleiss stempelt PET-C zum idealen Werkstoff für Präzisions-Maschinenelemente mit Gleitfunktionen.

Merkmale und Eigenschaften

- Hohe mechanische Festigkeit, Steifigkeit und Härte
- Sehr gute Kriechfestigkeit
- Niedrige und konstante Gleitreibungszahl
- Sehr hoher Verschleisswiderstand (vergleichbar mit oder sogar dem der Polyamide überlegen)
- Sehr hohe Dimensionsstabilität (besser als die von Polyacetal)
- Ausgezeichnete Fleckenbeständigkeit
- Bessere Beständigkeit gegen Säuren als Polyamid und Polyacetal
- Gute elektrische Isoliereigenschaften
- Physiologisch unbedenklich (geeignet für den Kontakt mit Lebensmitteln)
- Hohe Beständigkeit gegen energiereiche Strahlung (Gamma- und Röntgenstrahlen)

Zu beachten ist:

- Niedrige Kerbschlagzähigkeit
- Schädigung unter Einfluss von Hydrolyse bei > 60 °C (heissfeuchte Umgebung, Kondenswasser, Heisswasser und Dampf)

PET-Folien

- Hohe mechanische Festigkeit und Zähigkeit
- Hohe Temperaturbeständigkeit (–70 bis +150 °C)
- Gute Chemikalienbeständigkeit
- Sehr gute dielektrische Eigenschaften
- Selbstverlöschend

Zu beachten ist:

- Schädigung unter Einfluss von Hydrolyse bei > 60 °C (heissfeuchte Umgebung, Kondenswasser, Heisswasser und Dampf)
- Gewisser Restschrumpf bei höheren Temperaturen

APSOplast® PET-C

Farbe: natur (weiss), schwarz

Die spezifischen Eigenschaften von PET-C machen dieses Material zu einem besonders für mechanische Präzisions- und Verschleisssteile bevorzugten Werkstoff.

APSOplast® PET-C SL

PET-C + Festschmierstoff
Farbe: grau

Dieser Werkstoff besitzt einen homogen verteilt eingebauten Festschmierstoff. Durch diese spezifische Materialzusammensetzung resultiert ein einzigartiger selbstschmierender Gleitlagerwerkstoff. Dieser weist nicht nur einen sehr hohen Verschleisswiderstand auf, sondern bietet im Vergleich zu PET-C vor allem einen noch niedrigeren Gleitreibungskoeffizienten und höhere dynamische Tragfähigkeit (pv-Grenzwert).

Anwendungsgebiete und -beispiele

Mehrfachverteiler

Mehrfachverteiler, die aus PET-C hergestellt werden, bieten eine verbesserte Massstabilität bei gleichzeitig überragender Korrosions- und chemischer Beständigkeit.

Anlagen für die Lebensmittelverarbeitung

Viele Teile in Anlagen der Lebensmittelherstellung und Lebensmittelverarbeitung werden aus PET-C hergestellt – wie z. B. die Formen zur Herstellung von Hamburgern, welche die strengen Toleranzanforderungen erfüllen und die auch sehr einfach mittels Chemikalien gereinigt werden können.

Karussell, Filteranlagen, Stellscheibe und Stelling

Seine Steifigkeit und sein sauberes und hygienisches Aussehen in Verbindung mit der Massstabilität und Beständigkeit gegen verdünnte Salzsäure führen dazu, dass PET-C die ideale Werkstoffwahl für die verschiedensten Bauteile in pharmazeutischen Prüfvorrichtungen ist.

Verteilerventile

PET-C zeichnet sich durch eine gute Verschleissfestigkeit sowohl bei hohen Drücken als auch bei hohen Geschwindigkeiten aus. Es ist auch bestens geeignet bei Anwendungen, in denen Metalle und Kunststoffoberflächen aneinandergleiten. Die Verteilerventile bei Lebensmittel-Abfüllmaschinen werden häufig aus PET-C +Festschmierstoff hergestellt. Dieser Werkstoff ersetzt Bauteile aus Edelstahl, welche sonst zu hohem Verschleiss des Gehäuses und dadurch zu nicht akzeptablen Instandhaltungskosten führen können. Das Spiel zwischen Verteilerachse und Gehäuse muss so klein wie möglich gehalten werden, um Leckagen zu vermeiden.

Konformität

PET-C wie auch PET-C + Festschmierstoff eignen sich für den Kontakt mit Lebensmitteln.

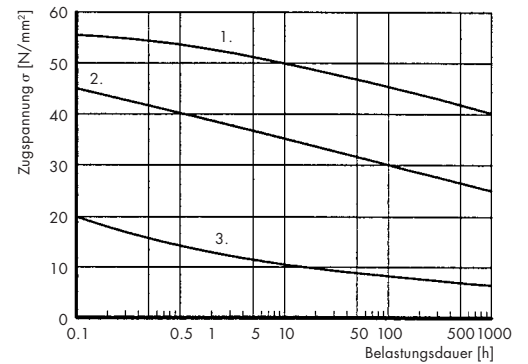
Weitere Informationen:

– Kapitel 10: Kunststoffe für die Lebensmittelindustrie

Biokompatibilität

–

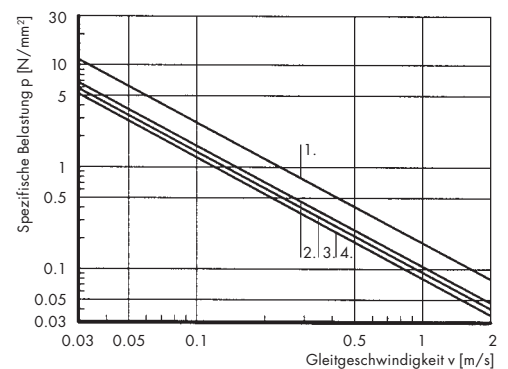
Isometrische Spannungszeitkurven von PET-C aus Zugversuch



Prüfbedingungen:

- Dehnung: 2 %
- Temperatur:
 1. +20 °C
 2. +50 °C
 3. +80 °C

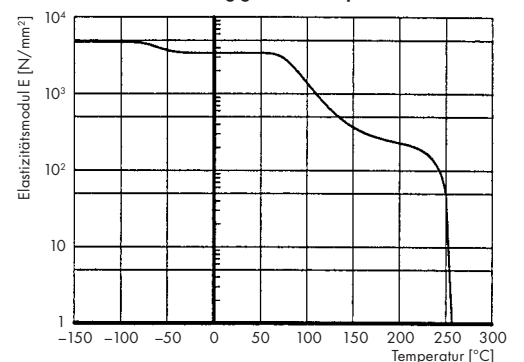
Max. spezifische Belastung/Gleitgeschwindigkeit



Prüfbedingungen:

- im Trockenlauf
- Werkstoff:
 1. PET-C SL
 2. POM-C/POM-H
 3. PET-C
 4. PA 66

Elastizitätsmodul in Abhängigkeit der Temperatur von PET-C



APSOplast® PPE	6.1 – 6.3
APSOplast® PSU, PPSU, PEI	6.4 – 6.7
APSOplast® PPS	6.8 – 6.10
APSOplast® PEEK	6.11 – 6.13
APSOplast® PAI	6.14 – 6.16
APSOplast® PI	6.17 – 6.19
APSOplast® PBI	6.20 – 6.21

APSOplast® PPE

Werkstoffbezeichnung: PPE

Chemische Bezeichnung: Polyphenylenether modifiziert

Allgemeine Beschreibung

Modifizierte Polyphenylenether (PPE) – auch Polyphenylenoxide (PPO) genannt – sind amorphe Thermoplaste mit interessantem Eigenschaftsbild. Sie können im Mittelfeld zwischen den technischen und den Hochleistungskunststoffen eingestuft werden. Reine PPE finden praktisch keine Anwendung. Wirtschaftliche Bedeutung haben Blends aus PPE und PS gewonnen. Dieses Blend ist oxidationsbeständiger. Zudem weist dieser dimensionsstabile Kunststoff nebst einer sehr guten chemischen Beständigkeit eine interessante Temperaturbeständigkeit auf.

Merkmale und Eigenschaften

- Hohe Dimensionsstabilität und Masshaltigkeit
- Hohe Steifigkeit und Härte
- Gute dielektrische Eigenschaften
- Sehr geringe Feuchtigkeitsaufnahme
- Sehr gute chemische Beständigkeit
- Sehr gute Hydrolysebeständigkeit
- Hohe Temperaturbeständigkeit

Zu beachten ist:

- Für Gleitfunktionen ungeeignet
- Kerbempfindlich, Spannungskonzentrationen an scharfen Kanten, Gewindesacklöchern usw. sind zu vermeiden
- Lösungsmittel, auch anaerobe Kleber, erzeugen Spannungskorrosion (Rissgefahr)

APSOplast® PPE

PPE mod.
Farbe: grau

Idealer Werkstoff für alle Anwendungen mit Wärmeformbeständigkeit bis +110 °C und guter Schlagzähigkeit über einen weiten Temperaturbereich. PPE hat eine sehr geringe Feuchtigkeitsaufnahme und bleibt deshalb auch bei längerer oder wiederholter Wassereinwirkung unbeeinflusst. Aufgrund seiner Hydrolysebeständigkeit wird dieser Werkstoff auch dort verwendet, wo er in direkte Berührung mit kochendem Wasser kommt.

APSOplast® PPE LSG

PPE mod.
Farbe: natur, schwarz, farbig

Dieser Werkstoff wurde speziell für medizinische Anwendungen entwickelt. Der Kunststoff besteht aus dem Rohstoff Noryl® HNA055 von GE Plastics. Er weist eine hohe Beständigkeit gegenüber wiederholter Sterilisierung durch Gammastrahlung, Heissdampf und Ethylenoxid auf.

PPE LSG ist bis zu 1000 Zyklen bei +134 °C autoklavierbar, ohne nennenswerte Verluste bei den mechanischen Eigenschaften zu erleiden. Der Werkstoff eignet sich exzellent für Medizintechnikanwendungen wie z.B. für chirurgische Mehrweginstrumente. Er verfügt über gute Laufzeit- und gleich bleibende hohe Schlageigenschaften und ist leicht zerspanbar.

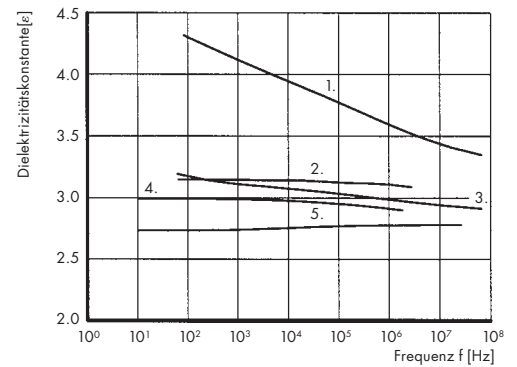
Noryl® HNA055 erfüllt die Anforderungen der EC Directive 2002/72/EC für EUFC (European Food Contact) sowie FDA 21 CFR 177.2460. Das Halbzeug ist nach ISO 10993-5 auf Zytotoxizität getestet.

APSOplast® PPE GF30

PPE mod. + 30% Glasfaser
Farbe: beige

Das mit 30% Glasfasern verstärkte PPE besitzt im Vergleich zur nicht verstärkten Version noch bessere mechanische und thermische Eigenschaften und eine grössere Dimensionsstabilität. Darüber hinaus bleiben die ausgezeichneten elektrischen Eigenschaften und die Hydrolysebeständigkeit erhalten.

Dielektrizitätskonstante

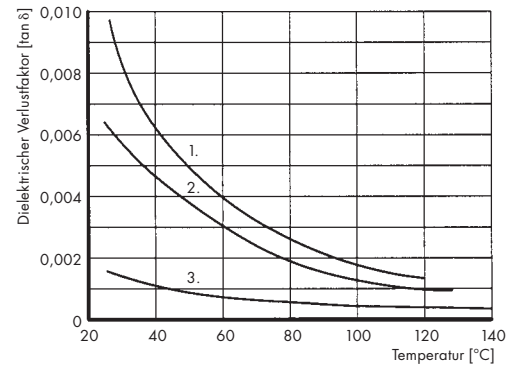


Prüfbedingungen:

- Temperatur: 23 °C
- relative Feuchtigkeit: 50%

1. PA 6
2. PSU
3. PET
4. PC
5. PPE

Dielektrischer Verlustfaktor

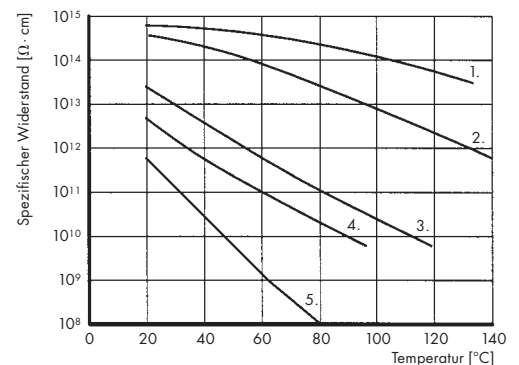


Prüfbedingungen:

- Frequenz: 1 MHz
- relative Feuchtigkeit: 50%

1. PC
2. PSU
3. PPE

Spezifischer Durchgangswiderstand



Prüfbedingungen:

- Frequenz: 1 MHz
- relative Feuchtigkeit: 50%

1. PPE
2. PC
3. PET
4. PVC
5. PA 6

Anwendungsgebiete und -beispiele

Heiz- und Kühlsysteme

Die Heiz- und Kühlsysteme eines Autos stellen hohe Anforderungen an den Werkstoff. Während der gesamten Lebensdauer des Wagens sind derartige Teile der ständigen thermischen Wechselbelastung ausgesetzt. Daneben muss der Werkstoff widerstandsfest gegenüber chemischen Einflüssen sein und gute mechanische Eigenschaften besitzen.

Wassertechnischer Bereich

Dieser Werkstoff – besonders das glasfaserverstärkte PPE – ist geeignet für zahlreiche Anwendungen im Bereich für Kalt- und Heisswasser, darunter Gehäuse und Flügelräder für Pumpen, Zentralheizungspumpen, Wasserzähler sowie Durchflussregler für Mischventile, aber auch für Motorengehäuse und Sprühböden.

Elektrische Geräte

Typische Anwendungen für das glasfaserverstärkte PPE sind z.B. Spulenkörper. In Magnetventilen, Transformatoren und Relais sowie thermischen oder elektrischen Isolationsteilen aller Art – wobei durch kurzzeitige Überbelastung hohe Temperaturen zugelassen werden müssen – bietet das glasfaserverstärkte PPE eine hervorragende Kriechfestigkeit und eine hohe Steifigkeit.

Medizintechnik

PPE LSG eignet sich für chirurgische Mehrweginstrumente, Testimplantate, Sterilisationsschalen, Instrumentengriffe sowie alle Komponenten, die sterilisiert werden oder Strahlenbelastung ausgesetzt sind.

Konformität

PPE LSG eignet sich für den Kontakt mit Lebensmitteln.

Weitere Informationen:

– Kapitel 10: Kunststoffe für die Lebensmittelindustrie

Biokompatibilität

PPE LSG ist ein auf Biokompatibilität geprüfter Werkstoff für Anwendungen in der Medizin, Pharma- und Biotechnik.

Weitere Informationen:

– Kapitel 11: Kunststoffe in der Medizintechnik

APSOplast® PSU, PPSU, PEI

Werkstoffbezeichnung: PSU, PPSU, PEI

Chemische Bezeichnung: Polysulfon, Polyphenylensulfon, Polyetherimid

Allgemeine Beschreibung

Diese unverstärkten amorphen Thermoplaste zeichnen sich durch eine Kombination von vorzüglichen mechanischen, thermischen und elektrischen Eigenschaften aus.

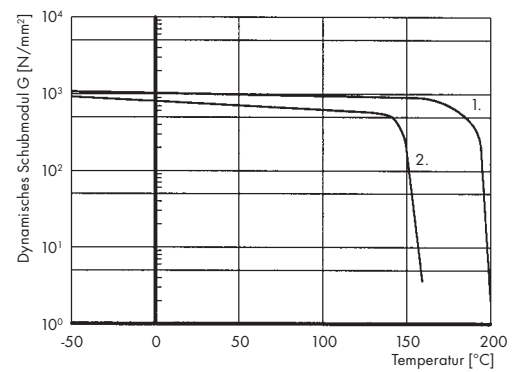
Merkmale und Eigenschaften

- Hohe obere Gebrauchstemperaturgrenze in Luft (PPSU: +180 °C, PEI: +170 °C und PSU: +150 °C)
- Hohe mechanische Festigkeit, Steifigkeit und Kriechfestigkeit über einen weiten Temperaturbereich
- Ausgezeichnete Hydrolysebeständigkeit (geeignet für wiederholte Dampfsterilisation)
- Hohe Zähigkeit auch bei niedrigen Temperaturen
- Physiologisch unbedenklich (geeignet für den Kontakt mit Lebensmitteln)
- Sehr hohe Dimensionsstabilität
- Durchscheinende, nicht optische Qualität (ausser PPSU, welches schwarz ist)
- Sehr gute Beständigkeit gegen energiereiche Strahlung (Gamma- und Röntgenstrahlen)
- Gute elektrische Isoliereigenschaften und günstiges dielektrisches Verhalten

Zu beachten ist:

- Anfällig gegen Spannungsrisssbildung infolge mechanisch oder chemisch erzeugter Spannungskonzentrationen
- Gewisse Kerbempfindlichkeit (vor allem bei PSU)
- Nicht UV-stabil, für den Aussenbereich nicht zu empfehlen
- Nicht geeignet für Anwendungen mit Gleitfunktionen
- Mögliche Volumenänderung durch Feuchtigkeitsaufnahme

Schubmodul G von PSU im Vergleich zu PC



1. PSU
2. PC

APSOplast® PSU

Farbe: natur (gelb, durchscheinend)

Diese PSU-Halbzeuge werden aus einem nicht UV-stabilisierten Polysulfon-Rohstoff hergestellt. Dieser Werkstoff bietet eine sehr gute Strahlungsbeständigkeit, eine gute ionische Sauberkeit sowie eine vorzügliche chemische und Hydrolysebeständigkeit. Im Vergleich zu PEI hat PSU ein niedrigeres Eigenschaftenprofil und wird oftmals als Ersatz für Polycarbonat eingesetzt, wenn ein höherer Temperaturwiderstand, eine bessere chemische Beständigkeit und Dampfsterilisierbarkeit verlangt werden. PSU wird häufig in der lebensmittelverarbeitenden Industrie (Melkmaschinen, Pumpen, Ventile, Filterplatten, Wärmetauscher) und für medizintechnische Komponenten eingesetzt, die wiederholt gereinigt und sterilisiert werden müssen.

APSOplast® PPSU

Farbe: schwarz

Diese PPSU-Halbzeuge werden aus PPSU hergestellt und bieten gegenüber PEI und PSU eine bessere Schlagfestigkeit und chemische Beständigkeit. PPSU hat auch eine herausragende Hydrolysebeständigkeit, ermittelt anhand der bis zum Ausfall benötigten Dampf-Autoklavierungszyklen. Dieser Werkstoff verfügt tatsächlich über eine nahezu unbegrenzte Dampfsterilisierbarkeit. Darüber hinaus entspricht der für die Herstellung von PPSU-Halbzeugen verwendete Rohstoff den Anforderungen der Klasse VI des USP-Standards und macht es somit zu einem sehr beliebten Werkstoff für die medizintechnische und die pharmazeutische Industrie (z.B. Sterilisationstabletts, Griffe für zahnmedizinische und chirurgische Instrumente, orthopädische Implantatversuche und Kupplungen und Fittings der Fluidtechnik).

APSOplast® PPSU LSG XRO

Farbe: schwarz, farbig

Dieser röntgenopake LSG-Werkstoff wird allen Herausforderungen gerecht, die die minimalinvasive und bildgesteuerte Chirurgie stellen. Ein Kontrastmittel, das der Standardproduktlinie kolorierter PPSU-Rundstäbe zugefügt wird, erlaubt klare Sichtbarkeit der Komponenten unter Röntgendurchleuchtung und Röntgenbestrahlung. Es ermöglicht dem Chirurgen bei bildgeführten Eingriffen einen genauen Blick auf seine Instrumente oder auf orthopädische Testimplantate.

LSG XRO wurde entsprechend den Anforderungen der ISO 10993 für externe Apparaturen (communication devices) getestet, die weniger als 24 Stunden lang im Kontakt mit Körperflüssigkeiten, Knochensubstanz und Dentin stehen.

Die Halbfabrikate werden in regelmässigen Abständen nach ISO 10993-5 geprüft.

Weitere Informationen:

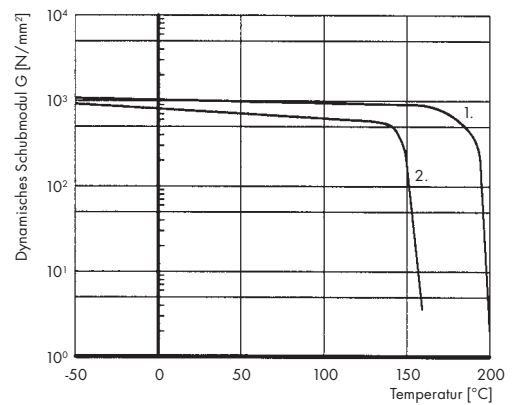
- Kapitel 11: Kunststoffe in der Medizintechnik

APSOplast® PEI

Farbe: natur (amber, durchsichtig)

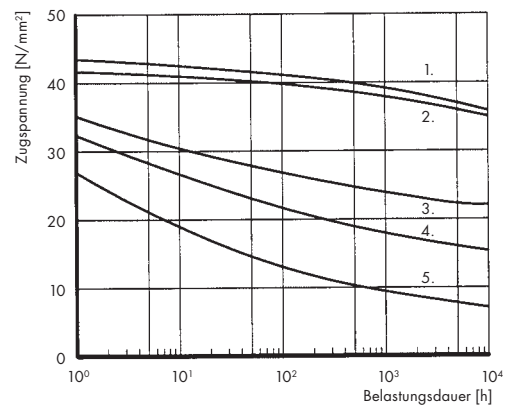
PEI, hergestellt aus ULTEM®-Granulat, weist ausgezeichnete thermische, mechanische und elektrische Eigenschaften sowie eine hervorragende natürliche Flammwidrigkeit und eine besonders geringe Rauchentwicklung im Brandfall auf. PEI ist demnach sehr geeignet für elektrische/elektronische Isolatoren und eine Vielzahl von tragenden Komponenten, von denen eine grosse Festigkeit und Steifigkeit bei höheren Temperaturen gefordert wird. Der Rohstoff für die Herstellung dieser Halbzeuge entspricht den Anforderungen der Klasse VI des USP-Standards. Dank der guten Hydrolysebeständigkeit von Polyetherimid liegt es auf der Hand, dass medizintechnische Geräte und analytische Instrumente ein wichtiges Einsatzgebiet für dieses Material darstellen.

Schubmodul G von PSU im Vergleich zu PC



- 1. PSU
- 2. PC

Isometrische Zugspannungslinie von PSU bei verschiedenen Temperaturen

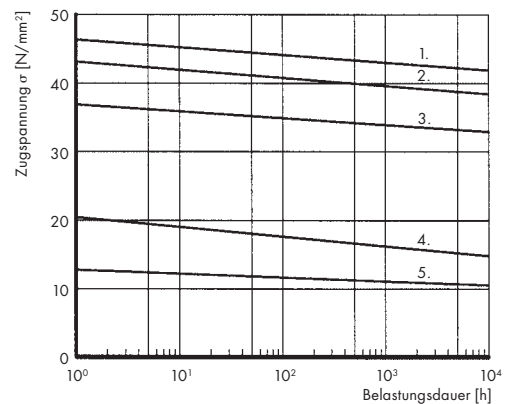


Prüfbedingungen:

- Medium: Luft
- Dehnung: 2%

- 1. 23 °C
- 2. 60 °C
- 3. 100 °C
- 4. 125 °C
- 5. 150 °C

Isometrische Zugspannungslinien von PEI bei verschiedenen Temperaturen



Prüfbedingungen:

- Medium: Luft
- Dehnung: 2%

- 1. 23 °C
- 2. 65 °C
- 3. 90 °C
- 4. 140 °C
- 5. 165 °C

APSOplast® PSU LSG
APSOplast® PPSU LSG
APSOplast® PEI LSG

Diese 3 Typen sind biokompatible Werkstoffe, bei welchen die Halbzeuge die USP-Klasse VI sowie die Anforderungen nach ISO 10993-4, -5, -10 u. -11 erfüllen. Das soll den Endverbrauchern zusätzliche Sicherheit und das Vertrauen bieten, dass die LSG-Typen die Überprüfungen an fertigen Produkten erfolgreich bestehen.

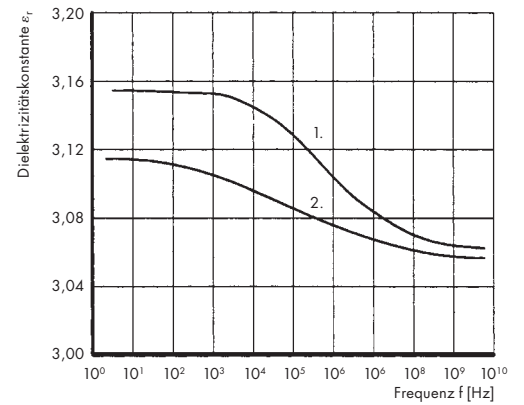
Weitere Informationen:
 – Kapitel 11: Kunststoffe in der Medizintechnik

APSOplast® PEI EC
 elektrisch leitfähig
 Farbe: schwarz

Mit seinem ausgezeichneten mechanischen Verhalten bis zu einer Temperatur von +210 °C bietet PEI EC die Lösung für elektrisch leitfähige Anwendungen im Bereich höherer Temperaturen an. Darüber hinaus weist dieser Werkstoff eine ausgezeichnete Dimensionsstabilität auf (niedrige thermische Längenausdehnung und geringe Wasseraufnahme), eine sehr geschätzte Eigenschaft für Beförderungsvorrichtungen in der elektrischen/elektronischen oder Halbleiterindustrie.

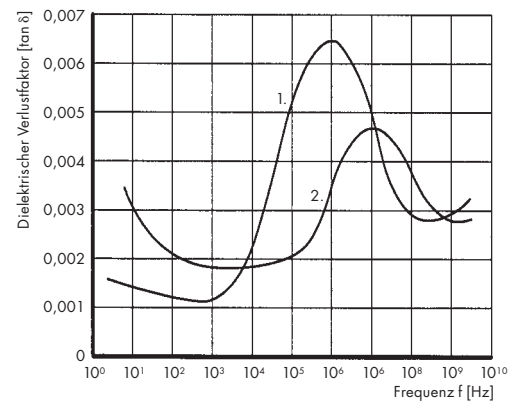
Weitere Informationen:
 – Kapitel 13: Elektrostatisch ableitende / elektrisch leitfähige Kunststoffe

Dielektrizitätskonstante von PEI in Abhängigkeit der Frequenz



1. 23 °C
 2. 80 °C

Verlustfaktor von PEI in Abhängigkeit der Frequenz



1. 23 °C
 2. 80 °C

Anwendungsgebiete und -beispiele

Mehrfachverteiler

Mehrfachverteiler, die aus PSU-Platten hergestellt werden, sind durchsichtig, können mittels energiereicher Strahlung sterilisiert werden und sind äusserst kratzfest.

Verteiler

In der Lebensmittelindustrie (z.B. Geflügel) werden Ventile aus Polysulfon aus Gründen hoher chemischer Beständigkeit und Dimensionsstabilität eingesetzt.

Einsätze für Reinigungsgeräte

Einsätze aus PSU reduzieren den chemischen Angriff von Polyamid-Verteilerblöcken in Heisswasser- und Dampfreinigungsgeräten.

Spannhülse

Die hohe Durchschlagsfestigkeit und inhärente Flammwidrigkeit von PEI machen diesen Werkstoff ideal für Spannhülsen, die zur Verbindung von bedruckten Leiterplatten an Video-Bildschirmssystemen in Flugzeugen, Panzern und Schiffen eingesetzt werden.

Medizintechnik

Bei PSU, PPSU und PEI der Reihe LSG handelt es sich um Kunststoffe mit aussergewöhnlicher Beständigkeit gegen herkömmliche Sterilisationstechniken, was zusätzliche Sicherheit für medizinische Anwendungen bietet. Anwendungsbeispiele liegen z.B. im Bereich chirurgischer Instrumente, Sterilisationsbehälter, Instrumentengriffe, Probekörper für Testimplantate, Apparateile usw.

PPSU LSG XRO wird aufgrund der röntgenopaken Ausführung für chirurgische Instrumente oder orthopädische Testimplantate eingesetzt, wo eine klare Sichtbarkeit der Komponenten unter Röntgenbestrahlung gefordert wird.

Bauteile medizinischer Geräte

Teile, die aus PSU hergestellt werden, sind blutverträglich (Dialysegeräte) und beständig gegen wiederholte Autoklavierungszyklen.

Positioniering für Endoskopiegeräte

Aufgrund seiner ausgezeichneten Dampfsterilisierbarkeit wurde PPSU als Werkstoff für den Positioniering am Instrumentengriff chirurgischer Endoskopiegeräte gewählt.

Visierarm und Visierstift

Ein aus PEI hergestellter Visierarm mit Visierstift koordiniert die genaue Positionierung von Schrauben während der Operation, um gebrochene Oberschenkelknochen zu fixieren. Mit diesen Komponenten aus PEI kann der Chirurg die Positionierung durch einen Bildschirm verfolgen, ohne seine Hände den Röntgenstrahlen auszusetzen. Sobald der Visierstift in einer bestimmten Position eingerastet ist, wird er aus dem Visierarm gezogen und dann ein Loch zur Aufnahme einer Titanbefestigungsschraube in den Knochen gebohrt.

Konformität

PSU, PPSU und PEI eignen sich für den Kontakt mit Lebensmitteln.

Weitere Informationen:

– Kapitel 10: Kunststoffe für die Lebensmittelindustrie

Biokompatibilität

- PSU LSG
- PPSU LSG
- PEI LSG
- PPSU LSG XRO

sind auf Biokompatibilität geprüfte Werkstoffe für Anwendungen in der Medizin-, Pharma- und Biotechnik.

Weitere Informationen:

– Kapitel 11: Kunststoffe in der Medizintechnik

APSOplast® PPS

Werkstoffbezeichnung: PPS

Chemische Bezeichnung: Polyphenylensulfid, modifiziert

Allgemeine Beschreibung

Die Polyphenylensulfide weisen eine ganze Kombination interessanter Eigenschaften bezüglich Verschleissfestigkeit, mechanische Belastbarkeit und Dimensionsstabilität sowohl im Kontakt mit chemisch aggressiven Medien wie auch hohen Temperaturen auf.

Merkmale und Eigenschaften

- Sehr hohe obere Gebrauchstemperaturgrenze in Luft (dauernd bis +220 °C, kurzzeitig bis +260 °C)
- Hohe mechanische Festigkeit, Steifigkeit und Kriechfestigkeit auch bei hohen Temperaturen
- Ausgezeichnete chemische und Hydrolysebeständigkeit
- Ausgezeichnetes Reibungs- und Verschleissverhalten, nur gleitmodifizierte Typen
- Sehr hohe Dimensionsstabilität
- Ausgezeichnete Beständigkeit gegen energiereiche Strahlung (Gamma- und Röntgenstrahlen)
- Gute UV-Beständigkeit
- Inhärente Flammwidrigkeit
- Gute elektrische Isoliereigenschaften und günstiges dielektrisches Verhalten

APSoplast® PPS GF40

PPS + 40% Glasfaser
Farbe: schwarz

Dieses mit 40% Glasfasern gefüllte teilkristalline Polymer weist eine ausgezeichnete Steifigkeit und Härte auf bei einer Dauergebrauchstemperatur bis zu +220 °C. Die sehr gute chemische Beständigkeit, die geringe Kriechneigung und hohe Masshaltigkeit lassen Anwendungen für thermisch-mechanisch hoch belastbare Bauteile im Bereich Pumpen und Armaturen sowie Chemieanlagen und Maschinenbau zu. Dieser Werkstoff wird auch für kleine Präzisionsteile mit hoher Dimensionsstabilität (Elektro- und Atomindustrie) verwendet. Dieses glasfasergefüllte PPS neigt jedoch zu sprödem Bruchverhalten.

APSoplast® PPS SL

PPS + Kohlefaser + Graphit + PTFE
Farbe: schwarz

Dieses mit Kohlefasern, Graphit und PTFE gefüllte teilkristalline Polymer weist neben der hohen Steifigkeit und Härte ausgezeichnete Gleit- und Reibeigenschaften aus. Die hohe Dauergebrauchstemperatur bis zu +220 °C, die sehr gute chemische Beständigkeit, die geringe Kriechneigung und hohe Masshaltigkeit lassen Anwendungen für thermisch und statisch/dynamisch stark belastbare Bauteile im Bereich Pumpen und Armaturen, Vakuumtechnik, Verpackungs- und Papiermaschinen, Feinwerktechnik sowie Luft- und Raumfahrt zu.

APSoplast® PPS GF SL

PPS + Glasfaser + Festschmierstoff
Farbe: dunkelblau

Dieser faserverstärkte Polyphenylsulfid-Typ, mit einem eingebauten Festschmierstoff, weist eine ausgezeichnete Kombination von Eigenschaften auf in Bezug auf Verschleißfestigkeit, mechanische Tragfähigkeit und Dimensionsstabilität, und dies sowohl in Kontakt mit Chemikalien als auch bei hohen Temperaturen. Dieser Werkstoff findet seine Einsatzgebiete überall dort, wo andere technische Kunststoffe wie PA, POM, PET wie auch PEI und PSU nicht mehr ausreichen, oder dort, wo in weniger anspruchsvollen Hightech-Anwendungen eine wirtschaftlichere Alternative zu PI, PEEK oder PAI gesucht wird.

Dank dem homogen verteilten eingebauten Festschmierstoff zeigt PPS GF SL eine ausgezeichnete Verschleißfestigkeit und eine niedrige Gleitreibungszahl. Es überwindet die Nachteile des ungefüllten PPS (hohe Gleitreibungszahl) sowie des glasfaserverstärkten PPS (vorzeitiger Verschleiß der Gegenauflfläche) im Fall Gleitelemente. Es liegt auf der Hand, dass diese Merkmale in Kombination mit seiner ausgezeichneten chemischen Beständigkeit zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten in allen möglichen Industriebereichen eröffnen, z.B. industrieller Trockenofen und Öfen für die Nahrungsmittelverarbeitung, Geräte für chemische Bearbeitung und elektrische Isoliersysteme.

Anwendungsgebiete und -beispiele

Laternenringe in Stopfbuchsgarnituren

Laternenringe aus PPS GF SL in Stopfbuchsgarnituren verringern den Verschleiss und die Korrosionsprobleme bei Kreiselpumpen für den Minenbetrieb und gestatten engere Lagerspiele – dies führt zu geringeren Ausfällen und zu einem verbesserten Wirkungsgrad.

Pumpengehäuse

Mit hoher Genauigkeit hergestellt, glasfaser-, aber auch kohlefaserverstärkte PPS-Bauteile gestatten einen hohen Wirkungsgrad für einen grossen Bereich von verschiedenen Chemiepumpenmedien.

HPLC (High Performance Liquid Chromatography)

Bauteile für die Hochdruckflüssigkeitschromatographie werden auf Grund ihrer hohen chemischen Beständigkeit aus PPS hergestellt.

Chipsocket

Steckbaugruppen werden vor allem aus PPS-Platten herstellt, die während der Überprüfung der Halbleiterbaugruppen unter hoher Spannung und grosser Geschwindigkeit verwendet werden.

Steckerteile, Leuchtenfassungen

Die hohe thermisch-mechanische Belastbarkeit der glasfaser-, aber auch kohlefaserverstärkten PPS-Typen erlaubt den Einsatz in Steckerteilen und Lampenfassungen. Die Glasfasertypen sind sehr gut elektrisch isolierend.

Halteringe

Halteringe, die zum Festhalten der Wafer beim chemisch-mechanischen Polieren verwendet werden, sind aus PPS hergestellt.

Gleitelemente

Die beiden modifizierten PPS-Typen PPS GF SL als auch das PPS SL eignen sich für Gleitanwendungen wie Gleitlager, Gleitleisten, Anlaufscheiben, Gleitschuhe, Gleitringe usw.

Lagerbuchsen

In Durchlauf-Lösungsmittelextraktionsanlagen werden zur Extraktion von Öl oder Zucker aus den Pflanzenmassen aggressive Chemikalien verwendet. Die Lagerbüchsen aus PPS GF SL für die Antriebswellen des Förderbandes befinden sich ständig im Lösungsmittel. Unter diesen Bedingungen, wo unmöglich Schmiermittel eingesetzt werden können, bietet das verschleissfeste PPS eine dauerhafte wartungsfreie Lösung.

Isolierende Druckerlager

Elektrisch isolierende Lager aus PPS GF SL bieten eine wartungsfreie Lösung in industriellen Rekto-Verso-Druckern.

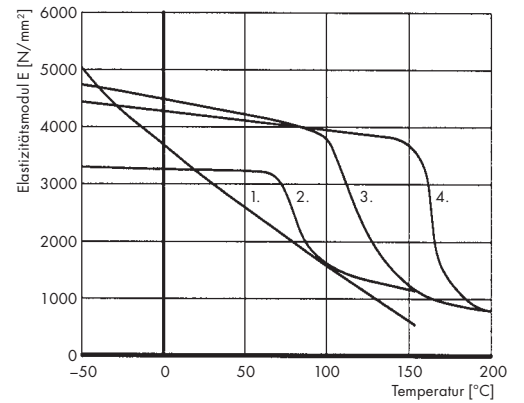
Konformität

PPS GF SL eignet sich für den Kontakt mit Lebensmitteln.

Weitere Informationen:

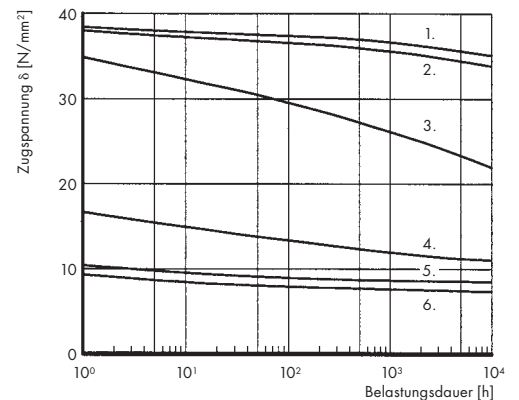
– Kapitel 10: Kunststoffe für die Lebensmittelindustrie

Elastizitätsmodul im Zugversuch in Abhängigkeit der Temperatur



- 1. POM-C
- 2. PA 46
- 3. PPS mod.
- 4. PEEK

Isometrische Spannungs-Zeit-Linien von DDG: : G@ im Zugversuch

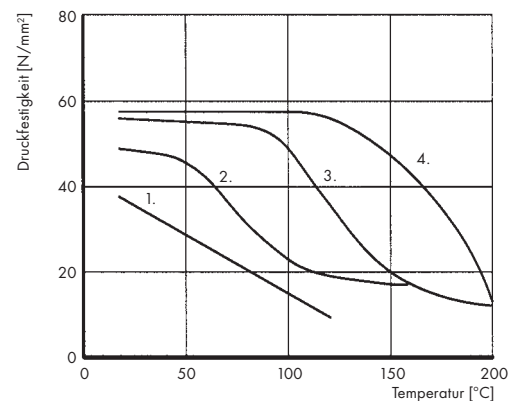


Prüfbedingungen:

- Medium: Luft
- Dehnung: 1%

- 1. 20 °C
- 2. 50 °C
- 3. 80 °C
- 4. 100 °C
- 5. 125 °C
- 6. 150 °C

Druckfestigkeitsvergleich bei 2% Verformung in Abhängigkeit der Temperatur



Prüfbedingungen:

- Druckversuch: nach ISO 604
- Probekörper: Ø 12 x 30 mm
- Stauchung: 2 %

- 1. POM-C
- 2. PA 46
- 3. PPS mod.
- 4. PEEK

APSOplast® PEEK

Werkstoffbezeichnung: PEEK

Chemische Bezeichnung: Polyetheretherketon

Allgemeine Beschreibung

PEEK ist ein teilkristalliner Thermoplast, welcher beinahe über alle Eigenschaften verfügt, die man von einem Hochleistungskunststoff erwartet. Es ist ein idealer Werkstoff für Anwendungen, wo unter extremen Bedingungen in Bezug auf Temperatur, Chemikalien, Witterungsbeständigkeit, mechanische Eigenschaften, Abriebfestigkeit, energiereiche Strahlung, schwere Entflammbarkeit usw. hohe Leistungen gefordert werden. PEEK bildet zusammen mit seinen modifizierten Typen eine einzigartige Gruppe für anspruchsvolle Anwendungen.

Merkmale und Eigenschaften

- Sehr hohe obere Gebrauchstemperaturgrenze in Luft (dauernd bis +250 °C, kurzzeitig bis +310 °C)
- Hohe mechanische Festigkeit, Steifigkeit und Härte, auch bei hohen Temperaturen
- Ausgezeichnete chemische und Hydrolysebeständigkeit
- Ausgezeichnete Verschleißfestigkeit und gute Gleiteigenschaften (besonders die Typen mit Gehalt an CF sowie CF + PTFE + Graphit)
- Sehr hohe Dimensionsstabilität
- Inhärente Flammwidrigkeit und sehr geringe Rauchentwicklung im Brandfall
- Gute elektrische Isoliereigenschaften und günstiges dielektrisches Verhalten (trifft nicht zu für die Typen mit Zusatz von Graphit und Kohlefasern)
- Ausgezeichnete Beständigkeit gegen energiereiche Strahlung (Gamma- und Röntgenstrahlen)

Zu beachten ist:

- Der hohe Preis gegenüber den Standard- und technischen Kunststoffen schränkt die Verwendung ein

APSOplast® PEEK

Farbe: natur (braungrau), schwarz

PEEK-Halbzeuge werden aus unverstärktem Polyetheretherketon-Rohstoff hergestellt und bieten die höchste Zähigkeit und Schlagfestigkeit aller PEEK-Typen.

APSOplast® PEEK SL

PEEK + Kohlefaser + Graphit + PTFE

Farbe: schwarz

Der Zusatz von Kohlefasern, PTFE und Graphit verleiht diesem PEEK-Gleitlagerwerkstoff ausgezeichnete tribologische Eigenschaften (niedrige Reibungszahl, hohe Verschleissfestigkeit und hoher pv-Grenzwert) und macht ihn zu einem idealen Werkstoff für verschleiss- und reibungsbeanspruchte wie auch thermisch und mechanisch stark belastete Bauteile.

APSOplast® PEEK SL FDA

PEEK + Festschmierstoff

Farbe: blau

Dieses teilkristalline PEEK besitzt einen auf den Kontakt mit Lebensmitteln abgestimmten Festschmierstoff. Damit weist dieses modifizierte PEEK eine einzigartige Kombination von hervorragenden mechanischen Eigenschaften, Temperaturbeständigkeit und vorzüglicher Chemikalienbeständigkeit auf, verbunden mit einer besseren Verschleissfestigkeit und geringerer Gleitreibung.

APSOplast® PEEK GF30

PEEK + 30% Glasfaser

Farbe: natur (braungrau)

Dieser mit 30% Glasfasern verstärkte Typ weist eine höhere Steifigkeit und Kriechfestigkeit auf als das unverstärkte PEEK und besitzt eine viel bessere Dimensionsstabilität. Er ist gut geeignet für Teile, die langfristig grossen statischen Belastungen im höheren Temperaturbereich ausgesetzt sind. Da die Glasfasern zu einem Abrieb der Gegenauflfläche tendieren, soll die Eignung als Gleitlagermaterial für jede spezifische Anwendung im Voraus sorgfältig überprüft werden.

APSOplast® PEEK CF30

PEEK + 30% Kohlefaser

Farbe: schwarz

Dieser mit 30% Kohlefasern verstärkte Typ vereint eine hohe Steifigkeit, mechanische Festigkeit und Kriechfestigkeit mit einem optimalen Verschleisswiderstand. Darüber hinaus bringen die Kohlenstofffasern eine 3,5-mal höhere Wärmeleitfähigkeit als beim unverstärkten PEEK, wodurch bei Gleitelementen die Reibungswärme schneller von der Reibfläche abgeführt wird.

APSOplast® PEEK EC

PEEK leitfähig

Farbe: schwarz

Dieses mit Kohlefasern verstärkte PEEK ist elektrisch und thermisch leitfähig. Es kann für Anwendungen eingesetzt werden, wo Probleme durch Entladungen an von Menschen berührten Teilen entstehen. Dieser Werkstoff eignet sich auch hervorragend für Haltevorrichtungen, die zur Beförderung von Silizium-Wafern im Fertiungsverfahren oder zur Herstellung empfindlicher elektronischer Bauteile einschliesslich Festplatten und bedruckter Leiterplatten eingesetzt werden.

APSOplast® PEEK LSG

PEEK Life Science Grade

Farbe: natur, schwarz, farbig

Die Reihe LSG sind auf Biokompatibilität geprüfte Werkstoffe, bei welchen die Halbzeuge die USP-Klasse V sowie die Anforderungen nach ISO 10993-4, -5, -10 u. -11 erfüllen. Das soll den Endverbrauchern zusätzliche Sicherheit und das Vertrauen bieten, dass die LSG-Typen die Überprüfungen an fertigen Produkten erfolgreich bestehen.

APSOplast® PEEK CLASSIX® LSG

PEEK

Farbe: natur

Dieser Typ ist für medizintechnische Anwendungen für bis zu 30 Tagen in Kontakt mit Blut oder Gewebe entwickelt worden und zertifiziert nach USP-Klasse VI und ISO 10993-4, -5, -10 u. -11.

Anwendungsgebiete und -beispiele

Pumpen-Verschleissringe

Verschleissringe aus PEEK + 30% CF in Kreiselpumpen erlauben engere Lauftoleranzen, wodurch der Wirkungsgrad erhöht wird. Darüber hinaus werden Korrosions-, Fress- und Verschleissprobleme eliminiert.

Tragende Bauteile

PEEK wird für stabförmige Vakuumgriffe bei der Herstellung von Halbleiter-Bauteilen verwendet. Sie verbinden Wärmefestigkeit mit hoher Beständigkeit gegenüber handelsüblichen Chemikalien.

Lagerbüchsen, Lager, Dichtungen, Sicherungsringe

In Anwendungsfällen, von der Luftfahrtindustrie bis hin zu Bohrungsgeräten auf Ölfeldern, werden Bauteile aus PEEK aufgrund der verbesserten Leistung und der erhöhten Zuverlässigkeit verwendet.

Rakel für Schabewärmetauscher

Die Rakel bei Oberflächenwärmetauschern in der Lebensmittel-, Milchwirtschafts- und chemischen Industrie werden aus PEEK hergestellt. Die hervorragende mechanische Festigkeit und Steifigkeit bei hohen Temperaturen sowie der hohe Verschleisswiderstand und die ausgezeichnete chemische und Hydrolysebeständigkeit machen PEEK zum idealen Werkstoff für diese Anwendung.

Lagerbuchsen in Stahl Draht-Führungsrollen

Lagerbuchsen aus PEEK SL für Draht-Führungsrollen aus Stahl, die in Ätzbädern beim Stahl Drahtziehen eingesetzt werden, bieten im Vergleich zu den früher verwendeten Stahlkugellagern eine erhöhte Lebensdauer zu viel niedrigeren Kosten. Die Entscheidung für diesen Typ fiel aufgrund seiner chemischen Beständigkeit, seiner ausgezeichneten Verschleissfestigkeit und seiner hohen Tragfähigkeit bei hohen Temperaturen.

Tragende Gehäusekörper in Gasanalysegeräten

Die drei Hauptgehäusekörper der Gasanalysegeräte, die von der NASA in Satelliten eingesetzt werden, sind aus PEEK hergestellt. Mit seiner sehr guten chemischen Beständigkeit, seinem hohen Temperaturwiderstand und ausgezeichneten Beständigkeit gegen energiereiche Strahlung gewährleistet dieser Typ eine lange Lebensdauer und hohe Betriebszuverlässigkeit. Zwei weitere Gründe, sich für PEEK zu entscheiden, sind seine ausgezeichnete Zerspanbarkeit und sehr gute Dimensionsstabilität.

Medizintechnik

- PEEK (Industrial Grade): für Anwendungen, bei welchen keine Biokompatibilität gefordert wird.
- PEEK LSG: für Anwendungen, bei welchen Biokompatibilität bis zu 24 h Körperkontakt gefordert wird.
- PEEK CLASSIX® LSG: für Anwendungen, bei welchen Biokompatibilität bis zu 30 Tagen Körperkontakt gefordert wird. Ausnahme Healing caps, Abutments bis zu 180 Tagen DENTAL mit Invibio-Sonderzertifikat nach Rücksprache!

Konformität

PEEK und PEEK SL FDA wie auch die Typen der Reihe -LSG eignen sich für den Kontakt mit Lebensmitteln.

Weitere Informationen:

- Kapitel 10: Kunststoffe für die Lebensmittelindustrie

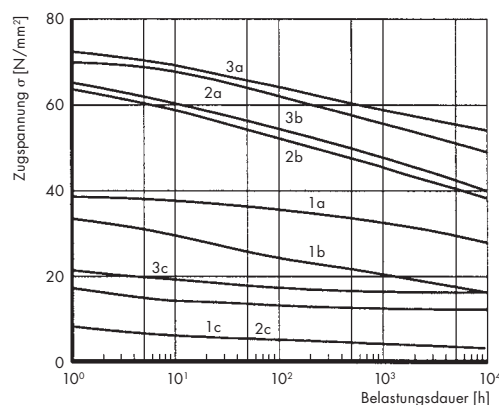
Biokompatibilität

Die Typen der Reihe LSG sind auf Biokompatibilität geprüfte Werkstoffe für Anwendungen in der Medizin, Pharma- und Biotechnik.

Weitere Informationen:

- Kapitel 11: Kunststoffe in der Medizintechnik

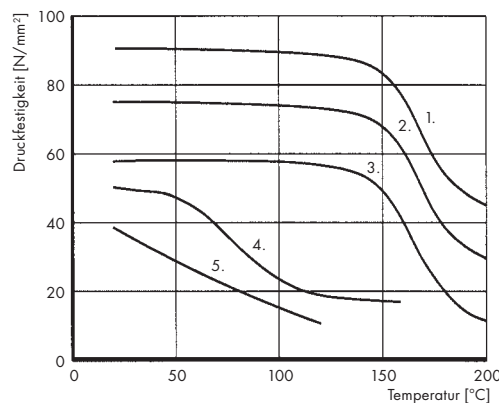
Isometrische Spannungs-Zeit-Linien von PEEK



Prüfbedingungen:

- Medium: Luft
- Dehnung: 1%
- 1a. PEEK 20 °C
- 1b. PEEK 125 °C
- 1c. PEEK 200 °C
- 2a. PEEK SL 20 °C
- 2b. PEEK SL 125 °C
- 2c. PEEK SL 200 °C
- 3a. PEEK GF30 20 °C
- 3b. PEEK GF30 125 °C
- 3c. PEEK GF30 200 °C

Druckfestigkeit bei 2% Verformung in Abhängigkeit der Temperatur



Prüfbedingungen:

- Druckversuch: nach ISO 604
- Probekörper: Ø 12 x 30 mm
- 1. PEEK GF30
- 2. PEEK SL
- 3. PEEK
- 4. PA 46
- 5. POM-C

APSOplast® PAI

Werkstoffbezeichnung: PAI

Chemische Bezeichnung: Polyamidimid

Allgemeine Beschreibung

PAI ist ein sehr biegesteifer Kunststoff mit äusserst geringer Kriechneigung und höchster mechanischer Festigkeit bei sehr hohen Temperaturen sowie ausgezeichneten Gleit- und Verschleisseigenschaften.

Merkmale und Eigenschaften

- Sehr hohe obere Gebrauchstemperaturgrenze in Luft (dauernd von –200 bis +250 °C, kurzzeitig bis +270 °C)
- Ausgezeichnete Beibehaltung der mechanischen Festigkeit, Steifigkeit und Kriechfestigkeit über einen weiten Temperaturbereich
- Sehr niedriger thermischer Längenausdehnungskoeffizient bis +250 °C (siehe Diagramm)
- Ausgezeichnetes Reibungs- und Verschleissverhalten (besonders PAI SL PLUS)
- Hervorragende UV-Beständigkeit
- Inhärente Flammwidrigkeit
- Aussergewöhnliche Beständigkeit gegen energiereiche Strahlung (Gamma- und Röntgenstrahlen)

Zu beachten ist:

- Mässig chemische Beständigkeit
- Nicht hydrolysebeständig (Heisswasser, Dampf usw.)
- Relativ grosse Feuchtigkeitsaufnahme
- Bedingt witterungsbeständig
- Nicht geeignet für den Kontakt mit Lebensmitteln

PAI SL

PAI + TiO₂ + PTFE
Farbe: ockergelb

Dieser Typ bietet die höchste Zähigkeit und Schlagfestigkeit von allen Polyamidimiden. Aufgrund seiner inhärenten hohen Temperaturbeständigkeit, hohen Dimensionsstabilität und guten Zerspanbarkeit ist dieser extrudierte PAI-Typ sehr beliebt für Präzisionsteile in Hightech-Geräten. Darüber hinaus bieten seine guten elektrischen Isoliereigenschaften zahlreiche Einsatzmöglichkeiten im Bereich elektrischer Bauteile. Für grosse Halbzeugabmessungen kann dieser Werkstoff auch im Presssinterverfahren hergestellt werden.

PAI SL PLUS

PAI + Graphit + PTFE
Farbe: schwarz

Der Zusatz von Graphit und PTFE ergibt eine höhere Verschleissfestigkeit und eine niedrigere Gleitreibungszahl im Vergleich zum ungefüllten Typ. Dieser Werkstoff bietet auch eine ausgezeichnete Dimensionsstabilität in einem weiten Temperaturbereich. Dieser Typ zeichnet sich aus in Anwendungen mit starker Verschleissbeanspruchung wie zum Beispiel Trockenlaufgleitelemente, Dichtungen, Lagerkäfige und Teile für Hubbewegungen. Für grosse Halbzeugabmessungen kann dieser Werkstoff auch im Presssinterverfahren hergestellt werden.

PAI GF30

PAI + 30% Glasfaser
Farbe: khakigrau

Dieser mit 30% Glasfasern verstärkte, gepresste Typ weist eine höhere Steifigkeit, mechanische Festigkeit und Kriechfestigkeit als der Typ PAI SL auf. Er ist sehr geeignet für Teile, die langfristig grossen statischen Belastungen im höheren Temperaturbereich ausgesetzt sind. Zusätzlich bietet PAI GF30 eine ausgezeichnete Dimensionsstabilität bis zu +250 °C, das es für Präzisionsteile, wie beispielsweise in der elektrischen und Halbleiterindustrie, sehr beliebt macht. Da die Glasfasern zu einem Abrieb der Gegenlauffläche tendieren, soll die Eignung dieses Werkstoffs als Gleitlagermaterial für jede spezifische Anwendung im Voraus sorgfältig überprüft werden.

Anwendungsgebiete und -beispiele

Chip-Aufnahmevorrichtungen

Aufnahmevorrichtungen aus PAI GF30 werden beim Prüfen von Chips eingesetzt. Aus diesem Werkstoff gefertigte Teile weisen nicht nur eine lange Lebensdauer auf, sondern gewährleisten durch Beibehaltung ihrer Dimensionsstabilität über einen breiten Temperaturbereich eine hohe Zuverlässigkeit der Prüfanschlüsse.

Elektrische Hochtemperaturstecker

PAI SL bietet aussergewöhnliche elektrische Kennwerte und eine hohe Temperaturfestigkeit.

Labyrinthdichtungen

Durch die guten tribologischen Eigenschaften von PAI SL PLUS gegenüber Stahl können z.B. bei Turboverdichtern höhere Wirkungsgrade und grössere Durchsätze erreicht werden, da eine Reduktion des Dichtungsspiels möglich ist.

Lagerkäfige

Der niedrige thermische Längenausdehnungskoeffizient und die hervorragenden Verschleisseigenschaften von PAI SL PLUS gestatten es den Herstellern, die Lagergeschwindigkeiten zu steigern, bei gleichzeitig erhöhter Lebensdauer.

Blechdosendorne

In einer Karussell-Bedruckungsanlage für Aluminium-Getränkeblechdosen werden die Dosen während des Druckens durch Dorne aus PAI SL unterstützt. Dank ihrer ausgezeichneten Dimensionsstabilität und hoher Abriebfestigkeit weisen diese Dorne eine lange Lebensdauer auf und erlauben hohe Produktionsgeschwindigkeiten.

Schieber von rotierenden Kompressoren

Ein effizienterer Betrieb und ein zuverlässigeres Langzeitverhalten machen PAI SL PLUS zum optimalen Werkstoff für Gleitschieber in rotierenden Kompressoren. Die hohe Steifigkeit und die ausgezeichnete Dimensionsstabilität des Werkstoffs, sogar bei höheren Temperaturen, gibt den Schiebern die Möglichkeit, sich ohne Blockieren in den Rotorschlitzen hin und her zu bewegen.

Becher-Schweissstütze

Diese Stützen aus PAI SL PLUS kommen in Lebensmittelverpackungsmaschinen zum Versiegeln von Kunststoff-Joghurtbechern mit einem Aluminiumdeckel zum Einsatz. Die Stützen müssen hohen Verschleissbeanspruchungen bei Temperaturen bis zu +200 °C standhalten.

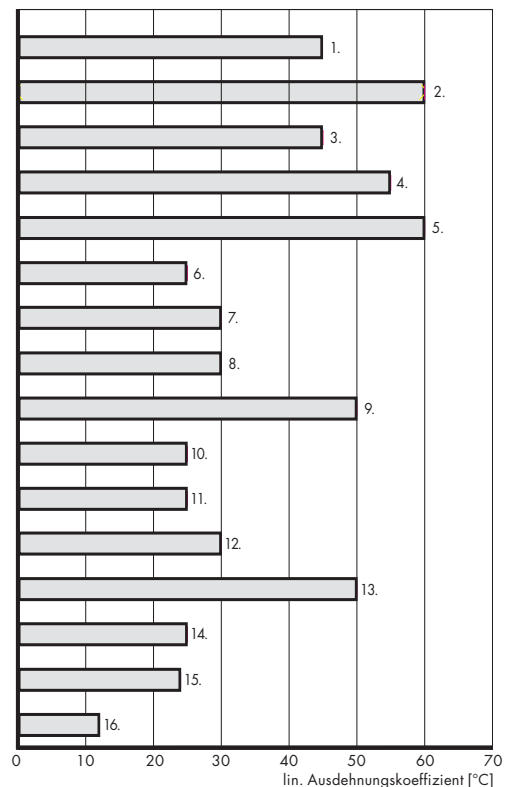
Konformität

–

Biokompatibilität

–

Linearer thermischer Ausdehnungskoeffizient diverser Hochleistungskunststoffe (Mittelwert zwischen +23 und +150 °C)



1. PTFE 500
2. PSU
3. PEI
4. PPSU
5. PPS GF SL
6. PEEK CF30
7. PEEK GF30
8. PEEK SL
9. PEEK
10. PAI GF30
11. PAI SL PLUS
12. PAI SL
13. VESPEL® SP-1
14. PBI
15. Aluminium
16. Stahl

APSOplast® PI

Werkstoffbezeichnung: PI
Chemische Bezeichnung: Polyimid

Allgemeine Beschreibung

Fertigteile und Halbzeuge aus PI (Polyimid) sind auf Anwendungen abgestimmt, die hohe thermische Stabilität, gute elektrische Eigenschaften und ein ausgezeichnetes Verschleiss- und Reibungsverhalten erfordern. Das Fehlen einer Glasübergangstemperatur oder eines Schmelzpunktes hat einen wesentlichen Einfluss auf die Produkteigenschaften und ist der Grund dafür, dass sich PI wie ein Duroplast verhält. Im Gegensatz zu den meisten anderen Werkstoffen verhält sich PI isotrop, was bedeutet, dass die typischen Eigenschaften (wie Zugfestigkeit, Dehnung und Wärmeausdehnungskoeffizient) von aus Halbzeugen spanend bearbeiteten Teilen richtungsunabhängig sind.

Merkmale und Eigenschaften

- Sehr hohe Gebrauchstemperaturgrenze in Luft (dauernd bis +288 °C und kurzzeitig bis +482 °C)
- Ausgezeichnete Beibehaltung der mechanischen Festigkeit, Steifigkeit und Kriechfestigkeit über einen weiten Temperaturbereich
- Hohe Oxidationsbeständigkeit
- Niedriger thermischer Längenausdehnungskoeffizient
- Ausgezeichnetes Reibungs- und Verschleissverhalten
- Inhärente Flammwidrigkeit
- Gute elektrische Isoliereigenschaften und günstiges dielektrisches Verhalten
- Geringe Ausgasung im Vakuum (trockenes Material)
- Gute Beständigkeit gegen energiereiche Strahlung (Gamma- und Elektronenstrahlung)
- Gute mechanische Bearbeitbarkeit
- Produktion von Fertigteilen im Direktformverfahren

Zu beachten ist:

- Nicht hydrolysebeständig
- Bedingt witterungsbeständig
- Hohe Feuchtigkeitsaufnahme
- Sehr hohes Preisniveau

VESPEL® PI SP1

PI
Farbe: braun

PI SP1 ist der ungefüllte Standardtyp mit maximaler Festigkeit und Dehnung und niedrigstem E-Modul. Zudem hat dieser Werkstoff eine geringe thermische Leitfähigkeit und optimale elektrische Eigenschaften.

VESPEL® PI SP21

PI + 15% Graphit
Farbe: anthrazit

Durch den Anteil von 15% Graphit werden der Gleitreibungskoeffizient, die Verschleissfestigkeit und die Wärmealterung verbessert. Dieser Typ eignet sich für geschmierte oder ungeschmierte Anwendungen, die geringe Reibungs- und Verschleisseigenschaften erfordern.

VESPEL® PI SP22

PI + 40% Graphit
Farbe: anthrazit

Der Zusatz von 40% Graphit verbessert das Gleitverhalten und verringert den Wärmeausdehnungskoeffizienten. Dies ist insbesondere bei Anwendungen von Bedeutung, wo ein niedriger Wärmeausdehnungskoeffizient wichtiger ist als die Festigkeit, die leicht reduziert ist.

VESPEL® PI SP211

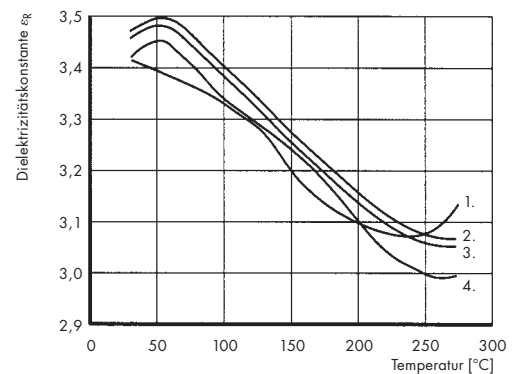
PI + 15% Graphit + 10% PTFE
Farbe: anthrazit

Der Zusatz von 15% Graphit und 10% PTFE ergibt den niedrigsten Gleitreibungskoeffizienten aller PI-Typen bei geringstem Verschleiss. Dieser Typ eignet sich für Anwendungen, bei welchen niedrige Reib- und Verschleisseigenschaften bei Temperaturen bis +150 °C gefordert sind.

VESPEL® PI SP3

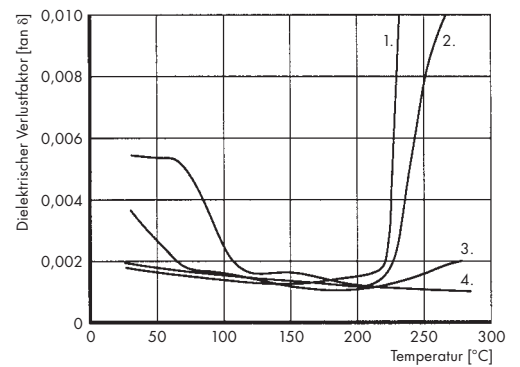
PI + 15% MoS₂
Farbe: anthrazit

Durch den Molybdändisulfidzusatz werden beste Verschleisseigenschaften in trockener Umgebung erreicht. Dies gilt besonders bei Anwendungen, die im Vakuum oder durch inerte Gase Reibung und Verschleiss unterworfen sind, wie Lager, Kolbenringe und Dichtungen.

Dielektrizitätskonstante von PI SP-1**Prüfbedingungen:**

Frequenz:

1. 10² Hz
2. 10³ Hz
3. 10⁴ Hz
4. 10⁵ Hz

Verlustfaktor PI SP-1**Prüfbedingungen:**

Frequenz:

1. 10² Hz
2. 10³ Hz
3. 10⁴ Hz
4. 10⁵ Hz

Anwendungsgebiete und -beispiele

Gleitlager

Polyimid-Gleitlager können im Vergleich zu den anderen Hochleistungskunststoffen den höchsten Druckgeschwindigkeitsbelastungen (pv) ausgesetzt werden. Darüber hinaus ist die Funktionsfähigkeit der Gleitlager aus PI über einen weiten Bereich an Temperaturen und Beanspruchungen unübertroffen, da sie ihre hervorragende Kriechfestigkeit, Abriebbeständigkeit und mechanische Festigkeit bewahren.

Dichtungsringe

In Hochtemperaturanwendungen, die Flexibilität und ein ausgezeichnetes Dichtungsverhalten erfordern, steigern Polyimide die Funktionsfähigkeit von Dichtungsringen ungemein. Der Typ SP21 ist der Standardwerkstoff für Ventilsitze, Dichtungen, Lager, Anlaufscheiben und Dichtungsringe, da er die beste Kombination aus mechanischer Festigkeit und Abriebfestigkeit bietet.

Ventilsitze

Um den Rücklauf des Hydrauliköls in einem Automatikgetriebe zu steuern, forderte der Getriebe-Rückschlagventilsitz einen präzisen Öffnungsdurchmesser von 0,38 mm. Dies konnte mit Polyimid erreicht werden. Zudem wurde der Verschleiss mit Ventilsitzen aus PI reduziert.

Stangenführungen

An einem Druckluft-Steuersystem konnte die obere Einsatztemperatur durch eine Stangenführung aus Polyimid erhöht werden. Bei einer Temperatur von +260 °C arbeitet dieser Werkstoff immer noch zuverlässig. Er bleibt selbstschmierend, hat einen geringen Reibungskoeffizienten auch bei hohen Betriebstemperaturen des Ventils und verformt bei Dauerbeanspruchung nicht.

Allgemeine Bearbeitungsverfahren

Halbzeuge aus Polyimid lassen sich aufgrund ihrer mechanischen Festigkeit, Steifigkeit und Dimensionsstabilität relativ leicht spanabhebend bearbeiten.

Direktformverfahren

Für die Grossserienfertigung von Präzisionsteilen aus Polyimid ist das Direktformverfahren besonders wirtschaftlich. Beim Direktformen werden Herstellungsverfahren verwendet, wie sie für die Produktion von Präzisionsteilen oder Rohlingen in der Pulvermetallurgie üblich sind.

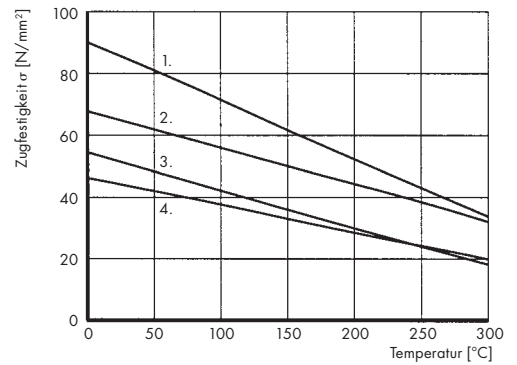
Konformität

-

Biokompatibilität

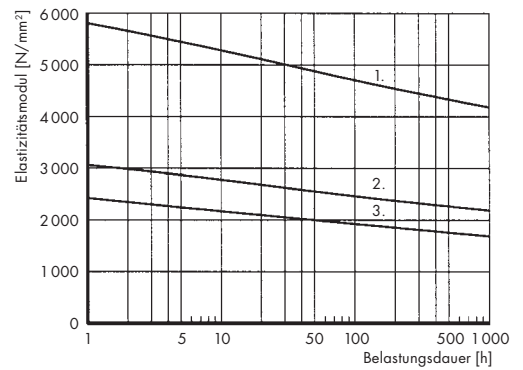
-

Zugfestigkeit von PI in Abhängigkeit der Temperatur



- 1. SP1
- 2. SP21
- 3. SP22
- 4. SP211

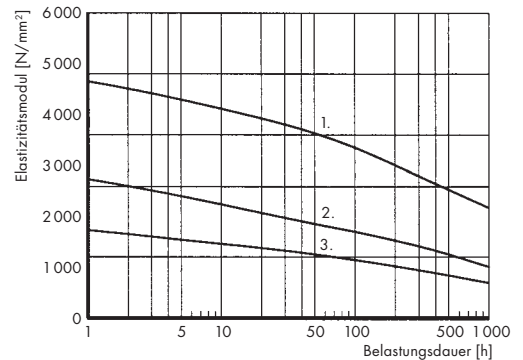
Elastizitätsmodul von PI im Langzeitverhalten



Prüfbedingungen:
 Temperatur: +100 °C
 Spezifische Belastung: 15 N/mm²

- 1. SP22
- 2. SP21
- 3. SP1

Elastizitätsmodul von PI im Langzeitverhalten



Prüfbedingungen:
 Temperatur: +300 °C
 Spezifische Belastung: 15 N/mm²

- 1. SP22
- 2. SP21
- 3. SP1

APSOplast® PBI

Werkstoffbezeichnung: PBI

Chemische Bezeichnung: Polybenzimidazol

Allgemeine Beschreibung

In der Reihe der Hochleistungskunststoffe stellt PBI den absoluten Spitzen-Hochleistungswerkstoff dar. Dank seinem einzigartigen Eigenschaftsprofil kann PBI in Bereichen, in denen andere Kunststoffe scheitern, eine Lösung bieten. Dieser Werkstoff ist sehr gefragt in der Hightech-Industrie wie beispielsweise in der Halbleiter- und der Luft- und Raumfahrtindustrie.

Merkmale und Eigenschaften

- Extrem hohe obere Gebrauchstemperaturgrenze in Luft (dauernd bis +310 °C, kurzzeitig bis +500 °C)
- Ausgezeichnete Beibehaltung der mechanischen Festigkeit, Steifigkeit und Kriechfestigkeit über einen weiten Temperaturbereich
- Sehr niedriger thermischer Längenausdehnungskoeffizient
- Ausgezeichnetes Reibungs- und Verschleissverhalten
- Inhärente Flammwidrigkeit
- Gute elektrische Isoliereigenschaften und günstiges dielektrisches Verhalten
- Geringe Ausgasung im Vakuum (trockenes Material)
- Hohe ionische Sauberkeit
- Ausgezeichnete Beständigkeit gegen energiereiche Strahlung (Gamma- und Röntgenstrahlen)

Zu beachten ist:

- Nicht hydrolysebeständig
- Mässige chemische Beständigkeit
- Hohe Feuchtigkeitsaufnahme
- Die hohe Materialhärte erschwert die spanende Bearbeitbarkeit
- Sehr hohes Preisniveau

PBI

Farbe: schwarz

Es bietet die höchste Temperaturbeständigkeit und die beste Beibehaltung der mechanischen Eigenschaften von allen unverstärkten Hochleistungskunststoffen. PBI ist ionisch sehr sauber und gast nicht aus (trockenes Material). Dank seinem einzigartigen Eigenschaftsprofil kann PBI in Bereichen, in denen andere Kunststoffe scheitern, eine Lösung bieten. Das Material ist sehr gefragt in der Hightech-Industrie wie beispielsweise in der Halbleiter- und der Luft- und Raumfahrtindustrie. In diesen Bereichen wird PBI in erster Linie für kritische und komplizierte Komponenten verwendet, um Wartungskosten zu reduzieren und somit wertvolle Betriebszeit bei der Herstellung zu gewinnen.

Anwendungsgebiete und -beispiele

Hochtemperatur-Isolatoren

Hülsen aus PBI, welche im Heisskanalsystem von Spritzgiesswerkzeugen eingesetzt werden, halten den aufgeschmolzenen Kunststoff im Schmelzezustand, während das Formteil in der gekühlten Werkzeugform erstarrt. Die Hülsen besitzen eine längere Lebensdauer und sind einfacher zu reinigen, da die geschmolzene Kunststoffformmasse nicht an der PBI-Hülse klebt.

Elektrische Stecker

Um die Sicherheit zusätzlich zu erhöhen, ersetzte ein Flugzeugmotorenhersteller die aus PI (Polyimid) gefertigten Stecker, welche bei einer Temperatur von über +205 °C ausgesetzt wurden, durch den Werkstoff PBI (Polybenzimidazol).

Ventilsitze von Kugelhähnen

Ventilsitze aus PBI eignen sich besonders für Anwendungen im Bereich von Hochtemperaturflüssigkeiten.

Klemmringe

Teile, die für Gasplasma-Ätzeinrichtungen aus PBI hergestellt wurden, sind aufgrund der verminderten hochenergetischen Abtragungsraten haltbarer als PI-(Polyimid-)Teile. Damit erhöhen PBI-Teile die Standzeit und damit die Verfügbarkeit Ihrer Maschinen.

Kontaktteile bei Lampen

Hersteller von weiss glühenden und fluoreszierenden Lampen setzen im Hochtemperaturbereich Kontaktteile wie Saugnäpfe, Greifer oder Halter aus PBI ein. Gegenüber PI (Polyimid) bietet PBI eine höhere Temperaturbeständigkeit, eine bessere Abriebfestigkeit sowie eine längere Lebensdauer. Zudem reduzieren die Kontaktteile aus PBI im Vergleich zu den häufig eingesetzten keramischen Werkstoffen den Ausschuss (wie Glasbruch).

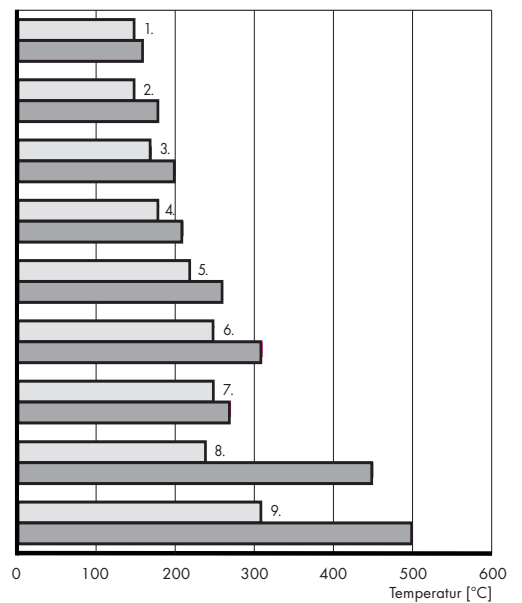
Konformität

–

Biokompatibilität

–

Zulässige Verwendungstemperatur in Luft



- 1. PVDF 1000
 - 2. PSU
 - 3. PEI
 - 4. PPSU
 - 5. PPS GF SL
 - 6. PEEK
 - 7. PAI SL
 - 8. VESPEL® SP1
 - 9. PBI
- im Langzeiteinsatz (min. 20 000 h)
 im Kurzzeiteinsatz (einige Stunden)

APSOplast® PTFE	7.1 – 7.4
APSOplast® PTFE HP	7.5 – 7.8
APSOplast® PVDF	7.9 – 7.10
APSOplast® PCTFE	7.11 – 7.12
APSOplast® ECTFE	7.13
APSOplast® FEP	7.14 – 7.15
APSOplast® PFA	7.16 – 7.17

APSOplast® PTFE

Werkstoffbezeichnung: PTFE

Chemische Bezeichnung: Polytetrafluorethylen

Allgemeine Beschreibung

PTFE (Polytertrafluorethylen) ist ein Polymer mit linearer makromolekularer Struktur, entstanden durch Polymerisation von Tetrafluorethylen. Oberhalb des Schmelzpunktes bei +327 °C geht PTFE in einen gelartigen Zustand über. Seine hohe Viskosität wie auch seine hohe Scherempfindlichkeit lassen keine thermoplastische Verarbeitung gemäss den traditionellen Techniken wie Spritzguss und Schneckenextrusion zu. PTFE wird kalt formgepresst und anschliessend gesintert. PTFE darf aufgrund der einzigartigen Kombination exzellenter Eigenschaften als technischer Kunststoff besonderer Güteklasse bezeichnet werden.

Merkmale und Eigenschaften

- Hohe obere Gebrauchstemperaturgrenze in Luft und ausgezeichnete Tieftemperaturbeständigkeit (dauernd von –260 bis +260 °C)
- Ausgezeichnete chemische und Hydrolysebeständigkeit
- Gute elektrische Isoliereigenschaften
- Ausgezeichnete dielektrische Eigenschaften
- Hervorragende UV- und Witterungsbeständigkeit
- Inhärente Flammwidrigkeit
- Extrem niedriger Gleitreibungskoeffizient (niedrigster aller Feststoffe)
- Antiadhäsive Oberflächeneigenschaften
- PTFE virginale sowie auch modifizierte Typen sind geeignet für den Kontakt mit Lebensmitteln

Zu beachten ist:

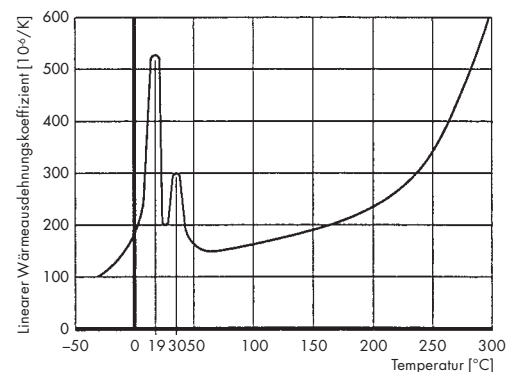
- PTFE rein (ungefüllt) ist aufgrund seines niedrigen Elastizitätsmoduls und seiner geringen Härte mechanisch nur geringfügig belastbar (Kaltfluss)
- PTFE rein (ungefüllt) ist nicht verschleissfest, im Gegensatz zu den gefüllten Typen, welche verschleissfester sind

Die Tatsache, dass PTFE aus Feinstpulver als Press-Sinterteil verarbeitet wird, ergibt ideale Voraussetzungen für die Herstellung von Compounds. PTFE-Legierungen werden deshalb zur Erreichung ganz spezifischer Eigenschaften mit meist anorganischen Füllstoffen, z.B. Metallpulvern, gefüllt. Die Standardmischungen der PTFE-Compounds weisen also bezüglich mechanisch-thermischen Verhaltens wesentliche Vorzüge auf:

- Erhöhung der Verschleissfestigkeit
- Geringere Verformung unter Last
- Geringere thermische Längendehnung
- Höhere thermische Leitfähigkeit

PTFE-Werkstoffe können dauernden Betriebstemperaturen bis +260 °C und bei geringster mechanischer Beanspruchung auch kurzzeitig Spitzentemperaturen von +280 °C ausgesetzt werden. In diesem Temperaturbereich findet noch kein Abbau der Struktur (Depolymerisation) statt, welcher die Eigenschaften verändern könnte. Selbst im Tieftemperaturbereich bis –200 °C bleiben Flexibilität und Bruchdehnung nahezu erhalten. Der Wärmeausdehnungskoeffizient von PTFE erreicht bei der Glasübergangstemperatur bei +19 °C eine Spitze (siehe nachfolgendes Diagramm) und erreicht Werte, welche sonst nur bei Hochtemperaturen erzielt werden. Diese Volumenveränderung beträgt bei gefüllten Typen 0,5 bis 1%.

Einfluss der Temperatur auf die thermische Längendehnung bei PTFE rein



APSOplast® PTFE

Farbe: weiss

Die vielseitigen Eigenschaften von virginalem, ungefülltem PTFE sind vor allem gefragt für Antiadhäsiv-Beschichtungen, für Gleifunktionen mit extrem niedrigen Reibwerten, als Dielektrikum für den Hochspannungs- und HF-Bereich, im Direktkontakt mit aggressiven Chemikalien und Lebensmitteln.

APSOplast® PTFE 125**APSOplast® PTFE GF25 FDA**

PTFE + 25% Glasfaser

Farbe: beige

Die Glasfasern bewirken eine höhere Druckfestigkeit, vor allem interessant im höheren Temperaturbereich. Die chemische Beständigkeit ist nur unwesentlich eingeschränkt. Die dielektrischen wie auch Antihalt-Eigenschaften sind gegenüber PTFE rein etwas gemindert. Für Gleifunktionen im Trockenlauf gegen weiche Stahlgleitpartner ist dieser Typ ungeeignet wegen der abrasiv wirkenden Glasfasern. Dieser Werkstoff ist eher für statische Anwendungen geeignet.

Der Typ PTFE GF25 FDA eignet sich für den Kontakt mit Lebensmitteln.

APSOplast® PTFE 225

PTFE + 25% Kohlepulver

Farbe: schwarz

Der Kohlefüllstoff verleiht dem PTFE neben einer erhöhten Druck- und Verschleissfestigkeit ein sehr gutes Gleitverhalten im Trocken- und Nasslauf. Es ist zudem thermisch und elektrisch leitfähig. Die chemische Beständigkeit ist nur unwesentlich eingeschränkt. Allerdings ist dem geringfügig anfallenden schwarzen Kohleabrieb Beachtung zu schenken.

Dieser Werkstoff ist der Standardtyp für Teile mit Gleifunktionen.

APSOplast® PTFE 660

PTFE + 60% Bronze

Farbe: bronze

Der hohe Füllstoffanteil ergibt eine wesentlich verbesserte Druckfestigkeit und Dimensionsstabilität. Für einen absoluten Trockenlauf ist dieser Typ nicht empfehlenswert, dagegen aber bei teilschmierenden Flüssigkeiten wie z.B. Hydrauliköl. Die chemische Beständigkeit ist durch den Füllstoff stark eingeschränkt.

APSOplast® PTFE 904

PTFE + Glasfaser + Metalloxid

Farbe: hellblau

Im Verhalten ähnlich wie der Typ PTFE 125, wird jedoch häufig eingesetzt als verschleissarmes Gleitlager bei gehärteten Wellen für niedrige pv-Werte. (Die blaue Farbe ist nicht ausfärbend!)

APSOplast PTFE 207

PTFE + Glimmer
Farbe: weiss

Die Zusammensetzung der für die Herstellung von PTFE 207 verwendeten Rohstoffe entspricht den Richtlinien der Europäischen Union und den Vorschriften der amerikanischen FDA hinsichtlich Lebensmittelkompatibilität. In Kombination mit der inhärenten, herausragenden, chemischen wie auch Hydrolysebeständigkeit von PTFE und einer guten mechanischen Tragfähigkeit eröffnet dieser Werkstoff zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten in der Lebensmittel-, pharmazeutischen und medizin-technischen Industrie.

APSOplast® PTFE 500

PTFE + Glimmer
Farbe: elfenbein

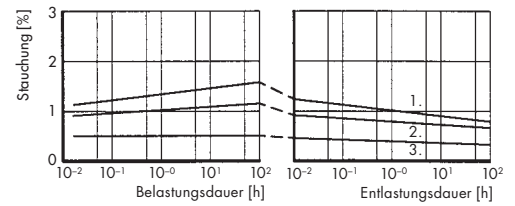
Dieser Typ weist eine neunmal geringere Verformung unter Last auf als ungefülltes PTFE (geprüft gemäss ASTM D 621 ; Druckspannung von 14 MPa bei 50 °C). Sein thermischer Längenausdehnungskoeffizient geht fast an die Ausdehnungsrate von Aluminium heran und beträgt ein Fünftel des ungefüllten PTFE. PTFE 500 ist auch wesentlich härter als ungefülltes PTFE, verfügt jedoch bei fast gleicher Reibungszahl über einen besseren Verschleisswiderstand und greift die meisten Gleitpartner nicht an.

APSOplast® PTFE EC

PTFE elektrostatisch ableitend
Farbe: schwarz

Verstärkt mit einem spezifischen synthetischen Glimmer, bietet PTFE EC eine ausgezeichnete Kombination niedriger Reibungszahl, guter Dimensionsstabilität und statischer Ableitungsfähigkeit. Immer wenn virginales PTFE zu Problemen durch elektrische Entladungen führt, gewährleistet PTFE EC eine kontrollierte Ableitung statischer Aufladungen bei gleichzeitiger Beibehaltung typischer PTFE-Eigenschaften, wie hervorragender chemischer Beständigkeit, Temperaturbeständigkeit und einer niedrigen Reibungszahl.

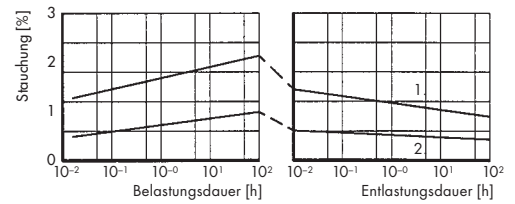
Zeitstand-Druckversuch von PTFE rein in Abhängigkeit von der Belastungszeit und nachfolgender Entlastung



Prüfbedingungen:

Temperatur: +20 °C

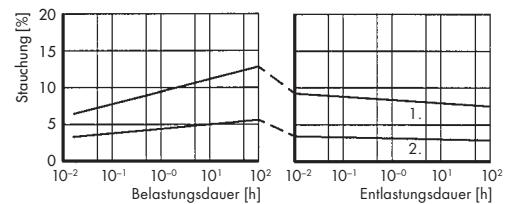
- 1. 5 N/mm²
- 2. 3 N/mm²
- 3. 1 N/mm²



Prüfbedingungen:

Temperatur: +100 °C

- 1. 5 N/mm²
- 2. 3 N/mm²



Prüfbedingungen:

Temperatur: +150 °C

- 1. 5 N/mm²
- 2. 3 N/mm²

Anwendungsgebiete und -beispiele

Maschinenbau

PTFE gelangt – meist gefüllt – dank seiner Antifrikions- und Gleiteigenschaften vorwiegend als Büchsen, Gleitlager, Gleitführungen, Gleitringe, Kolbenringe an Trockenlaufkompressoren, Sitzventile und Dichtelemente zum Einsatz.

Hochspannungstechnik und Elektronik

Hier wird PTFE virginal eingesetzt für Hauptverwendungen wie: Dachisolatoren von Lokomotiven, Bürstenträger für Traktionsmotoren usw.

Chemieapparatebau und Lebensmittelsektor

Hier findet man Anwendungen meist für PTFE virginal für Pumpen- und Ventilgehäuse, Auskleidungen, Membranen, Tauchrohre, Gleitlager, Dichtungselemente, Faltenbälge, Führungen, Gleitbahnen, Rutschen, Antihafbeläge usw.

Hoch- und Tiefbau

PTFE kommt als Auflagerplatte für Längendilatationslager für Brücken, Stahlkonstruktionen, Gebäude, Fassaden, Rohrleitungen usw. zum Einsatz.

Off-Shore

PTFE 904 wird hier als Gleitbahnbelag beim Bau oder Stapellauf von Konstruktionen von Off-Shore-Erdölplattformen eingesetzt.

Labyrinthdichtungen

Dichtungen mit Einlaufschichten in Turbomaschinen, die aus PTFE 500-Stangen hergestellt werden, sind in aggressiven chemischen Umgebungen sehr zuverlässig bei gleichzeitig äusserst wirtschaftlicher Betriebsweise.

Lagerbuchsen für Geschirrspülersprüharm

Diese Lagerbuchsen aus PTFE 207 bieten eine bis zu 20-jährige Lebensdauer und sind FDA-konform.

Dichtringe für Kraftübertragungen und Servolenkungen

Die wichtigsten europäischen Automobilhersteller wählten PTFE 500 gegenüber anderen gefüllten PTFE-Ringen aufgrund der verbesserten Leistungswerte und der Lebensdauer aus.

Ventilsitze

Ventilsitze, die aus PTFE 207 hergestellt wurden, zeichnen sich in Dampf- und Heissluftanwendungen aufgrund ihrer Undurchlässigkeit, der hervorragenden Massstabilität und der geringen Verschleissrate aus.

Konformität

PTFE, der Sondertyp PTFE GF25 FDA sowie PTFE 207 eignen sich für den Kontakt mit Lebensmitteln.

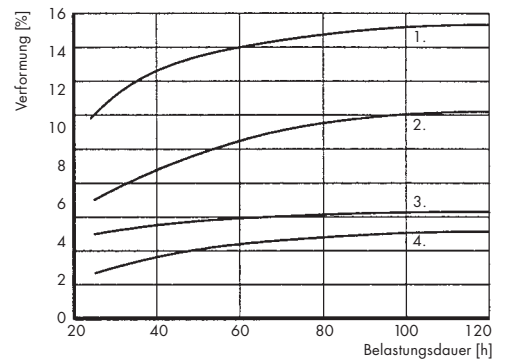
Weitere Informationen:

– Kapitel 10: Kunststoffe für die Lebensmittelindustrie

Biokompatibilität

–

Kriechdehnung verschiedener PTFE-Compounds

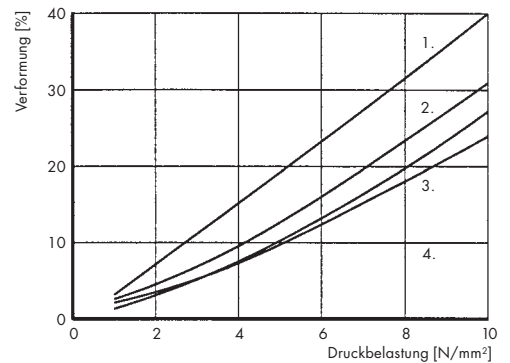


Prüfbedingungen:

- Raumtemperatur
- konstante Belastung: 13,7 N/mm²

1. PTFE rein
2. PTFE 125
3. PTFE 225
4. PTFE 660

Verformung verschiedener PTFE®-Compounds



Prüfbedingungen:

- Temperatur: +150 °C
- Belastungsdauer: 100h
- konstante Belastung von 13,7 N/mm²

1. PTFE 125
2. PTFE 904
3. PTFE 660
3. PTFE 225

APSOplast® PTFE HP

Werkstoffbezeichnung: PTFE HP

Chemische Bezeichnung: Polytetrafluorethylen-Compound

Allgemeine Beschreibung

Der Markenname PTFE HP steht für eine Reihe von Fluorkunststoff-Hochleistungscompounds, basierend auf der Matrix PTFE. Der Aufbau von PTFE HP ist identisch mit demjenigen der PTFE-Standardreihe. Hingegen führt die gezielte Formulierung von PTFE mit organischen oder anorganischen Füllstoffen und Additiven sowie deren homogene Compoundierung und einer speziellen Verarbeitung zu hochwertigen Kunststofflegierungen speziell für tribologische Funktionen. In diesen tribologischen Funktionen liegen die Hauptvorteile von PTFE HP, welche dazu beitragen, dass diese Sondercompounds bevorzugt für trocken laufende Gleitelemente eingesetzt werden. Die Werte der Gleitreibungskoeffizienten wie auch des Gleitverschleisses können aus den technischen Tabellen entnommen werden. Sie dienen zum Quervergleich innerhalb der PTFE-Compounds und haben für konkrete Anwendungsbeispiele lediglich Richtwertcharakter.

Merkmale und Eigenschaften

- Optimale Eignung für Gleit- und Dichtelemente im Trockenlaufbetrieb
- Extrem niedriger Gleitreibungskoeffizient
- Hohe obere Gebrauchstemperaturgrenze in Luft und ausgezeichnete Tieftemperaturbeständigkeit (dauernd von -260 bis $+260$ °C)
- Hohe Verschleißfestigkeit (entsprechend dem Typ)
- Ausgezeichnete chemische und Hydrolysebeständigkeit (entsprechend dem Typ)
- Geeignet im Kontakt mit Lebensmitteln (entsprechend dem Typ)
- Hohe Wärmeleitfähigkeit, antistatisch (entsprechend dem Typ)

Zu beachten ist:

- Typen mit abrasiven anorganischen Füllstoffen verlangen gehärtete Stahl-Gegenläufigkeiten

APSOplast® PTFE HP 102

PTFE + Glasfaser + Polymer + Additive
Farbe: dunkelgelb

Niedriger Gleitreibungskoeffizient, hohe Verschleissfestigkeit, im Vergleich mit PTFE + Glasfasern relativ verschleissarm für Gleitpartner, gute chemische Beständigkeit.

Achtung: In feuchter und nasser Umgebung erhöht sich das Verschleissverhalten.

APSOplast® PTFE HP 107

PTFE + Kohlefaser
Farbe: schwarz

Dieses mit Kohlefasern verstärkte PTFE besitzt einen besonders niedrigen Gleitreibungskoeffizienten und hohe Verschleissfestigkeit speziell im Nasslauf. Dieser Typ eignet sich auch für nicht gehärtete Reibpartner, hat gute mechanische Eigenschaftswerte und ausgezeichnete Flexibilität sowie gute chemische Beständigkeit und ist zudem wärmeableitend.

APSOplast® PTFE HP 108

PTFE + Glasfaser + Metalloxid
Farbe: dunkelrot

Niedriger Gleitreibungskoeffizient und sehr hohe Verschleissfestigkeit, erhöhte Druckfestigkeit, geeignet für den universellen Einsatz von Trockenlaufslagern mit gehärtetem Gleitpartner, gute elektrische Isolationseigenschaften.

Achtung: Erhöhter Verschleiss in feuchter Umgebung als bei PTFE HP 102.

APSOplast® PTFE HP 110

PTFE + Kohlepulver + Graphit
Farbe: schwarz

Niedriger Gleitreibungskoeffizient und hohe Verschleissfestigkeit bei erhöhter Druckfestigkeit, wärmeableitend, antistatisch, geeignet für Gleitfunktionen in feuchter, nasser oder chemisch aggressiver Umgebung, geeignet auch für nicht gehärtete Gleitpartner-Oberflächen. Zudem weist PTFE HP 110 die universellste chemische Beständigkeit aller PTFE-HP-Typen auf.

APSOplast® PTFE HP 114

PTFE + Bronze + MoS₂
Farbe: dunkelbraun

Niedriger Gleitreibungskoeffizient und hohe Verschleissfestigkeit, höhere Druckbelastung zulässig, hohe Dimensions- und Dauerwärmeformbeständigkeit, wärmeableitend. Für hochbelastete Gleitelemente oder Dichtungen mit minimaler Schmierung wie z.B. Führungs- und Kolbenringe, Ventilschieber usw. in Hydrauliksystemen.

Achtung: Nur bedingt für Trockenlauf verwendbar, nicht empfohlen für wässrige Umgebung, eingeschränkte chemische Beständigkeit.

APSOplast® PTFE HP 115

PTFE + Polymer
Farbe: hellgelb

Extrem niedriger Gleitreibungskoeffizient und hohe Verschleissfestigkeit, erhöhte Druckfestigkeit, hohe Flexibilität und Zugfestigkeit, ausgezeichnete dielektrische Eigenschaften.

APSOplast® PTFE HP 117

PTFE + Langkohlefasern
Farbe: schwarz

Dieser Typ ist allen anderen HP-Typen bezüglich Druckfestigkeit, Kaltfluss, Steifigkeit und Biege-E-Modul überlegen. Sehr hohe Verschleissfestigkeit und niedriger Gleitreibungskoeffizient, antistatisch.

APSOplast® PTFE HP 118

PTFE + Polymer + Kohlepulver + Graphit + MoS₂
Farbe: dunkelgrau

Sehr niedriger Gleitreibungskoeffizient, hohe Verschleissfestigkeit und Steifigkeit, sehr verschleissarm für selbst weichste Gleitpartner, antistatisch und wärmeableitend, auch geeignet für feuchte und nasse Umgebung.

APSOplast® PTFE HP 123

PTFE + Graphit
Farbe: schwarz

Niedrigster Gleitreibungskoeffizient aller HP-Typen, jedoch im Trockenlauf nur mässig verschleissfest, sehr verschleissarm für weiche Gleitpartner-Oberflächen, im Nasslauf gute Verschleissfestigkeit, antistatisch und wärmeableitend.

APSOplast® PTFE HP 125**APSOplast® PTFE HP 128**

PTFE + Polymer
Farbe: crème

Sehr niedriger Gleitreibungskoeffizient und gute Verschleissfestigkeit, sehr verschleissarm für weiche Gleitpartner-Oberflächen, gute mechanische Festigkeit, chemisch inert, gute dielektrische Eigenschaften. PTFE HP 128 besitzt gegenüber HP 125 einen höheren Anteil an Polymerfüllstoff, was ihm eine verbesserte Druckfestigkeit verleiht.

Anwendungsgebiete und -beispiele

Maschinenbau

PTFE HP 102 eignet sich für Trockenlaufanwendungen von Lagerbüchsen, Gleitelementen, Gleitringdichtungen für O₂-Kompressoren, Gleitbeläge für Greiferwebmaschinen usw.

PTFE HP 107 eignet sich für Gleitelemente in feuchter oder nasser wie auch in chemisch aggressiver Umgebung, Führungsringe für Pneumatikbremszylinder an Eisenbahnwagen, Pumpengleitlager, Dichtungselemente usw.

PTFE HP 108 eignet sich als Standardtyp für Trockenlauf-Gleitelemente für gehärtete Reibpartner-Oberflächen im Maschinenbau wie auch für Schlittenführung an Werkzeugmaschinen.

PTFE HP 110 eignet sich für Trockenlauf-Gleitelemente aller Art wie z.B. Führungsringe für ölfreie Kolbenkompressoren oder Stossdämpfer.

PTFE HP 114 eignet sich für hochbelastbare Gleitelemente oder Dichtungen mit minimaler Schmierung wie z.B. Führungs- und Kolbenringe, Ventilschieber in Hydrauliksystemen.

PTFE HP 115 eignet sich optimal für Trockenlauf-Gleitelemente auf weichen Gleitpartnern wie Edelstahl.

PTFE HP 117 ist geeignet für hochbelastbare Gleitlager, Führungen und Dichtelemente wie z.B. Kolbenringe für Trockenlaufkompressoren mit Federvorspannungscharakteristik.

PTFE HP 118 eignet sich für Gleitelemente und Dichtungen im Trocken- und Nasslauf wie z.B. Kolbenringe, Topfmanschetten, Lippendichtungen im Kontakt mit weichen Gleitpartner-Oberflächen.

PTFE HP 123 eignet sich für Gleit- und Dichtelemente im Nass- und Trockenlauf, wo geringe Reibung und Schonung des Gleitpartners gefragt ist.

PTFE HP 125 und HP 128 eignen sich für den Kontakt mit Lebensmitteln und somit für Gleitanwendungen in diesem Bereich.

Konformität

PTFE HP 125 und HP 128 eignen sich für den Kontakt mit Lebensmitteln.

Weitere Informationen:

– Kapitel 10: Kunststoffe für die Lebensmittelindustrie

Biokompatibilität

–

APSOplast® PVDF

Werkstoffbezeichnung: PVDF**Chemische Bezeichnung:** Polyvinylidenfluorid**Allgemeine Beschreibung**

PVDF ist ein unverstärktes, hochkristallines Fluorpolymer, das gute mechanische, thermische und elektrische Eigenschaften mit einer ausgezeichneten Chemikalienbeständigkeit vereint. Seine Eigenschaften machen PVDF zu einem vielseitigen Konstruktionswerkstoff, der vor allem in der petrochemischen, chemischen, metallurgischen, pharmazeutischen, Nahrungsmittel-, Papier-, Textil- und Nuklearindustrie Anwendung findet. Von entscheidender Bedeutung sind die ausgezeichneten Schweißeigenschaften und die thermoplastische Verarbeitbarkeit. PVDF lässt sich auf korrosionsgeschützten Maschinen extrudieren und spritzgießen.

Merkmale und Eigenschaften

- Hohe obere Gebrauchstemperatur in Luft (bis +150 °C dauernd)
- Gute mechanische Festigkeit, Steifigkeit und Kriechfestigkeit (besser als andere Fluorpolymere)
- Ausgezeichnete chemische und Hydrolysebeständigkeit
- Hohe Zähigkeit, auch bei niedrigen Temperaturen
- Hohe Verschleissfestigkeit
- Hohe Dimensionsstabilität
- Geeignet für den Kontakt mit Lebensmitteln
- Gute elektrische Isoliereigenschaften
- Gute dielektrische Eigenschaften
- Hervorragende UV- und Witterungsbeständigkeit
- Inhärente Flammwidrigkeit (UL 94 V-0)
- Ziemlich gute Beständigkeit gegen energiereiche Strahlung (viel besser als andere Fluorpolymere)

Zu beachten ist:

- Das Gleitverhalten und das elektrische Isolierverhalten sind gegenüber reinem PTFE etwas schlechter
- Bedingte Verklebbarkeit

APSoplast® PVDF

Farbe: natur (weiss)

PVDF wird dort eingesetzt, wo absolute Sicherheit in Hightech-Anwendungen Voraussetzung ist. PVDF überzeugt durch exzellente chemische und thermische Beständigkeit und antiadhäsive Oberfläche. PVDF steht in der chemischen Industrie für höchsten Korrosionsschutz und in der Halbleiterindustrie oder in der Pharmazie für den absolut kontaminationsfreien Transport hochreiner Medien.

APSoplast® PVDF ED

Farbe: natur

Elektrisch leitfähige Qualität

Anwendungsgebiete und -beispiele**Chemieapparatebau, Armaturenbau, Elektrotechnik**

Anwendungen von PVDF liegen im Bereich:

Auskleidungen von Reaktoren, Tanks, Behälter für Chemikalien, Pumpen- und Ventiltteile, Filterteile, Armaturen, Flanschen, Schieber, Führungen, Isolierungen, Zahnräder, Gehäuse, lötbare Isolationen, Zellstoff- und Papierindustrie, Halbleiter-Prozessstation usw.

Konformität

PVDF eignet sich für den Kontakt mit Lebensmitteln.

Weitere Informationen:

– Kapitel 10: Kunststoffe für die Lebensmittelindustrie

Biokompatibilität

–

APSOplast® PCTFE

Werkstoffbezeichnung: PCTFE**Chemische Bezeichnung:** Polychlorotrifluorethylen**Allgemeine Beschreibung**

PCTFE (Polychlorotrifluorethylen) ist ein teilkristallines Polymer, das sich in Form eines starren Materials in leicht gelblicher oder weiss durchscheinender Farbe bzw. transparent je nach dem angewendeten Fabrikationsprozess präsentiert. PCTFE besitzt gegenüber PTFE eine bedeutend grössere Härte und Formstabilität und ist der härteste Kunststoff aller Fluorkunststoffe. Selbst im hohen Minustemperaturbereich von -255 °C behält er seine ausgezeichnete Formstabilität bei, ferner hat er die geringste Gasdurchlässigkeitsrate. PCTFE lässt sich mittels Spritzgiessen, Strangpressen und Extrusion thermoplastisch verarbeiten.

Merkmale und Eigenschaften

- Sehr grosser Temperatureinsatzbereich, selbst bei extrem niedrigen Temperaturen von -255 bis $+150\text{ °C}$ (kurzfristig bis $+200\text{ °C}$)
- Sehr gute mechanische Beständigkeit, vor allem bei Druckbelastung geringes Kriechen
- Nicht entflammbar, selbst bei hoher Sauerstoffkonzentration (Grenze Sauerstoffindex 100%)
- Hohe chemische Beständigkeit gegen Mineralsäuren sowie eine Vielzahl von organischen Säuren
- Hervorragende Alterungsbeständigkeit
- Praktisch keine Feuchtigkeitsaufnahme und dadurch sehr dimensionsstabil
- Undurchlässigkeit gegen Wasser und Wasserdampf

Zu beachten ist:

- Bedingt geeignet für Gleifunktionen
- Bedingte Verklebbarkeit

APSOplast® PCTFE

Farbe: natur (weiss)

Dank seiner aussergewöhnlichen Eigenschaftskombination hat PCTFE Eingang in zahlreiche Industrie-sektoren wie Cryogenie und andere Anwendungen bei sehr niedrigen Temperaturen, Nukleartechnik, Chemie, Medizin, Militär, Elektrotechnik und Elektronik sowie in der Luft- und Raumfahrt gefunden.

Anwendungsgebiete und -beispiele**Cryogenie (Tiefsttemperaturbereich)**

PCTFE eignet sich hervorragend zum Einsatz in Gegenwart von flüssigem Gas, insbesondere Luft und flüssigem Sauerstoff. Anwendungen: Verbindungsstücke, Pumpenkörper, Armaturen, Sitze, Ventilkappen, Isolier-einheiten, Wellendichtringe, Dichtringe und Kolbendichtungen usw. Im weitesten Sinne kann PCTFE bei allen Anlagen, die in grosser Kälte arbeiten, eingesetzt werden. PCTFE ist vor allem als Werkstoff für Verbindungs-stücke in Ferngasleitungen in grösster Kälte (Sibirien, Alaska) geeignet.

Medizinal-, Pharma- und Laborbereich

Aufgrund der Beständigkeit gegen UV-Strahlen und X-Strahlen sowie der Unempfindlichkeit und Undurch-lässigkeit gegenüber Sauerstoff kann PCTFE zum Schutz medizinischer und pharmazeutischer Produkte vor Sauerstoff oder bei Verpackungen, die sterilisiert werden sollen, eingesetzt werden. Anwendungen: Verschiedene Teile von Diagnosegeräten, Blutanalyseeinrichtungen, Ansatzstücke für Spritzen usw.

Elektrotechnik

Aufgrund der guten elektrischen Eigenschaften in Verbindung mit der ausgezeichneten Alterungsbeständig-keit und der Feuchtigkeitsaufnahme von gleich null ist PCTFE ein Werkstoff für Mikrobauteile in Elektrotechnik und Elektronik. Diese Bauteile verfügen über hohe Zuverlässigkeit beim Einsatz in maritimer, tropischer und korrosiver Umgebung. Darüber hinaus ist dank der hohen Wärmebeständigkeit der ständige Einsatz von LötKolben ohne Verformung des Verbindungsteils möglich. Wichtigste Anwendungen in diesem Sektor sind Stromschienen, Spindeln, Coaxialstecker, Antennentürme, Verbindungsstücke für optische Fasern usw.

Konformität

–

Biokompatibilität

–

APSOplast® ECTFE

Werkstoffbezeichnung: ECTFE

Chemische Bezeichnung: Ethylen-Chlortrifluorethylen

Allgemeine Beschreibung

ECTFE ist ein teilkristallines Co-Polymerisat aus Ethylen und Chlortrifluorethylen. Der Fluorkunststoff besitzt neben guten mechanischen, elektrischen und thermischen Eigenschaften eine ausgezeichnete chemische Resistenz. ECTFE ist im Spritzguss und der Extrusion thermoplastisch verarbeitbar.

Merkmale und Eigenschaften

- Hohe Bruchdehnung
- Sehr hohe Schlagzähigkeit
- Gute Spannungsrissbeständigkeit auch im Kontakt mit Laugen, Chlor und alkalischen Medien
- Geringe Permeation von Flüssigkeiten, Gasen und Dämpfen
- Sehr gut witterungs- und strahlenbeständig
- Geringer Wärmeausdehnungskoeffizient im Vergleich zu anderen Fluorkunststoffen

APSOplast® ECTFE

Farbe: natur

Anwendungsgebiete und -beispiele

Die Anwendungsgebiete dieses vielseitigen Werkstoffes sind vor allem bei thermisch und chemisch hoch belasteten Komponenten in der chemischen, pharmazeutischen Halbleiter- und Solarindustrie zu finden. ECTFE wird ausserdem für korrosionsbeständige Beschichtungen und Auskleidungslaminat im Rohr- und Leitungsbau in der chemischen Industrie eingesetzt.

Konformität

–

Biokompatibilität

–

APSOplast® FEP

Werkstoffbezeichnung: FEP

Chemische Bezeichnung: Fluorethylenpropylen

Allgemeine Beschreibung

FEP entsteht durch Copolymerisation von Tetrafluorethylen und Hexafluorpropylen, sein Kohlenstoffgerüst ist wie bei PTFE vollständig von Fluoratomen umgeben. Bei FEP handelt es sich um einen Thermoplasten, der in den klassischen Formen der Thermoplastverarbeitung wie Schneckenextrusion, Spritzgiessen sowie Blasextrusion verarbeitet werden kann. FEP lässt sich thermisch formen und ist leicht schweisssbar.

Merkmale und Eigenschaften

- Sehr grosser Temperatureinsatzbereich (dauernd von –190 bis +205 °C)
- Hohe Zähigkeit und Flexibilität, auch bei niedrigen Temperaturen zeichnet sich FEP durch eine sehr hohe Schlagfestigkeit aus
- FEP besitzt eine geringe Durchlässigkeit gegenüber Gasen und Chemikalien, es verfügt praktisch über keine Wasseraufnahme (kleiner 0,01%)
- Ausgezeichnete chemische Beständigkeit gegen die meisten Chemikalien und Lösungsmittel ausser bei flüssigem Natrium, Fluor bzw. höheren Temperaturen und bestimmten Halogenverbindungen
- Gute Witterungsbeständigkeit
- Gute antiadhäsive Eigenschaften
- Hervorragende dielektrische Eigenschaften
- Die Dielektrizitätskonstante und der Verlustfaktor von FEP sind über einen grossen Temperatur- und Frequenzbereich äusserst niedrig und bleiben auch relativ konstant
- Hoher Isolationswiderstand
- Hohe Durchschlagfestigkeit
- Schwer entflammbar

Zu beachten ist:

- Ungeeignet für Gleitfunktionen
- Halbfabrikate sind nicht standardmässig verfügbar (Ausnahme: Folien- und Schlauchprogramm)

APSOplast® FEP

Farbe: transparent

FEP-Folien vereinen hervorragende mechanische, thermische, dielektrische, chemische und optische Eigenschaften. Die Folien sind warmformbar, z.B. durch Vakuumtiefziehen, als auch schweisbar im Heissiegelverfahren. Ausserdem sind ein- oder beidseitig bereits vorgeätzte Folien lieferbar, welche sich für Verklebungen oder Klebkaschierungen eignen.

Anwendungsgebiete und -beispiele

Chemieapparate- und Maschinenbau

Trennfolie für Formenbau, Folienhüllen für Chemie-Spezialdichtungen, verschweisste Beutel für Luftproben oder Chemikalien, Transparent-Schutzvorhänge für die Chemie, Chemie-Schauglasdeckfolien, Formmembranen, Heisschmelz-Klebfolie für Verbundkaschierungen von Metallen, FEP-Folien werden u.a. als Zwischenlage beim Verschweissen von PTFE und PTFE-Glasgewebefolien verwendet.

Lebensmittel und Verpackung

Das Material ist relativ weich und eignet sich daher insbesondere zum Tiefziehen oder Blasverfahren zur Herstellung von Flaschen, Bechern, Beuteln usw.

Elektroindustrie

Eine weitere klassische Verwendung findet FEP bei der Kabelummantelung speziell auch bei Flachkabeln, flexiblen gedruckten Schaltungen oder als Schutzfolie bei Solaranwendungen, Nutzenisolationen für elektrische Motoren, Schrumpfschläuche.

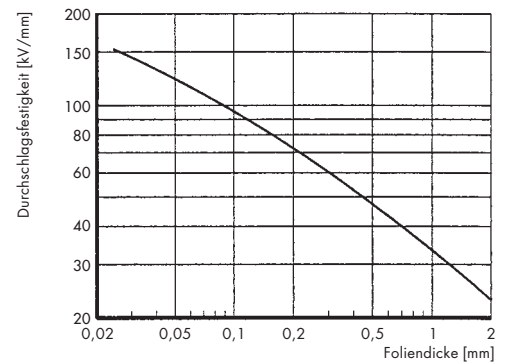
Konformität

–

Biokompatibilität

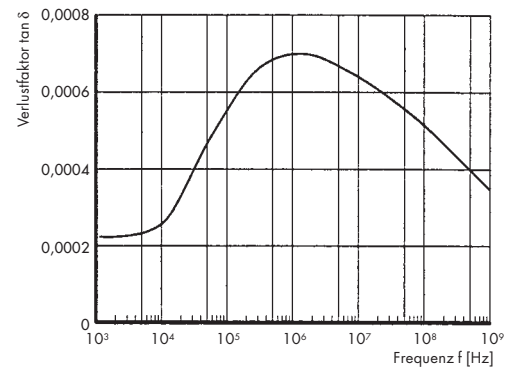
–

Elektrische Durchschlagfestigkeit in Abhängigkeit der Foliendicke



Prüfbedingungen:
 – ASTM D 149-59T (Kurzzeitversuch)
 – Temperatur: +25 °C
 – Medium: Öl

Dielektrischer Verlustfaktor in Abhängigkeit der Frequenz



Prüfbedingungen:
 – Temperatur: +23 °C
 – ASTM D 150-54T

APSOplast® PFA

Werkstoffbezeichnung: PFA

Chemische Bezeichnung: Fluorethylenpropylen

Allgemeine Beschreibung

PFA ist ein teilkristallines Copolymer, das durch Copolymerisation von Tetrafluorethylen und Perfluor-Vinylether entsteht.

Gegenüber dem Fluorkunststoff PTFE besitzt es um einige Zehnerpotenzen niedrigere Schmelzviskosität. PFA lässt sich somit gegenüber dem Sinterwerkstoff PTFE nach den klassischen thermoplastischen Verarbeitungsmethoden wie Schneckenextrusion, Transfermoulding sowie im Spritzgussverfahren verarbeiten. Hinzu kommt, dass PFA umform- und schweisbar ist.

Die chemische und thermische Beständigkeit, der Antihafteffekt und die dielektrischen Eigenschaften von PFA entsprechen weitgehend dem PTFE. Im Vergleich zu PTFE weist PFA eine grössere Härte mit verbesserter Formstabilität auf. Auch die Kaltflussneigung ist bei PFA geringer.

Merkmale und Eigenschaften

- Ausgezeichneter Tief- und Hochtemperatureinsatzbereich (dauernd von –200 bis +260 °C)
- Eine hervorragende chemische universelle Beständigkeit beinahe gleich dem Werkstoff PTFE
- Ausgezeichnete mechanische Eigenschaften, härter und formstabiler und eine wesentlich höhere Biegebelastbarkeit, als PTFE
- Extrem hohe Witterungs- und UV-Stabilität
- Eine hohe Luftdurchlässigkeit
- Sehr gute dielektrische Eigenschaften
- Antiadhäsive Oberflächeneigenschaften
- Schwer entflammbar

Zu beachten ist:

- Ungeeignet für Gleitfunktionen
- Halbfabrikate nicht standardmässig verfügbar (Ausnahme: Folien- und Schlauchprogramm)

APSOplast® PFA

Farbe: transparent

Auch die PFA-Folien weisen eine Kombination von ausserordentlich guten Eigenschaften auf. Speziell erwähnenswert sind die hohe Reissfestigkeit, das sehr gute dielektrische Verhalten, die überragende chemische Beständigkeit und der Temperatureinsatz bis +260 °C. PFA-Folien sind ebenfalls warmformbar, z.B. durch Vakuumtiefziehen, als auch heissiegelbar für Verschweissungen.

Anwendungsgebiete und -beispiele**Chemischer Apparate- und Anlagenbau**

Korrosionsfeste und temperaturbeständige Auskleidungen für Armaturen, Pumpen, und Apparate, Platten für Auskleidungen, korrosionsfeste und temperaturbeständige Schläuche für Wärmeaustauscher, Rauchgasentschwefelungsanlagen für Kraftwerke.

Maschinen- und Fahrzeugbau

Spritzgussteile, Draht- und Kabelummantelungen, Schläuche, Wellrohre.

Laborgeräte

Extrusionsgeblasene und spritzgegossene Laborgeräte, Mess- und Rundkolben für die Spurenanalytik, Flaschen für die Lagerung von Reinstchemikalien.

Halbleiterindustrie

Behälter, Flaschen, Rohre für Transport und Lagerung von Reinstchemikalien.

Elektrotechnik und Elektronik

Draht- und Kabelummantelungen, Spritzgussteile, Schrumpfschläuche.

Schweissfolien

Als «Schmelzkleber» zum Schweißen von PTFE- und PTFE-Compound-Teilen, PTFE-beschichteten Glasgeweben, Metallen.

Galvanik

Wärmeaustauscher und ummantelte elektrische Heizgeräte.

Papier- und Textilindustrie

Walzenüberzüge/Schrumpfschläuche.

Konformität

—

Biokompatibilität

—

APSOplast® PF CP, PF CC	8.1 – 8.3
APSOplast® EP GC, EP GM	8.4 – 8.5
APSOplast® UP GM	8.6 – 8.7
APSOplast® UP GFK	8.8 – 8.9

APSOplast® PF CP, PF CC

Werkstoffbezeichnung: PF CP, PF CC

Chemische Bezeichnung: Phenolharz-Hartpapier, -Sonderhartpapier, -Hartgewebe

Allgemeine Beschreibung

Die Schichtpresswerkstoffe gehören zu den ältesten industriell verwendeten Kunststoffen. Platten, Rohre und Profile basieren auf geschichteten Zellulosepapieren hoher Reissfestigkeit, welche mit duroplastischen Harzen imprägniert, gepresst und ausgehärtet werden. Als Bindeharz wird vorwiegend Phenol-Formaldehyd (PF) verwendet. Aus dekorativen, aber auch aus elektrotechnischen Gründen werden Sonderhartpapierplatten mit ein- oder beidseitiger Melamin-Formaldehyd-Harz-(MF-)Beschichtung versehen.

Als Vorläufer der heutigen Faserverbund-Werkstoffe dürfen sicherlich die altbewährten Hartgewebe angesehen werden. Baumwollgewebe werden in Schichten mit entsprechenden Imprägnierharzen – hier vorwiegend auf Basis Phenol-Formaldehyd (PF) – getränkt und anschliessend in Pressen mit duroplastischer Härtung zu homogenen, hochwertigen Laminatwerkstoffen für vielfältige Konstruktionsaufgaben verarbeitet.

Merkmale und Eigenschaften

- Geringes spezifisches Gewicht
- Hohe Biegesteifigkeit und Härte
- Hohe mechanische Festigkeit (abhängig von der Schichtrichtung)
- Gute Wärmeformbeständigkeit
- Geringe Kriechneigung
- Gute elektrische Isolationseigenschaften
- Schwer entflammbar
- Preiswert

Zudem bei Sonderhartpapier:

- Hohe Kriechstromfestigkeit
- Geringe Wasseraufnahme

Bei Hartgewebe:

- Gute Notlaufeigenschaften für Gleitfunktionen
- Gute Verschleissfestigkeit
- Gute Schlagfestigkeit

Zu beachten ist:

Hartpapiere:

- Weisen eine hohe Wasseraufnahme auf und sind bei geringen Wandstärken spröde (Schichtabsplitterung an Kanten)
- Eignen sich nicht für Gleitfunktionen
- Hartpapiere wie Hartgewebe sind nicht geeignet für den direkten Kontakt mit Lebensmitteln!

APSOplast® PF CP 201

Hartpapier, Hp 2061 (Phenolharz/Cellulosepapier)
Farbe: braun

Diese Qualität weist gute mechanische Festigkeit und elektrische Eigenschaften auf, die im Niederspannungsbereich verlangt werden. Da sie mit Vorwärmung bis 2,5 mm Dicke gut stanzbar ist, eignet sie sich für die Herstellung von Stanzteilen in der Autoelektrik, aber auch als spangebend bearbeitete Montageplatte im Schalttafelbau.

Als Typ PF CP 202 (Hp 2061.5) zeigt Phenolharz-Hartpapier hohe elektrische Durchschlagfestigkeit und hat sich deshalb im Hochspannungsbereich bestens bewährt.

Der Typ PF CP 203 (Hp 2061.6) überzeugt mit guten dielektrischen Eigenschaften und geringerer Wasseraufnahme.

APSOplast® PF CP MF

Sonderhartpapier, MKHP
(Phenolharz/Cellulosepapier + Melaminharz-Verbund-Schichtpresswerkstoff)
Farbe: lichtgrau (RAL 7035)

Dieses Sonderhartpapier, beidseitig mit einer aus Melaminharz versehenen Deckschicht (0,3 mm), besitzt eine sehr hohe Kriechstrom- und Durchschlagsfestigkeit sowie Lichtbogenbeständigkeit, ist kratzfest, weitgehend chemikalienbeständig, beschrift-, bedruck- und beklebbar sowie schwer entflammbar.

APSOplast® PF CC 201

Hartgewebe, Hgw 2082
(Hartgewebeplatten aus Phenolharz und Baumwollfeingewebe)
Farbe: braun

Dank der Verwendung von Baumwollfeingewebe hat dieses Hartgewebe sehr gute mechanische Eigenschaften. Diese Konstruktionsqualität eignet sich insbesondere für Teile hohen Schwierigkeitsgrades im Maschinenbau. Wird Wert auf besonders gute dielektrische Eigenschaften – damit geeignet für Einsatzzwecke, wo gute Isoliereigenschaften benötigt werden – gelegt, empfiehlt sich der Typ PF CC 202 (Hgw 2082.5), der unter Verwendung spezieller Harze und elektrolytfreier Gewebe hergestellt wird.

APSOplast® PF CC 42

Hartgewebe, Hgw 2088
(Vollstäbe gewickelt aus Phenolharz/Baumwollfeingewebe)
Farbe: braun

Dieser Werkstoff eignet sich sowohl für den Einsatz als elektrisches Isoliermaterial als auch für mechanisch hoch beanspruchte Anwendungen (z.B. Führungen, Rollen). Nicht geeignet für Zahnräder!

Anwendungsgebiete und -beispiele

Elektrotechnik, Maschinen- und Apparatebau

Hartpapier eignet sich für:

- Ideal für elektrisches oder thermisches Isoliermaterial bei erhöhter mechanischer Beanspruchung
- Bohrschablonen
- Montageplatten
- Stanzteile
- Konstruktionselement im Maschinenbau, in der Textil- und Automobilindustrie

Sonderhartpapier eignet sich aus Gründen seiner Melaminbeschichtung besonders für:

- Kriechstromfeste Schottwände, Phasentrennisolationen
- Elektrische und thermische Isolierungen
- Frontplatten, Instrumente und Gerätepanels
- Tischbeläge, Rauntrennwände, Schubladenteile

Hartgewebe als vielseitiger Konstruktionswerkstoff hat seine Stärken im Elektro-, Maschinen- und Apparatebau sowie Transformatoren- und Schalterbau wie:

- Lamellen für Druckluftmotoren, Kompressoren und Vakuumpumpen
- Rollen, Zahnräder, Lager, Lagerschalen, Segmentlager

Bemerkung:

Zur Anfertigung von Zahnrädern sollten Platten verwendet werden!

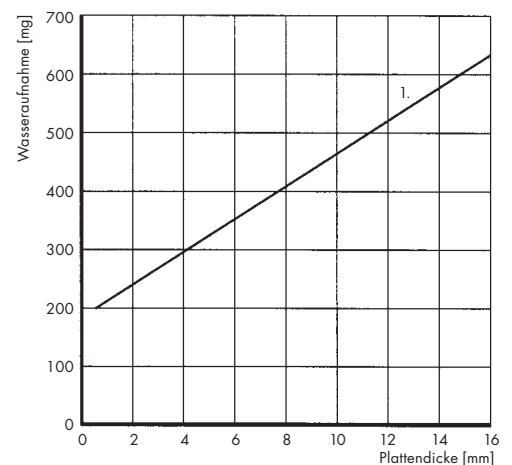
Konformität

–

Biokompatibilität

–

Wasseraufnahme von Hartgewebe in Abhängigkeit der Plattendicke



Prüfbedingungen:

– EN ISO 62

1. Typ Hgw 2082

APSOplast® EP GC, EP GM

Werkstoffbezeichnung: EP GC, EP GM

Chemische Bezeichnung: Epoxidharz-Glashartgewebe, -Glashartmatte

Allgemeine Beschreibung

EP GC ist ein Schichtpresswerkstoff auf Basis von Epoxidharz und Glasfilamentgewebe. Neben ausgezeichneten mechanischen und elektrischen Eigenschaften sowie Flammwidrigkeit und Temperaturbeständigkeit überzeugt dieser Werkstoff durch sehr geringe Feuchtigkeitsaufnahme und absolute Beständigkeit selbst bei extremen Klimata.

So erfüllt Glashartgewebe neben den in DIN 7735 festgelegten Werten auch die NEMA-Normen in vollem Umfang.

EP GM ist ein Schichtpresswerkstoff auf der Basis von Glasfasermatte mit einer Epoxidharzmatrix, die gute mechanische Eigenschaften bei erhöhter Temperatur zeigt.

Merkmale und Eigenschaften

- Extrem hohe Biegefestigkeit und Härte
- Extrem hohe mechanische Festigkeit und Belastbarkeit (unabhängig von der Schichtrichtung)
- Hohe Schlagzähigkeit
- Kein Kriechen unter Last
- Sehr gute Wärmeformbeständigkeit (Klasse F, H)
- Gute Beständigkeit gegen Chemikalien
- Sehr geringe Feuchtigkeitsaufnahme
- Sehr gute dielektrische Eigenschaften

Zu beachten ist:

- Aufwendige Bearbeitbarkeit (mit Diamantwerkzeugen)
- Nicht geeignet im Kontakt mit Lebensmitteln
- Ungeeignet für Gleitfunktionen
- Je nach Harzmischung in der Produktion kann die Farbe variieren zwischen hell- bis dunkelgrün bis gelblich oder bräunlich

APSOplast® EP GC 201

Hgw 2372
(Epoxidharz/Glashartgewebe)

Die Qualität Hgw 2372 weist exzellente elektrische und mechanische Eigenschaftswerte auf. Sie erreicht eine Grenztemperatur von +130 °C und entspricht damit der Wärmeklasse B.

APSOplast® EP GC 202

Hgw 2372.1
(Epoxidharz/Glashartgewebe)

Diese Qualität entspricht in allen elektrischen und mechanischen Eigenschaftswerten der Qualität Hgw 2372. Besonderes Merkmal dieser Qualität ist die Flammwidrigkeit. Sie erfüllt die Anforderungen an die Brennbarkeitsklasse UL94 V-0 ab 0,8 mm.

APSOplast® EP GC 203

Hgw 2372.4
(Epoxidharz/Glashartgewebe)

Diese Qualität bietet sich überall dort an, wo es um hohe Temperaturbeständigkeit und mechanische Festigkeit geht. Die Grenztemperatur liegt nach DIN 7735 bei +155 °C und entspricht somit der Wärmeklasse F. Auch bei +150 °C liegt der Abfall ihrer Biegefestigkeit unter 50%. Ursache für den hohen Grad an Wärmebeständigkeit ist eine spezielle Harzkombination, die diesen Glasgewebetyp zwar etwas härter macht als die Qualitäten Hgw 2372 und Hgw 2372.1, aber dennoch eine gute Bearbeitung zulässt. Die gleiche Qualität bieten wir auch in der Wärmeklasse H an. Diese Spitzenqualität erzielt eine Grenztemperatur von +180 °C und erfüllt die Kriterien für die Wärmeklasse H. Sie erreicht eine Glasübergangstemperatur (TG) von +200 °C.

APSOplast® EP GM 203

(Epoxidharz/Glasfilamentmatte)

Durch die Verwendung eines temperatur- und mechanisch festen Epoxidharz-Systems kann diese EP-Glasfilamentmatte in vielen Fällen ein Epoxid-Glashartgewebe ersetzen und bietet dabei noch einen kommerziellen Vorteil. Der Typ EP GM 203 weist eine gute Seewasser- und Chemikalienbeständigkeit, ausgezeichnete elektrische Eigenschaften wie hohe Kriechstromfestigkeit und eine sehr hohe Wärmebeständigkeit mit einer Grenztemperatur von +180 °C auf. Dies entspricht der Wärmeklasse H. Die mechanische Festigkeit bleibt über einen weiten Temperaturbereich unverändert. Bei erhöhten Temperaturen hat er sogar einen geringeren Verlust der mechanischen Eigenschaften als das Epoxy-Glashartgewebe Hgw 2372.4 und wird aus diesem Grund oft bevorzugt eingesetzt.

Anwendungsgebiete und -beispiele**Elektroindustrie und Maschinenbau**

EP GC-Glasfilamentgewebe ist der ideale Werkstoff als elektrische Isolierung für den Elektromaschinenbau, den Transformatoren- und Schalterbau sowie hochtemperaturbeständige Maschinenteile, für die Luft- und Raumfahrttechnik und im chemischen Anlagebau. Die EP-GM-Glasfasermatte eignet sich für Antriebsstangen von Leitungsschaltern, Verteilungen für Drehstrommaschinen, Zugstangen mit Gewinden/Muttern, Spulenabstützelemente, Trennwände, Distanzhülsen usw.

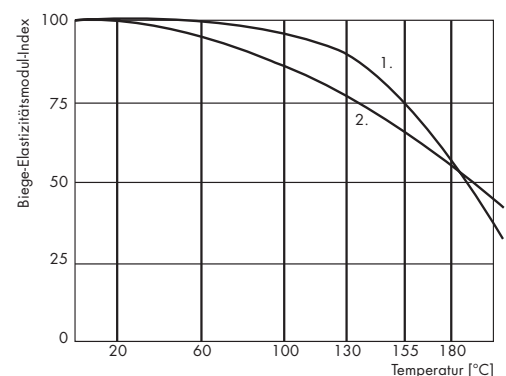
Konformität

–

Biokompatibilität

–

Index 100 bei 20 °C



1. EP GC
2. EP GM

APSOplast® UP GM

Werkstoffbezeichnung: UP GM

Chemische Bezeichnung: Polyesterharz-Glashartmatte

Allgemeine Beschreibung

Überall, wo Hartpapiere nicht genügend Festigkeit bieten, die Spitzenwerte von Glashartgewebe aber noch nicht nötig sind, bietet sich die Polyesterharz-Glashartmatte als preiswerte Alternative an.

Dabei überzeugt diese Qualität durch hohe mechanische Festigkeit und beste elektrische Isolierung. Die Polyesterharz-Hartmatten entsprechen nicht nur den wichtigsten Normen, sie werden noch weitergehenden Ansprüchen gerecht. Aufgrund guter elektrischer Eigenschaften werden sie erfolgreich in der Elektroindustrie eingesetzt. Wicklungsträger für Trockentransformatoren, Trennwände und Schalthebel in Hochspannungsschaltern, Kontaktträger für Drosselpulen – das sind nur einige der zahlreichen Einsatzmöglichkeiten.

Merkmale und Eigenschaften

- Hohe Dimensionsstabilität
- Sehr gute dielektrische Eigenschaften
- Hohe Temperaturbeständigkeit, Grenztemperatur nach VDE bei +155 °C (Wärmeklasse F)
- Selbstverlöschend, entspricht den Anforderungen nach UL 94 V-0 ab 2,4 mm (Typ GPO-3)
- Hohe Kriechstrom- und Lichtbogenfestigkeit (Typ GPO-3)

Zu beachten ist:

- Aufwendige Bearbeitbarkeit (mit Diamantwerkzeugen)
- Nicht geeignet im Kontakt mit Lebensmitteln
- Ungeeignet für Gleitfunktionen

APSOplast® UP GM 203-1

UP GM Hm 2471
(Polyesterharz-Glasfilamentmatte)
Farbe: weiss

Die besondere Stärke dieser Spitzenqualität liegt in ihrer ausgezeichneten Hochspannungs- und Kriechstromfestigkeit sowie in den hervorragenden thermischen Eigenschaften. Die Grenztemperatur nach VDE liegt bei +155 °C. Dies entspricht der Wärmeklasse F. Zudem erfüllt sie die Anforderungen der Brennbarkeitsklasse UL 94 V-0 ab 2,4 mm.

Da jedoch nicht alle Qualitäten des Typs Hm 2471 UL-gelistet sind, muss dieses bei der Bestellung mit angegeben werden. Diese Qualität entspricht der NEMA GPO-3.

APSOplast® UP GM 203-2

UP GM Hm 2472
(Polyesterharz-Glasfilamentmatte)
Farbe: weiss

Diese Qualität hat gegenüber dem Typ GM 203-1 einen höheren Glasanteil. Dadurch ist die mechanische Belastbarkeit besonders bei thermischer Belastung wesentlich höher als die der Qualität GM 203-1. Ansonsten hat auch diese Qualität die hervorragenden Eigenschaften hoher Kriechstromfestigkeit, sehr guter dielektrischer Werte und eine hohe Temperaturbeständigkeit, deren Grenztemperatur nach VDE bei +155 °C liegt. Damit erfüllt dieser Typ die Anforderungen an die Wärmeklasse F. Zudem erfüllt dieser Typ die Anforderungen an die Brennbarkeitsklasse UL94 V-1.

Anwendungsgebiete und -beispiele**Elektroindustrie**

Aufgrund guter elektrischer Eigenschaften werden sie erfolgreich in der Elektroindustrie eingesetzt. Anwendungen wie Wicklungsträger für Trockentransformatoren, Trennwände und Schalthebel in Hochspannungsschaltern, Kontaktträger für Drosselspulen sind nur einige der zahlreichen Einsatzmöglichkeiten.

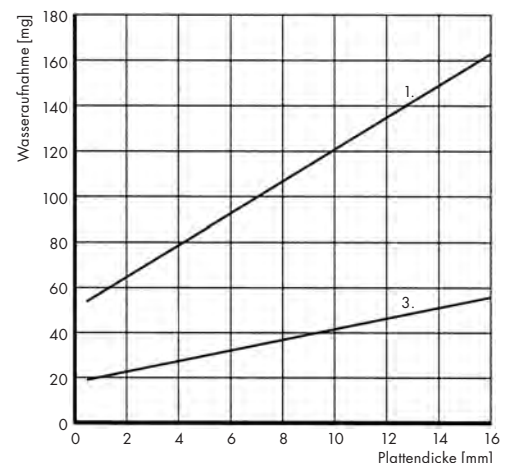
Konformität

–

Biokompatibilität

–

Wasseraufnahme von Glashartgewebe in Abhängigkeit der Plattendicke

**Prüfbedingungen:**

– EN ISO 62

1. Typ:

– Hm 2471

– Hm 2472

3. Typ:

– Hgw 2372

– Hgw 2372.1

– Hgw 2372.4

APSOplast® UP GFK

Werkstoffbezeichnung: UP GFK

Chemische Bezeichnung: Polyesterharzprofile, Pultrusionsprofile

Allgemeine Beschreibung

Glasfaserverstärkter Kunststoff, kurz GFK, ist ein Faser-Kunststoff-Verbund aus einem Kunststoff (z.B. Polyesterharz, Epoxidharz oder Polyamid) und Glasfasern. GFK ist auch unter der Bezeichnung Fiberglas bekannt. Fiber kommt hier aus dem Englischen (fibre, amerikanisch: fiber) und bedeutet Faser. Kurz- und langfaserverstärkte Kunststoffe werden oft als Spritzgiess- oder Pressformteile vor allem aus Gründen der guten Formbarkeit und grossen Gestaltungsfreiheit eingesetzt. Kurzfaserverstärkte Kunststoffe weisen meist ein quasiisotropes Verhalten auf, da die Kurzfasern zufällig verteilt vorliegen. Endlosfaserverstärkte Kunststoffe weisen je nach Aufbau der Fasern definierte Materialeigenschaften auf. Immer häufiger finden sie Verwendung im Leichtbau. Die biegesteifen Konstruktionsprofile vereinigen in sich die Vorzüge korrosionsfester, thermisch und elektrisch isolierender Kunststoffe mit den modernsten Faserverbund-Werkstoffen und deren mechanischer Festigkeit im Bereich von Metallen. Sie werden im wirtschaftlichen Pultrusionsverfahren stranggezogen. Je nach Profil besteht der Aufbau aus Glasfasermatten zur Querverstärkung. Längskräfte werden durch Rovings (unidirektionale Glasfasern), die im Kern der Profile angeordnet sind, aufgenommen. Standardmässig werden Isophthalsäurepolyester als Matrix eingesetzt.

Merkmale und Eigenschaften

- Extrem hohe mechanische Festigkeit bei geringem spezifischem Gewicht
- Zugfestigkeit in Längsrichtung im Bereich von metallischen Werkstoffen
- Hohe Schlagzähigkeit auch bei tiefen Temperaturen
- Ausserordentlich hohe Dimensionsstabilität
- Gutes Rückfedervermögen ohne bleibende Verformung
- Gute dielektrische Eigenschaften
- Gutes thermisches Isoliervermögen
- Sehr niedriger Wärmeausdehnungskoeffizient
- Hohe Massgenauigkeit
- Gute Korrosions- und Feuchtigkeitsbeständigkeit
- Gute Witterungs- und Chemikalienbeständigkeit
- Schwer entflammbar
- Gute Haftung für Klebstoffe und Lackierungen
- Gutes Preis-Leistungs-Verhältnis

Zu beachten ist:

- Bei spanender Bearbeitung der hohe Werkzeugverschleiss infolge des hohen Glasfaseranteils (Hartmetall- oder Diamant-Schneiden verwenden)
- Ungeeignet für Gleitfunktionen (Verschleiss des Gleitpartners)
- Nicht geeignet für den Kontakt mit Lebensmitteln

APSOplast® UP GFK

Polyesterharz + endlose Glasfasern
Farbe: weiss

Je nach Wahl der Faserverstärkung variieren die mechanischen Eigenschaften der Profile. Diese GFK-Pultrusionsprofile gibt es in verschiedenen Lieferformen. Es kann zwischen folgenden drei Typen unterschieden werden, wobei fließende Übergänge möglich sind:

- Rovingverstärkung bei Rundstäben und Kleinprofilen
- Glasfasermatten/Rovingverstärkung ist der Standardaufbau von konstruktiven Profilen (wie Flach-, Winkel- und U-Profilen)
- Gewebe-Kreuzwicklung/Rovingverstärkung ist typisch für die Herstellung von Rohren

Durch den Aufbau dieser UP-GFK-Profile lassen sich statisch hochbelastbare, langlebige und korrosionsbeständige Konstruktionen erstellen. Durch das gute Eigenschaftsprofil finden sich viele Anwendungen in der chemischen Industrie, Elektroindustrie, im Transportwesen, in der Landwirtschaft, in Sport und Freizeit sowie im Anlagebau.

Anwendungsgebiete und -beispiele

Vorwiegend verwendet als biegesteifes, hochbelastbares und formstabiles Konstruktionsprofil mit niedrigem Gewicht, eingesetzt für thermische oder elektrische Isolierfunktionen oder in korrosiver Umgebung in:

Elektroindustrie, Maschinen-, Apparat- und Chemieapparatebau

Befestigungsprofile in Schalt- und Trafostationen, Netzverteilerkasten, Phasentrenner, Betätigungsstangen, Stromschienträger, Streckentrenner an Fahrleitungen und Abspannungen, Träger- und Abstützprofile, Gitterroste, Tragrahmen, Antennenmaste usw.

Transport- und Fördertechnik, Fahrzeug- und Galvanotechnik, Metallbau

Konstruktionsprofile für: Kühlräume, Kühlfahrzeuge, Nutzfahrzeuge, Abfallbehälter, Förder-, Transport-, Gondel- und Schwebbahnen, Geländer, Gartenzäune, Gewächshaus-Konstruktionsprofile usw.

Sport- und Freizeitbereich

Schneestangen, Drachenprofile, Bogenprofile und -pfeile, Hängegleiterprofile, Slalomstangen, Hochsprunglatten, Segellatten, Tragprofile für Camping-Zelte, -Caravans und Motorhomes, Modellbauteile usw.

Konformität

–

Biokompatibilität

–

APSOplast® PUR

Werkstoffbezeichnung: PUR

Chemische Bezeichnung: Polyurethane

Allgemeine Beschreibung

Polyurethane (Kurzzeichen PUR) sind Werkstoffe oder Kunstharze, welche aus der Polyadditionsreaktion eines Polyesters oder eines Polyethers und eines Polyisocyanats entstehen. Polyurethane können je nach Wahl des Isocyanats und des Alkohols völlig unterschiedliche Eigenschaften aufweisen. Die Härteabstufung wird durch die Wahl unterschiedlicher Mengenverhältnisse der Rohstoffe erreicht (keine Weichmacher).

Charakteristisch für Polyurethane ist die Urethan-Gruppe. Polyurethane können schaumartig oder fest, hart, spröde, aber auch weich und elastisch sein. Bei den hier beschriebenen glykolvernetzten Polyurethan-Elastomeren handelt es sich um ein kompaktes PUR, welches im Heissgiessverfahren in offene Formen vergossen wird. Dieses älteste und bekannteste Polyurethan-Elastomer weist im Vergleich zu allen anderen Typen unübertroffen hohe mechanische Eigenschaftswerte auf. Das gummi-ähnliche, elastische Verhalten, verbunden mit einer exzellenten Abrieb- und Weiterreissfestigkeit, ermöglicht Anwendungen, wo Synthesekautschuke versagen würden.

Merkmale und Eigenschaften

- Gummiähnliches, elastisches Verhalten
- Extrem hohe Verschleiss- und Abriebfestigkeit
- Hohe mechanische Strukturfestigkeit
- Sehr hohe Schlagzähigkeit
- Hohe Stosselastizität
- Gute Dämpfungswerte
- Hohe Weiterreissfestigkeit
- Sehr gute Witterungsbeständigkeit
- Beständig gegen Öle und Fette
- Relativ hoher Haftreibwert
- Zerspanbar (ab 90 Shore A)

Zu beachten ist:

- Die Schädigung von PUR unter Hydrolyseeinwirkung durch Heisswasser, Dampf, tropisches Klima und Kondenswasser
- PUR ist nicht lichtstabil, d.h. der Werkstoff kann sich innerhalb weniger Monate von anfänglich heller Farbe bis hin zu fast schwarz verfärben. Diese Verfärbung hat jedoch keinen negativen Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften.
- Sämtliche Polyurethan-Typen sind ungeeignet für Gleitfunktionen im Trockenlauf

APSOplast® PUR D15

Polyesterurethan (AU)
Farbe: hell- bis dunkelbraun

PUR D15 ist chemisch gesehen auf Basis Polyester-Polyol + Naphthylen-1,5-Diisocyanat (DESMODUR® 15) aufgebaut. Der Typ PUR D15 ist ein hochwertiges Polyurethan mit unerreicht hoher Abrieb- und Strukturfestigkeit, jedoch gegenüber Hydrolyseeinwirkung unbeständig. Im Vergleich zu den übrigen PUR-Elastomeren besitzt PUR D15 eine erhöhte Wärmebeständigkeit. Dabei sind kurzzeitige Temperaturbelastungen bis +120 °C möglich. Die Dauerbelastung des Werkstoffes sollte jedoch +100 °C nicht übersteigen. Ein weiterer Vorzug von PUR D15 ist im Vergleich zu anderen PUR-Elastomeren gleicher Shore-Härte ein höherer E-Modul und damit eine erhöhte Tragfähigkeit bei geringer bleibender Verformung. PUR D15 ist in der Härte von ca. 65 Shore A bis 70 Shore D einstellbar.

APSOplast® PUR D44

Polyesterurethan (AU)
Farbe: rotbraun

PUR D44 ist chemisch gesehen auf Basis Polyester-Polyol + Diphenylmethan-4,4'-Diisocyanat (DESMODUR® 44) aufgebaut. PUR D44 ist ein hochwertiges Polyurethan mit guter Abrieb- und Strukturfestigkeit. Gegenüber PUR D15 etwas kostengünstiger, auch hydrolysebeständiger, jedoch weniger geeignet für dynamisch beanspruchte Teile. PUR D44 sollte nicht bei über +80 °C Dauertemperatur eingesetzt werden. Kurzzeitige Belastungen bis +100 °C sind jedoch möglich. Dieser Werkstoff ist in der Härte von ca. 65 Shore A bis 60 Shore D einstellbar.

APSOplast® PUR AP

Polyetherurethan (EU)
Farbe: hell durchscheinend

Dieses Polyurethan ist chemisch gesehen auf Basis Polyether-Polyol + Toluylen-Diisocyanat aufgebaut. Dieser Werkstoff hat eine sehr hohe Abrieb- und Strukturfestigkeit und ist besonders mikrobien- und hydrolysefest sowie sehr kälteflexibel, dafür weniger beständig gegen Treibstoffe und Öle auf Petroleumbasis als das Polyesterprodukt.

Anwendungsgebiete und -beispiele

Wegen der guten mechanischen Eigenschaften werden die PUR-Elastomere vor allem dort verwendet, wo die Beanspruchung für die bekannten Natur- und Synthese-Kautschuke zu gross wäre. Andererseits bietet PUR ein elastisches Verhalten, das bei keinem thermoplastischen Kunststoff zu finden ist.

Maschinen- und Apparatebau, Fahrzeuge

Walzenabstreifer, Schneepflugschürfleisten, Abstreifer, Verschleissteile, Laufrollenbeläge, Anschlagpuffer, Kupplungspakete, Kettenräder, Stanzunterlagen, Verschleissteile für die Betonindustrie (Mischerschaufeln-Auskleidungen, Einlagen für Fahrmischer, Siebe...).

Pumpenteile, Walzenbeläge, Schwerlastrollen und Räder, Dichtungen, Schläuche usw.

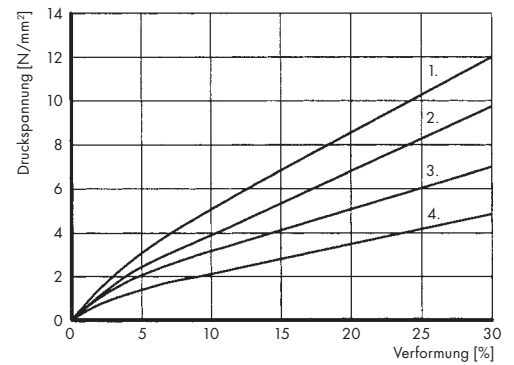
Konformität

–

Biokompatibilität

–

Druckversuch von PUR D15 bei 0 °C

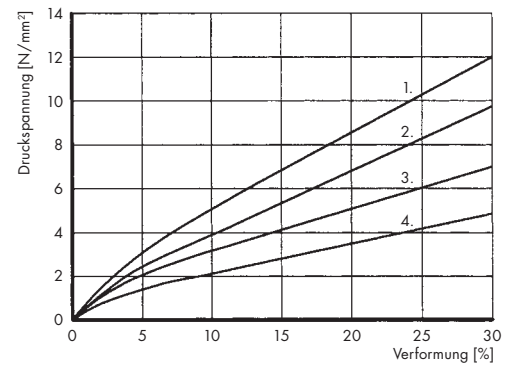


Prüfbedingungen:

- Temperatur: 0 °C
- Prüfkörper: Ø 29 mm x 12,5 mm Höhe
- Deformationsgeschwindigkeit: 10 mm/min

1. 45 Shore D
2. 92 Shore A
3. 89 Shore A
4. 84 Shore A

Druckversuch von PUR D15 bei +80 °C

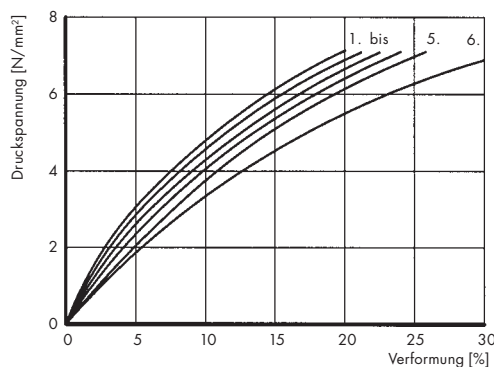


Prüfbedingungen:

- Prüfkörper: Ø 29 mm x 12,5 mm Höhe
- Deformationsgeschwindigkeit: 10 mm/min

1. 45 Shore D
2. 92 Shore A
3. 89 Shore A
4. 84 Shore A

Isochrone Spannungs-Dehnungsverlauf von PUR D15 92 Sh A



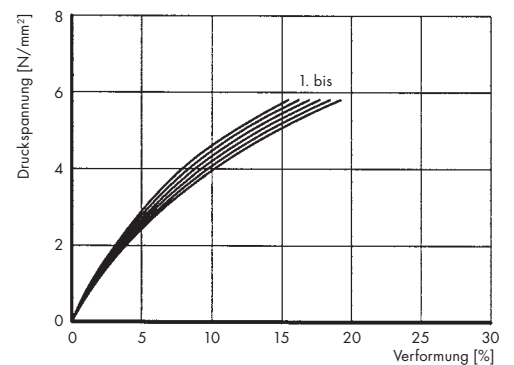
Prüfbedingungen:

- Temperatur: +80 °C
- Luftfeuchtigkeit: RF 50%
- Prüfkörper: Ø 20 mm x 20 mm Höhe

Belastungsdauer:

1. 10⁻² h
2. 10⁻¹ h
3. 10⁰ h
4. 10¹ h
5. 10² h
6. 10³ h

Isochrone Spannungs-Dehnungsverlauf von PUR D15 92 Sh A



Prüfbedingungen:

- Temperatur: +23 °C
- Luftfeuchtigkeit: RF 50%
- Prüfkörper: Ø 20 mm x 20 mm Höhe

Belastungsdauer:

1. 10⁻² h
2. 10⁻¹ h
3. 10⁰ h
4. 10¹ h
5. 10² h
6. 10³ h

Einleitung	10.1
Modifizierte Qualitäten	10.2 – 10.3
Reinigung, Sterilisation	10.4 – 10.5
Normen	10.6

Einleitung

Immer mehr Kunststoffe finden auch in der Lebensmittelindustrie Einsatz. Angst+Pfister bietet ein umfangreiches Sortiment an Kunststoffen verschiedener Abmessungen (von Standardtypen bis hin zu hochentwickelten Spezialtypen), abgestimmt auf die Bedürfnisse des Marktes. Diese Werkstoffe wurden speziell für den Kontakt mit Lebensmitteln entwickelt und entsprechen einer Vielzahl von lebensmittelrechtlichen Bestimmungen. Unsere Kunststoffe weisen eine hohe chemische Beständigkeit gegenüber einer Vielzahl aggressiver Substanzen auf, welche bei der Verarbeitung, Reinigung und Sterilisation der in der Lebensmittelindustrie eingesetzten Geräte verwendet werden. Das Standardsortiment für den Lebensmittelbereich reicht von Halbzeugen bis hin zu Fertigteilen.

Erwähnenswert sind die «Selbstschmierenden Qualitäten», welche im Kapitel 10.2 separat beschrieben sind. Wenn bei der Bestellung angefordert, erhalten Sie für unsere Werkstoffe für die Lebensmittelindustrie die Konformitätserklärungen gemäss der entsprechenden Norm.

Hauptanwendungsbereiche in der Lebensmittelbearbeitung und -verarbeitung

Bäckereien

Tunnelofen, Knetmaschinen, Umformungs- und Füllmaschinen, Brotmühlen, Maschinen zur Teigbeförderung

Verarbeitung und Verpackung von Milcherzeugnissen

Trennmaschinen, Maschinen für die Herstellung und Abfüllung von Milch, Butter und Käse, Homogenisierer

Fleisch- und Wurstverarbeitung

Schneidemaschinen, Zerkleinerer, Knochenentfernungs-, Transportband-, Wurstbefüllungs-, Schaschlikfabrikationsmaschinen, Mixer, Herdanlagen

Konfektionierung

Formtechnik, Blisterformtechnik, Versiegelungs- und Kartonverpackungsanlagen

Getränkeverarbeitung und -abfüllung

Zentrifugen, Separatoren, Flaschen- und Dosenbefüllungsanlagen, Abklärgefässe, Wärmeaustauscher

Modifizierte Qualitäten

APSOplast® PE-UHMW ED FDA

APSOplast® PE-UHMW EC FDA

Farbe: schwarz

Diese Typen sind modifizierte antistatisch bzw. elektrisch ableitend ausgerüstete Werkstoffe, geeignet für den Einsatz in der Lebensmittel- und Pharmaindustrie. Sie erfüllen die Anforderungen gemäss Europäischem Lebensmittelrecht EG 1935/2004 sowie der FDA-Richtlinie 21 CFR 177.1520 und 21 CFR 178.3297 im Kontakt mit Lebensmitteln. PE-UHMW ED FDA ist zudem geprüft nach dem amerikanischen «3-A Dairy Sanitary Standard».

Typische Anwendungen

Gleit- und Antriebs Elemente in der Lebensmittel- und Pharmaindustrie im ATEX-Bereich

Folgende **selbstschmierenden Qualitäten** sind für Anwendungen verfügbar, bei denen nur wenig oder gar keine externe Schmierung aufgebracht werden kann oder darf. Diese mit integriertem Schmierstoff versehenen Qualitäten, geeignet für den Kontakt mit Lebensmitteln, sind in einer breiten Palette an Halbzeugen verschiedener Abmessungen erhältlich. Dies führt zu niedrigeren Wartungskosten und optimalen Leistungen in der Anwendung.

APSOplast® PA 6 G LO FDA

Farbe: natur (elfenbein), blau

Dieser Typ ist ein Gusspolyamid 6 mit integriertem Schmiersystem, welches in natur (elfenbein) als auch in blau erhältlich ist. Es ist im wahrsten Sinne des Wortes selbstschmierend und seine Zusammensetzung entspricht den amerikanischen FDA-Richtlinien. Dieser Werkstoff wurde besonders für hochbelastete, langsam bewegte Trockenlaufgleitelemente entwickelt. Im Vergleich zu Polyamiden ohne Schmiermittelsystem ist seine Reibungszahl um bis zu 50% niedriger und sein Verschleisswiderstand bis um das Zehnfache höher. Er weitet das Anwendungsspektrum der Polyamide beträchtlich aus und ermöglicht tiefere Wartungskosten sowie längere Standzeiten.

Typische Anwendungen

- Verpackungsanlagen
- Automatische Bearbeitung
- Milch- und Käseverarbeitung

APSOplast® PET-C SL

Farbe: grau

Dieser auf Polyethylenterephthalat (thermoplastisches Polyester) basierende Werkstoff mit einem (homogen verteilten) eingebauten Festschmierstoff ist aufgrund seiner Zusammensetzung optimal für den Kontakt mit Lebensmitteln geeignet. Die spezifische Materialzusammensetzung macht diesen Kunststoff zu einem einzigartigen «selbstschmierenden» Gleitlagermaterial. Dieser Kunststoff weist nicht nur einen sehr hohen Verschleisswiderstand auf, sondern bietet im Vergleich zu PET-C (ungefüllter Typ) vor allem einen noch niedrigeren Gleitreibungskoeffizienten und höhere dynamische Tragfähigkeit (pv-Grenzwert).

Typische Anwendungen

- Schneidemaschinen und Zerkleinerer
- Getränkeabfüllung
- Anlagen für die Verpackung von Butter

APSOplast® PPS GF SL

Farbe: dunkelblau

Dieser verstärkte, teilkristalline Polyphenylensulfid-Werkstoff mit eingebautem Festschmierstoff weist eine ausgezeichnete Kombination von Eigenschaften in Bezug auf Verschleissfestigkeit, mechanische Tragfähigkeit und Dimensionsstabilität auf, und dies sowohl im Kontakt mit Chemikalien, hohen Temperaturen als auch Hydrolysebedingungen. Dank des homogen verteilten Festschmierstoffes ist dieser Typ durch eine ausgezeichnete Verschleissfestigkeit und eine niedrige Gleitreibungszahl gekennzeichnet.

Typische Anwendungen

Filtertrommeln, Fleisch- und Molkereiproduktanlagen, Formungsanlagen, Extraktionsanlagen, Käseverarbeitung, Erhitzungs- und Trockenanlagen

APSOplast® PEEK SL FDA

Farbe: blau, natur

Das teilkristalline PEEK weist eine einzigartige Kombination von hervorragenden mechanischen Eigenschaften, Temperaturbeständigkeit und vorzüglicher Chemikalienbeständigkeit auf, wodurch es zum beliebtesten Hochleistungs-Kunststoff wurde. Wie schon das unmodifizierte PEEK wird dieser neue selbstschmierende Werkstoff durch eine auf den Kontakt mit Lebensmitteln abgestimmte Zusammensetzung ausgezeichnet. Er bietet jedoch weit bessere Verschleissfestigkeit und geringere Gleitreibung.

Typische Anwendungen

Kochanlagen, Wärmetauscher, Fermentations- und Brauereianlagen, Hochgeschwindigkeits-Grossschneidemaschinen

Reinigung, Sterilisation

Um die Gesundheit zu schützen, sind Reinigungs- und Sterilisationsverfahren in der lebensmittelbearbeitenden und -verarbeitenden Industrie äusserst wichtig. Sowohl für Oberflächen in Kontakt mit Lebensmitteln (Anlagen, Geräte usw.) als auch für Oberflächen ohne Kontakt mit Lebensmitteln (Abschirmungen, Wände, Decken usw.) werden genaue Verfahren entwickelt und rigoros eingehalten.

Ziel dieser Reinigungs- und Sterilisationsverfahren für Oberflächen ist zum einen die Entfernung von Nährstoffquellen, die Bakterien zum Wachstum benötigen, und zum anderen die Abtötung bereits vorhandener Bakterien:

- Durch die Reinigung sollen unerwünschte Partikel (Nahrungsmittelreste) komplett von der Oberfläche entfernt werden, wobei gleichzeitig alle bereits vorhandenen Bakterien abgetötet werden.
- Die Sterilisation ist auf das Abtöten verbliebener Bakterien, welche Krankheiten verursachen können (pathogene Organismen), ausgerichtet. Die meisten nach der Reinigung noch verbliebenen Bakterien können durch Sterilisation mit heissem Wasser, Dampf oder Chemikalien unter speziellen Bedingungen hinsichtlich Temperatur, Konzentration und Kontaktzeit eliminiert werden.

Reinigungs- und Sterilisationsverfahren

CIP Clean-In-Place = Reinigung vor Ort

COP Clean-Out-of-Place = Reinigung an einem anderem Ort

SIP Sterilization-In-Place = Sterilisation vor Ort

Die Wahl des am besten geeigneten Kunststoffes hängt von den verfügbaren Daten hinsichtlich der Chemikalienzusammensetzung und praktischer Erfahrung ab. Oftmals kann jedoch nur ein Versuch unter Praxisbedingungen Aufschluss über die endgültige Eignung eines Kunststoffes für eine Anwendung geben (geeignete Chemikalien, Konzentration, Temperatur und Kontaktzeit sowie Beladungszustand).

Anforderungen für Kunststoffteile in der Lebensmittelindustrie

- Entsprechende physikalische Eigenschaften für spezielle Anwendung im Hinblick auf Festigkeit, Steifigkeit, Schlagzähigkeit, Dimensionsstabilität, Temperaturbeständigkeit, Schmierungseigenschaften (Verschleiss und Reibung)
- Geeignet für den Kontakt mit Lebensmitteln
- Chemische Beständigkeit gegen bestimmte Nahrungsmittel und Reinigungs-/ Sterilisationsmittel
- Glatte Oberflächen, frei von Rissen, Nadellöchern oder anderen Oberflächenbeschädigungen, welche die Wirksamkeit von Reinigungs- und Sterilisationsmassnahmen beeinträchtigen könnten

Lebensmittelrechtliche Bestimmungen

Material	USA: FDA, Code of Federal Regulation [21 CFR] bzw. FDA FCN Food Contact Notification	EU: 1935/2004/EG inkl. 10/2011/EU
PA 6	ja	ja*
PA 66	ja	ja*
PA 6 G	ja*	ja*
PA 6 G SL	ja	nein
PA 6 G SL Plus	ja	nein
PA 6 G LO FDA	ja	nein
POM-C natur	ja	ja*
POM-C schwarz	ja*	ja*
POM-C ID	ja*	ja*
POM-C SAN	ja*	ja*
POM-H natur	ja*	ja*
POM-H SL	ja*	ja*
PET-C natur	ja*	ja*
PET-C schwarz	ja*	ja*
PET-C SL	ja*	ja*
PPE	ja*	ja*
PSU	ja*	nein
PPSU schwarz	ja	nein
PEI	ja*	nein
PPS GF SL	ja	ja*
PEEK	ja	ja*
PEEK schwarz	ja*	nein
PEEK SL FDA	ja	ja
PVDF	ja*	ja*
PE-LD natur	ja	nein
PE-HD schwarz	nein	ja*
PE-HMW natur	ja*	ja*
PE-HMW rotbraun	ja*	ja*
PE-UHMW	ja*	ja*
PE-UHMW ED FDA	ja	ja
PE-UHMW EC FDA	ja	ja
PP grau	ja	ja
PTFE natur	ja	ja
PTFE +Glas	ja	ja*
PTFE +Carbon	ja*	nein

*Auf besondere Anforderung/Nachfrage möglich (muss bei der Anfrage bzw. Bestellung angegeben werden)

Normen

Norm	Land	Beschreibung
FDA	USA	F ood and D rug A dministration (Lebensmittel-/Arzneimittelbehörde der USA/eine Abteilung des «Gesundheitsamts» – Departement of Health, Education and Welfare – analog BGA (Bundesgesundheitsamt))
CFR	USA	C ode of F ederal R egulations (Bezeichnung im Zusammenhang mit FDA-Nr. in den USA)
1935/2004/EG	EU	Europäische Verordnung über Materialien und Gegenstände, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Kontakt zu kommen.
10/2011/EU	EU	Europäische Verordnung über Materialien und Gegenstände aus Kunststoff, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen (Einzelmassnahme im Sinne von Artikel 5(1) der EG 1935/2004). (2002/72/EG ab 05/2011 ersetzt durch 10/2011/EU)
2023/2006/EG	EU	Europäische Verordnung über gute Herstellungspraxis (GMP) für Materialien und Gegenstände, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen (GMP = Good Manufacturing Practice).
BfR	D	B undesinstitut für R isikobewertung (früher BgVV, davor BGA)
3-A Dairy Sanitary Standard	USA	Amerikanische Norm, welche von Repräsentanten aus der Milch-, Lebensmittel-, Molkerei-Industrie sowie dem Gesundheitsamt betr. Verfahren und Ausrüstungen aufgestellt wird.
BAG	CH	B undesamt für G esundheit
BgVV	D	B undesinstitut für g esundheitlichen V erbraucherschutz und V eterinärmedizin (früher BGA : Bundesgesundheitsamt, jetzt aktuell BfR)
NSF	USA	N ational S anitation F oundation (NSF-Testing Laboratorium) ähnlich FDA, aber nur für Trinkwasser, also auch wie DVGW Registriert ebenfalls Produkte (auch in den USA)
KTW	D	Trinkwasserverordnung (KTW = K unststoffe und T rink w asser)
WRAS	GB	W ater R egulation A dvisory S cheme (Britische Trinkwasserzulassung)
ACS	FR	A ttestation de C onformité S anitaire (Französische Trinkwasserzulassung)
KIWA	NL	Niederländische Trinkwasserzulassung
DVGW	D	D eutsche V ereinigung des G as- und W asserfaches
DVGW-W270	D	Leitsätze nach DIN 2000 verlangen diesen mikrobiologischen Nachweis
SVGW	CH	S chweizerischer V erein des G as- und W asserfaches
ÖVGW	AT	Ö sterreichische V ereinigung des G as- und W asserfaches
LMHV	D	L ebens m ittel h ygien v erordnung
LMBG	D	L ebens m ittel-, B edarfsgegenstände- und F uttermittel g esetzbuch

Kunststoffe in der Medizintechnik

In medizintechnischen Geräten gewinnen Kunststoffe immer mehr an Bedeutung. Einerseits erhöhen sie die Funktionalität der Geräte, andererseits tragen sie dazu bei, dass Kostensenkungspotenziale ausgeschöpft werden. Bei Anwendungen im Kontakt mit Haut, Blut und Gewebe müssen die eingesetzten Materialien biokompatibel sein und sich zudem für die Sterilisation bei hohen Temperaturen eignen. Ausserdem sind Chemikalienbeständigkeit und Resistenz gegen aggressive Desinfektionsmittel gefordert.

Produktsortiment

Die Produktlinie **LSG (Life Science Grade)** beinhaltet biokompatible technische und Hochleistungskunststoffe. Diese Typen wurden speziell für mechanisch zu bearbeitende Komponenten für Anwendungen in der Medizintechnik, Pharmazie und Biotechnologie entwickelt. Diese Werkstoffe erfüllen die Vorschriften nach USP Class V, VI und ISO 10993.

Die Verantwortung zum Erlangen der Zertifikate der geforderten Standards liegen bei den Geräteherstellern oder den Händlern von Geräten.

Dank den durchgeführten Tests nach USP und ISO 10993 profitiert der Kunde von reduzierter Entwicklungszeit und tieferen Entwicklungskosten für die Zulassungsprüfungen der Endprodukte.

APSOplast® LSG-Sortimentsübersicht

Handelsbezeichnung	Basiswerkstoff
PEEK CLASSIX™ LSG	PEEK
PEEK CF30 LSG	PEEK
PEEK GF30 LSG	PEEK
PEEK LSG	PEEK
PPSU LSG	PPSU
POM-C LSG 7 Farben	POM-C
PEI LSG	PEI
PSU LSG	PSU
PC LSG	PC
PPSU LSG XRO	PPSU
PPE LSG	PPE modifiziert
PP LSG	PP stabilisiert

Biokompatibilität

Als biokompatibel (Bio = leben + kompatibel = verträglich) bezeichnet man Werkstoffe oder Baugruppen, die keinen negativen Einfluss auf Lebewesen in ihrer Umgebung haben. Die Biokompatibilität beschreibt somit die Verträglichkeit eines in den Körper eingesetzten Stoffes oder Medizinproduktes mit dem Gewebe. Die Beurteilung erfolgt nach verschiedenen Untersuchungen gemäss USP (U.S. Pharmacopeia) Class I bis VI oder nach ISO 10993.

In der Medizintechnik werden Geräte oft mehrfach verwendet. Kunststoffe müssen deshalb gegenüber verschiedenen Sterilisationsverfahren und Chemikalien beständig sein. Biokompatibilität ist keine Materialspezifikation und bedarf einer vorherigen Prüfung, ggf. einer Sonderproduktion.

Zulassungsprüfungen gemäss USP und ISO-Richtlinien: Vergleich der Untersuchungen zur Biokompatibilität nach USP 23 Class V + VI und ISO 10993

ISO 10993		USP 23 Class V	USP 23 Class VI
In-vivo	In-vitro		
– subchronische/ chronische Toxizität	– Genotoxizität – Zytotoxizität		
– Karzinogenität			
– Sensibilisierung		– akute systemische Toxizität	– Kurzzeit- implantations- versuch (5–7 Tage)
– Langzeit- implantation		– intrakutane Reaktivität	

Konformität mit Richtlinien zu Biokompatibilität und Kontakt mit Lebensmitteln (FDA)

Bezeichnung	Zusammensetzung	USP-Konformität der Halbzeuge	ISO 10993 Konformität der Halbzeuge	FDA-Konformität der Rohstoffe ^①
PEEK CLASSIX™ LSG weiss ^①	PEEK weiss	Class VI ^②	ISO 10993	ja
PEEK CF30 LSG schwarz	PEEK +30% GF	Class VI ^②	ISO 10993	nicht getestet
PEEK GF30 LSG blau (RAL 5019)	PEEK +30% GF	Class VI ^②	ISO 10993	nicht getestet
PEEK LSG natur	PEEK natur	Class VI ^②	ISO 10993	ja
PEEK LSG schwarz	PEEK schwarz	Class VI ^②	ISO 10993	ja
PPSU LSG schwarz ^①	PPSU schwarz	Class VI ^②	ISO 10993	ja
PEI LSG natur ^①	PEI natur	Class VI ^②	ISO 10993	ja
PSU LSG natur ^①	PSU natur	Class VI ^②	ISO 10993	ja
PC LSG natur ^①	PC natur	Class VI ^②	ISO 10993	ja
POM-C LSG natur	POM-C natur	nicht getestet ^③	ISO 10993	ja
POM-C LSG schwarz	POM-C schwarz	nicht getestet ^③	ISO 10993	ja
POM-C LSG gelb (RAL 1007)	POM-C gelb	nicht getestet ^③	ISO 10993	ja
POM-C LSG rot (RAL 3027)	POM-C rot	nicht getestet ^③	ISO 10993	ja
POM-C LSG blau (RAL 5005)	POM-C blau	nicht getestet ^③	ISO 10993	ja
POM-C LSG blau (RAL 5005)	POM-C blau	nicht getestet ^③	ISO 10993	ja
POM-C LSG grün (RAL 6016)	POM-C grün	nicht getestet ^③	ISO 10993	ja
POM-C LSG braun (RAL 8016)	POM-C braun	nicht getestet ^③	ISO 10993	ja
PPSU LSG XRO schwarz	PPSU	Rohstoff	ISO 10993 ^⑤	ja ^⑦
PPSU LSG XRO grün	PPSU	Rohstoff	ISO 10993 ^⑤	ja ^⑦
PPSU LSG XRO rot	PPSU	Rohstoff	ISO 10993 ^⑤	ja ^⑦
PPSU LSG XRO gelb	PPSU	Rohstoff	ISO 10993 ^⑤	ja ^⑦
PPSU LSG XRO blau	PPSU	Rohstoff	ISO 10993 ^⑤	ja ^⑦
PPSU LSG XRO elfenbein	PPSU	Rohstoff	ISO 10993 ^⑤	ja ^⑦
PPE LSG schwarz	PPE mod.	nein	ISO 10993 ^⑥	ja ^⑦
PPE LSG grün	PPE mod.	nein	ISO 10993 ^⑥	ja ^⑦
PPE LSG gelb	PPE mod.	nein	ISO 10993 ^⑥	ja ^⑦
PPE LSG braun	PPE mod.	nein	ISO 10993 ^⑥	ja ^⑦
PPE LSG grau	PPE mod.	nein	ISO 10993 ^⑥	ja ^⑦
PPE LSG blau	PPE mod.	nein	ISO 10993 ^⑥	ja ^⑦
PP LSG weiss	PP stab.	Polymer	ISO 10993	ja ^⑦
PP LSG schwarz	PP stab.	Polymer	ISO 10993	ja ^⑦

^① Gemäss Rohstoffhersteller erfüllt der für die Herstellung dieser Halbzeuge verwendete Rohstofftyp die Vorschriften nach USP Klasse VI.

^② Die Prüfungen dieser Life Science Grade wurde von einer unabhängigen internationalen Prüfstelle durchgeführt, um die Einhaltung der Vorschriften der United States Pharmacopeia (USP) und der ISO 10993-1 zu Biokompatibilitätstests von Werkstoffen zu überprüfen (die Tests wurden an aus 50 mm dicken Stäben hergestellten Proben kurz nach deren Fertigung durchgeführt).

^③ Die reinen, naturfarbenen POM-Copolymer-Rohstoffe, die für die Herstellung aller POM-C LSG-Halbzeuge verwendet wurden, erfüllen die Vorschriften nach USP Klasse VI (gemäss von den Rohstofflieferanten in Auftrag gegebenen Biokompatibilitätstests). Ausserdem sind zu diesen Rohstoffen Drug Master Files (DMF) in der DMF-Datenbank der US-amerikanischen Food and Drug Administration (FDA) vorhanden.

^④ Die Zusammensetzung der Rohstoffe, die zur Herstellung dieser LSG-Halbzeuge verwendet wurden, erfüllen die Anforderungen der anwendbaren Food Contact Notification und/oder Food Additive Regulation(s) der FDA.

^⑤ Getestet an den Halbzeugen PPSU LSG XRO und der entsprechenden Farbe (ohne Bariumsulfat). Da Polymer und Bariumsulfat biokompatibel sind, kann davon ausgegangen werden, dass alle Halbzeuge der Norm ISO 10993 entsprechen.

^⑥ Getestet an PPE LSG blau. Es kann davon ausgegangen werden, dass dies auch für alle anderen Farben gilt.

^⑦ FDA 21 CFR 178.3297 (Pigmente)

Definition «Steril»

Steril bedeutet frei sein von vermehrungsfähigen Mikroorganismen. Sterilität kann jedoch nur mit definierter Wahrscheinlichkeit gewährleistet werden. Sterilisationsverfahren müssen so beschaffen sein, dass eine Keimzahlreduktion auf ein Millionstel des Ausgangswertes erfolgt, also wenn die theoretische Wahrscheinlichkeit, dass ein lebender Keim je Objekt vorhanden ist, kleiner als 1:1 000 000 ist. Die Wahrscheinlichkeit einer Kontamination ist nicht nur vom Sterilisationsverfahren, sondern auch von der Ausgangskeimzahl (Bioburden) des Sterilisiergutes abhängig. Standardisierte Reinigung und Desinfektion des Sterilgutes sind somit Vorbedingung für eine sichere Sterilisation.

Sterilisationsverfahren

Dampfsterilisation

Dampfsterilisation ist Sterilisieren mit reinem, gesättigtem Wasserdampf von mindestens +121 °C, der auf alle Oberflächen des Sterilisiergutes einwirkt. Die Dampfsterilisation ist das sicherste Verfahren im Krankenhaus und in der Praxis. Sie ist gegenüber allen anderen Sterilisationsmethoden zu bevorzugen. Bei porösen Sterilisierungsgütern (z. B. Textilien) muss eine vollständige Entlüftung und Dampfdurchdringung erfolgen. Bei einer Sterilisationstemperatur von +121 °C ist eine Einwirkzeit von mindestens 15 Minuten, bei +134 °C von mindestens 3 Minuten einzuhalten. Abweichungen hiervon bedürfen der vorherigen Validierung. Um eine vollständige Luftentfernung aus Kammer und Sterilisationsgut und eine gleichmässige Dampfdurchdringung zu erreichen, werden heute fraktionierte Vakuumverfahren eingesetzt.

Autoklavieren

Die Dampfdrucksterilisation wird allgemein in der Medizintechnik zur Sterilisation aller Arten von wiederverwendbaren Geräten, Ausrüstungsteilen, Instrumenten, Schalen angewandt und wird in einem Druckbehälter ausgeführt, der für überhitzten, gesättigten Dampf geeignet ist. Der Hauptzweck der Sterilisation ist es, alle Mikroorganismen mittels Dampf abzutöten.

Prüfungen, in denen die Auswirkung wiederholter Dampfsterilisation bei +134 °C auf die Charpy-Kerbschlagzähigkeit gemäss ISO 179/1eA getestet wurden (gemessen an trockenen Proben bei +23 °C), zeigen:

- Die sehr gute Eignung von PVDF, PEEK und PPSU (>500 Autoklavierzyklen)
- Die Werkstoffe PEI, PSU und PPS halten bis zu 250 Autoklavierzyklen stand
- POM-C eignet sich für Teile, die nur einige wenige Male dampfsterilisiert werden müssen
- PC ist eher nicht geeignet

Heissluftsterilisation

Heissluftsterilisation ist Sterilisieren mit trockener Hitze. Das Verfahren birgt aber eine Reihe von Unsicherheiten:

- Bei trockener Hitze erfolgt die Wärmeübertragung auf das Sterilisiergut relativ langsam
- Durch die Bildung von Kälteinseln kann der Sterilisationserfolg beeinträchtigt werden
- Die Vorbereitung des Sterilisiergutes, vor allem aber die Art der Beschickung des Sterilisators beeinflusst in hohem Mass die Sicherheit der Sterilisation
- Eine Verfahrensvalidierung ist nicht möglich

Von Ausnahmefällen ausserhalb der direkten Patientenversorgung abgesehen, stellt die Heissluftsterilisation auch bei ordnungsgemässer Vorbereitung des Sterilgutes kein zuverlässiges Verfahren dar. Die Heissluftsterilisation in Krankenhaus und Praxis ist daher nicht mehr vertretbar! Sollte dieses Verfahren trotz der bekannten Mängel angewendet werden, so ist eine Temperatur von +180 °C für mindestens 30 Minuten Einwirkzeit zu fordern.

Gassterilisation

Gassterilisation ist Sterilisieren mit einem mikrobiziden Gas bei möglichst niedrigen Temperaturen in einem geschlossenen System. Grundsätzlich dürfen nur thermolabile Gegenstände mit Gas sterilisiert werden. Bei der Neu- und Ersatzbeschaffung von Instrumentarium und Geräten sind stets solche zu bevorzugen, die dampfsterilisiert werden können. Die für die Sterilisation erforderlichen Bedingungen (Temperatur, Feuchtigkeit, Gaskonzentration, Einwirkzeit) müssen an allen zu sterilisierenden inneren und äusseren Oberflächen erreicht werden. In den Krankenhäusern ist zu überprüfen, inwieweit Gegenstände, die gassterilisiert werden, nicht doch dampfsterilisierbar sind; gegebenenfalls sind toxikologisches Risiko für Personal und Patienten einerseits und erhöhter Materialverschleiss bei der Dampfsterilisation andererseits gegeneinander abzuwägen. Die Auswahl der Gassterilisationsverfahren und die Zuordnung des Sterilisiergutes sind mit einem Krankenhaushygieniker abzuklären. Eine regionale Zentralisierung der Gassterilisation ist anzustreben.

Ethylenoxid(EO-)Sterilisation

Aufgrund der toxischen, kanzerogenen und mutagenen Eigenschaften ist Ethylenoxid ein Gefahrstoff und unterliegt den jeweils gültigen Vorschriften. Die geringe Sterilisationstemperatur und das hohe Durchdringungsvermögen zeichnen dieses Sterilisationsverfahren aus. Die Desorption des Ethylenoxids muss so lange in der Sterilisierkammer erfolgen, dass die Technische Richtkonzentration (TRK-Wert) sicher unterschritten wird. Die Einhaltung der sog. Auslöseschwelle ist durch Messung zu dokumentieren.

Formaldehydgas-Sterilisation

Aufgrund der toxischen Eigenschaften ist Formaldehyd ein Gefahrstoff. Formaldehyd ist aber weniger toxisch als Ethylenoxid. Auch die Sterilisation mit Formaldehyd unterliegt gesetzlichen Vorschriften, prEN 14180. Zur Anwendung kommen Verfahren bei Temperaturen zwischen +48 und +60 °C. Aus Sicherheitsgründen sollte immer die höchste am Sterilisator wählbare Temperatur innerhalb der angegebenen Bereiche angewandt werden, die das Sterilisiergut nach Herstellerangabe verträgt. Bei exakter Prozessführung ist das Verfahren der Sterilisation mit Ethylenoxid gleichwertig, erlaubt jedoch vergleichsweise kürzere Desorptionsphasen.

Plasma-Sterilisation

Die Sterilisation mit Hilfe von Wasserstoffperoxid-Plasma bei einer Temperatur von +45 °C und einer Chargenzeit von je nach Programm 45 bis 80 Minuten ist ein atoxisches und schonendes Verfahren für die Sterilisation thermolabiler und feuchtigkeitsempfindlicher Instrumente. Derartiges Instrumentarium kann im Routinebetrieb sterilisiert werden, wenn es den Bedingungen der Positivliste entspricht oder die Sterilisierbarkeit im Rahmen einer Produktvalidierung belegt ist.

Lange, englumige Hohlkörper – vor allem die aus metallischen Werkstoffen – sind nur innerhalb der jeweils angegebenen Grenzen sterilisierbar.

Strahlensterilisation

- X-Rays (Röntgenstrahlen) durchdringen Sterilisiergut leicht
- Gammastrahlen erreichen eher Oberflächen
- Elektronenbeschleuniger (Betastrahlen)

Beständigkeit gegenüber Sterilisationsverfahren

Life Sciences Grades	Sterilisationsverfahren				
	Ethylenoxid	Dampf 121 °C/134 °C	Heissluft 160 °C	Plasma	Gammastrahlen
PEEK CLASSIX™ LSG	A	A/A	A	A	A
PEEK CF30 LSG	A	A/A	A	A	A
PEEK GF30 LSG blau	A	A/A	A	A	A
PEEK LSG	A	A/A	A	A	A
PPSU LSG	A	A/A	A	A	B
PEI LSG	B	A/B	A	B	B
PSU LSG	B	A/B	B	B	B
PC LSG	B	C/D	D	B	B
POM-C LSG	B	B/C	D	B	D

A: sehr gut
 B: gut
 C: weniger geeignet
 D: nicht geeignet

Die Produktlinie Life Science Grade ist mit den am häufigsten angewandten Sterilisationsverfahren kompatibel.

Strahlenbeständigkeit von Kunststoffen

Kunststoffe kommen je nach Einsatzbereich mit verschiedenen Strahlungen in Kontakt, die gegebenenfalls die Struktur der Kunststoffe beeinflussen.

Das Spektrum der elektromagnetischen Wellen reicht von Rundfunkwellen mit grosser Wellenlänge über das normale Tageslicht mit kurzwelligen UV-Strahlen, bis zu den sehr kurzwelligen Röntgen- und Gammastrahlen. Je kurzwelliger eine Strahlung ist, umso mehr kann der Kunststoff geschädigt werden.

Ein wichtiger Zusammenhang mit elektromagnetischen Wellen ist der dielektrische Verlustfaktor, der den Energieanteil beschreibt, welcher vom Kunststoff aufgenommen wird. Kunststoffe mit hohem dielektrischem Verlustfaktor erwärmen sich im elektrischen Wechselfeld stark und sind daher nicht als Hochfrequenz- und Mikrowellenisolierwerkstoff geeignet.

Gamma- und Röntgenstrahlung sind in der medizinischen Diagnostik, Strahlentherapie, bei der Sterilisation von Einmalartikeln und auch in der Werkstoffprüfung und Messtechnik häufig anzutreffen. Die energiereiche Strahlung führt dabei oft zur Verringerung der Dehnung und damit zur Versprödung. Die Lebensdauer ist dabei abhängig von der Gesamtdosis der absorbierten Strahlung.

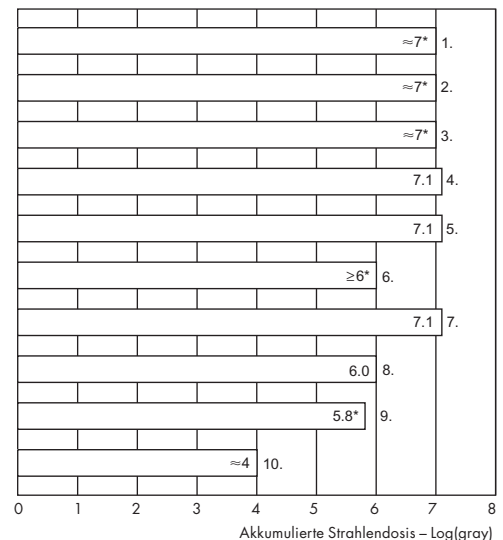
Als sehr gut widerstandsfähig gegen Gamma- und Röntgenstrahlung haben sich z. B. PEEK, PI und die amorphen Schwefelpolymere (PES, PSU, PPSU) erwiesen. Tendenziell eher empfindlich und praktisch weniger geeignet sind Werkstoffe wie PTFE und POM.

Zulassungen und Freigaben

Konstruktionsteile, die in exponierten und in kritischen Anwendungen im Einsatz sind, wie z. B. in Kontakt mit Arznei- und Lebensmitteln oder mit Trinkwasser, werden immer häufiger in zugelassenen oder freigegebenen Werkstoffen ausgeführt. Die Vielzahl von nationalen Zulassungen ist je nach Prüfmethode und Anforderungen auf den praktischen Einsatz abgestimmt.

Unsere Hersteller oder Angst+Pfister haben diverse Mischungen oder Werkstoffe durch die zuständigen Behörden prüfen lassen und besitzen die entsprechenden Freigaben.

Beständigkeit gegen Gammastrahlung



- 1. PEEK CLASSIX™ LSG weiss
- 2. PEEK CF30 LSG
- 3. PEEK GF30 LSG blau
- 4. PEEK LSG natur/schwarz
- 5. PPSU LSG schwarz
- 6. PEI LSG natur
- 7. PSU LSG natur
- 8. PC LSG natur
- 9. POM-C LSG
- 10. (unlabeled)

*: geschätzte Werte
 1 gray = 100 rad

Food and Drug Administration FDA, USA

Die FDA schreibt die Werkstoffsubstanzen, die für die Verarbeitung verwendet werden, vor. Diese Rohstoffliste (White List) muss für die FDA-Konformität eingehalten werden. Die Substanzen sind frei von giftigen oder krebserzeugenden Stoffen. Das aufwendige FDA-Approval-Zertifikat kann durch einen Extraktionstest erreicht werden.

USP (United States Pharmacopeia)

Amerikanisches Arzneimittelbuch

Es definiert gültige Normen im Zusammenhang mit der Qualität von Medizinprodukten für Mensch und Tier bei der Produktion und in der Anwendung.

Diese Werkstoffe sind für Behälter von Pharmazeutika und die Herstellung von Spritzen und Blutbeutel geeignet.

ISO 10993

Diese Norm beinhaltet die biologische Beurteilung von Werkstoffen für den Körperkontakt.

ISO 10993-1 beinhaltet die Kategorie der Medizin-Apparate.

Massgebend ist die Kontaktdauer der entsprechenden Werkstoffe im Körper.

Diese wird in 3 Kategorien eingeteilt:

- A beschränkt ≤ 24 h
- B anhaltend > 24 h bis max. 30 Tage
- C permanent > 30 Tage

Anwendungen

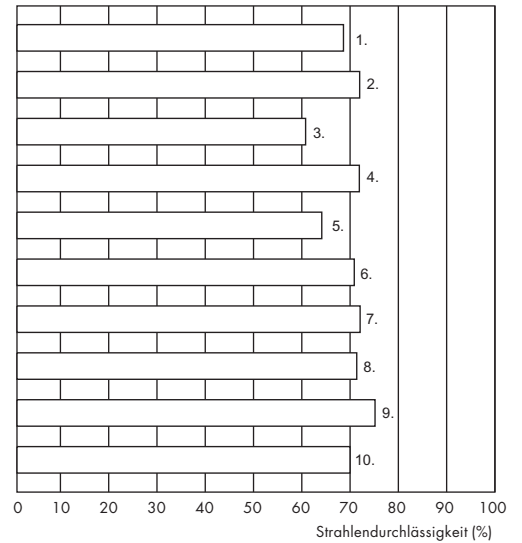
Anwendungen finden diese neuen Werkstoffe:

- Im Gerätebau wie Pumpen, Gehäuse, Motoren, Sterilisation, Führungen
- In analytischen Geräten für Tomographie, Chromatographie, und chemische Tests
- Bei Instrumenten für Narkose, Endoskopie usw.
- Bei Zuführungssystemen für Luft, Medikamente und Blut

Hinweis:

Angst+Pfister gewährt, billigt und unterstützt auf keinen Fall die Verwendung seiner Halbzeuge für Anwendungen, bei denen es sich um Implantate im menschlichen Körper handelt.

Beständigkeit gegen Gammastrahlung



Prüfbedingungen:

- gemessen bei 23 °C
- 12 mm dicke Versuchsplatte
- Strahlenergie: 59 keV

1. PEEK CLASSIX™ LSG weiss
2. PEEK CF30 LSG
3. PEEK GF30 LSG blau
4. PEEK-LSG natur/schwarz
6. PPSU LSG schwarz
7. PEI LSG natur
8. PSU LSG natur
9. PC LSG natur
10. POM-C LSG

Klassifizierung von Kunststoffmaterialien nach USP (Class I bis VI)

Test	Extrakt	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	Klasse V	Klasse VI
Akute systemische Toxizität	Kochsalzlösung	●	●	●	●	●	●
	Alkohol	-	●	●	●	●	●
	Öl	-	-	●	●	●	●
	PEG	-	-	●	-	●	●
Intrakutane Reaktion	Kochsalzlösung	●	●	●	●	●	●
	Alkohol	-	●	●	●	●	●
	Öl	-	-	-	●	●	●
	PEG	-	-	-	-	●	●
5/7 Tage-Implantat		-	-	-	●	-	●

● = erforderliche Klasse

Life Science Markt – Biokompatibilität ISO 10993

Geräte-Kategorie	Art des Körperkontakts	Kontaktdauer	Biologische Wirkung							
			Zytotoxizität	Sensibilisierung	Irritation/Intrakutane Reaktivität	Akute systemische Toxizität	Subchronische Toxizität	Genotoxizität	Implantation	Hämokompatibilität
Oberflächengeräte	Haut	begrenzt (<24 h)	●	●	●	-	-	-	-	-
		verlängert (24 h – 30 d)	●	●	●	-	-	-	-	-
		permanent (>30 d)	●	●	●	-	-	-	-	-
	Schleimhaut	begrenzt (<24 h)	●	●	●	-	-	-	-	-
		verlängert (24 h – 30 d)	●	●	●	-	-	-	-	-
		permanent (>30 d)	●	●	●	-	●	●	-	-
	Verletzte oder angegriffene Oberflächen	begrenzt (<24 h)	●	●	●	-	-	-	-	-
		verlängert (24 h – 30 T)	●	●	●	-	-	-	-	-
		permanent (>30 d)	●	●	●	-	●	●	-	-
Externe kommunizierende Geräte	Blutgefäßssystem indirekt	begrenzt (<24 h)	●	●	●	●	-	-	-	●
		verlängert (24 h – 30 d)	●	●	●	●	-	-	-	●
		permanent (>30 d)	●	●	-	●	●	●	-	●
	Gewebe, Knochen, Zahnschmelz kommunizierend	begrenzt (<24 h)	●	●	●	-	-	-	-	-
		verlängert (24 h – 30 d)	●	●	●	●	●	●	●	-
		permanent (>30 d)	●	●	●	●	●	●	●	-
	Zirkulierendes Blut	begrenzt (<24 h)	●	●	●	●	-	-	-	●
		verlängert (24 h – 30 d)	●	●	●	●	●	●	●	●
		permanent (>30 d)	●	●	●	●	●	●	●	●
Implantate	Gewebe, Knochen	begrenzt (<24 h)	●	●	●	-	-	-	-	-
		verlängert (24 h – 30 d)	●	●	●	●	●	●	●	-
		permanent (>30 d)	●	●	●	●	●	●	●	-
	Blut	begrenzt (<24 h)	●	●	●	●	●	-	●	●
		verlängert (24 h – 30 d)	●	●	●	●	●	●	●	●
		permanent (>30 d)	●	●	●	●	●	●	●	●

● = Erste Evaluationstestreihe entsprechend ISO 10993-1

Einleitung	12.1 – 12.6
Kunststoff-Gleitlager mit Schmierung oder im Nasslauf	12.7
Berechnung von Gleitlagern	12.8 – 12.10

Einleitung

Ein gutes Gleitverhalten wird von verschiedenen Faktoren geprägt. Dazu gehören niedrige Reibwerte bei geringstem Verschleiss unter Trockenlaufbedingungen. Selbst wenn diese vorhanden ist, kann nicht mit einer einzigen Kunststoffqualität eine Vielzahl von Gleitlageranwendungen optimal gelöst werden. Die technischen Anforderungen an ein Kunststoffgleitlager sind zu verschieden. Es wird also nie zweckmässig sein, einen «Universal-Kunststoff», z.B. für den Betrieb bei hohen Temperaturen, bei extremer Lagerbelastung, bei geforderter Minimalreibung, bei hohen Geschwindigkeiten, bei rauem Umweltbetrieb, in chemisch aggressiver Umgebung oder als Präzisionslager, zu verwenden. Es ist deshalb unter technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten richtig, individuelle Lösungen anzustreben.

Gleitlagerwerkstoffe

Folgende Werkstoffe eignen sich für Gleitlageranwendungen. Die Wahl des geeigneten Werkstoffes ist von der jeweiligen Anwendung abhängig:

Lagerwerkstoffe für den Maschinenbau

- PE-UHMW natural
- PE-UHMW ED
- PA 6, PA 6 MO
- PA 66, PA 66 MO
- PA 6, PA 6 G MO
- PA 6 G LO
- PA 6 G SL
- PA 6 G SL PLUS
- POM-C und POM-H
- POM-C SL, POM-H SL
- PET-C
- PET-C SL
- PPS SL, PPS GF SL
- PEEK, PEEK SL und PEEK CF30
- PAI SL, PAI SL PLUS
- VESPEL® SP21, SP22, SP21 1
- PTFE, PTFE mod.
- PTFE-HP-Reihe
- PTFE 500

Lagerwerkstoffe für die Lebensmittelindustrie

- PE-UHMW ED FDA
- PA 6 G LO FDA
- PET-C SL
- PPS GF SL
- PEEK SL FDA
- PTFE HP 125 und HP 128
- PTFE 207

Nebst den Gleitlagerwerkstoffen aus Kunststoff führen wir folgende Standard-Gleitlager im Sortiment:

Metall/PTFE-Fasergewebe ist ein selbstschmierendes Lagermaterial aus gewebtem TEFLON® (PTFE), aufgebracht auf einen festen Stützkörper. Trockenlaufende Metall/PTFE-Fasergewebe-Gleitlager sind dort empfohlen, wo niedrige Umfangsgeschwindigkeiten bei hoher Belastung vorkommen.

PERMAGLIDE®-Gleitlager sind Lager für kleinste radiale bzw. axiale Bauräume. Diese Produkte gibt es als Buchsen, Bundbuchsen, Anlaufscheiben und Streifen sowie in zwei Materialgruppen. Die Buchsen sind neben metrischen Abmessungen auch mit Zollmassen erhältlich.

Vorzüge

Gleitlager aus Kunststoffen bieten gegenüber geschmierten metallischen Gleitlagern oder Wälzlagern folgende Zusatzmöglichkeiten:

- Wartungsfreier Betrieb im Trockenlauf und bei Mischreibungsbedingungen innerhalb bestimmter Grenzen
- Grosses Dämpfungsvermögen (entsprechend Qualität)
- Elektrisches Isoliervermögen
- Korrosionsbeständigkeit gegenüber Wasser, Dampf, Säuren, Laugen und Lösungsmitteln (entsprechend Qualität)
- Einsatz von Gleitlagern direkt in abrasiven oder aggressiven Medien
- Unempfindlich gegen Kantenpressung
- Geringe Geräuschentwicklung
- Keine Verschmutzung der Medien bei Pharma-, Analytik- und Lebensmittelanwendungen durch Schmierstoffe
- Niedriges Gewicht
- Preisvorteile durch rationelle Verarbeitung beim Spritzgiessen oder hohe Zerspanungsleistung bei spanender Bearbeitung aus Halbzeug
- Direkte Lagerung in Gehäusebohrungen ohne zusätzliche Lagerbüchsen möglich

Als Gleitelemente im Trockenlaufbetrieb oder bei Teilschmierung (Mischreibung) kommen für Lagerbüchsen, Gleitplatten, Führungen, aber auch für Zahnräder und Rollen vorwiegend teilkristalline, thermoplastische Kunststoffe in Frage. Zur Erreichung einer homogenen Lebensdauer ist es unbedingt erforderlich, der Werkstoffwahl als auch den Betriebsbedingungen eine erhöhte Aufmerksamkeit zu schenken.

Schmierung

Grundsätzlich sind Gleitlager aus Polymerwerkstoffen im Trockenlauf zu betreiben. Geschmierte Lager lassen jedoch je nach Qualität der Schmierung eine höhere Lebensdauer erwarten, da der Verschleiss und die Lagertemperatur verringert werden. Die Gleitreibungszahl kann im Mischreibungsgebiet durch unpolare Schmiermittel allerdings nur bei polaren Polymerwerkstoffen gesenkt werden, nicht jedoch bei unpolaren (PTFE, PE, PP). Eine Einlaufschmierung ist dagegen in jedem Fall zweckmässig.

Kunststoff-Gleitlager im Trockenlauf

Gleitpaarung Kunststoff/Metall

Das günstigste Gleitverhalten und die höchste Belastbarkeit eines trocken laufenden Gleitlagers wird bei der Paarung mit einem gehärteten Stahlpartner erzielt. Der Stahl sorgt für eine gute Wärmeabfuhr und die Oberflächenhärte soll Metallabrieb verhindern, der bei weichen Metallen nur bei ausreichender Schmierung auszuschließen ist. Unabdingbar ist das Härten des Stahlpartners bei Paarung gegen Kunststoffe mit anorganischen Füllstoffen wie Glasfasern oder Metalloxiden. Diese rauhen im Dauerlauf den Metallpartner an, was zu übermäßigem Verschleiss führt. Geeignet sind hingegen Kohle- und Graphitzusätze im Trocken- und Nasslauf. Die Oberflächenrauheit des Stahlpartners ist auf die gewünschten tribologischen Eigenschaften des Polymerwerkstoffes abzustimmen, wobei zu beachten ist, ob eine Richtungsabhängigkeit der Rauheit vorliegt und in welcher Richtung die Gleitbewegung erfolgt. Beispielsweise verlaufen die Bearbeitungsriefen einer geschichteten Welle etwa tangential, sodass in Achsrichtung eine wesentlich höhere Rauheit wirksam ist als quer dazu. Die Oberflächenrauheit des Kunststoffes spielt eine untergeordnete Rolle.

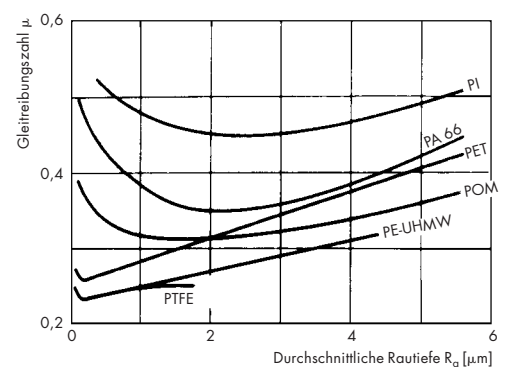
Gleitpaarung Kunststoff/Kunststoff

Sollen Polymerwerkstoffe gegeneinander gepaart werden, ist der höhere Verschleiss bei dem Polymerwerkstoff zu erwarten, welcher die geringere Festigkeit oder Verschleissfestigkeit aufweist. Die ungenügende Wärmeableitung ergibt im Trockenlauf einen Anstieg der Oberflächentemperatur, welche zu erhöhtem Verschleiss führt. Ausserdem kann durch die Wärmeausdehnung ein Nullspiel entstehen, wodurch unter Verwendung beidseitig gleicher Kunststoffqualitäten eine Verschweissung resultieren kann. Wird trotzdem – vorab im Nasslauf oder bei sehr niedrigen Gleitgeschwindigkeiten – zur Paarung Kunststoff/Kunststoff ausgewichen, ist es sinnvoll, eine harte mit einer weichen Qualität zu paaren (z.B. PET-C mit PTFE).

Einfluss der Oberflächenrauheit

Diese ist beim Metallpartner sowohl für die Einlaufzeit als auch für die Lebensdauer von Bedeutung. Sie beeinflusst Reibungskoeffizient, Gleittemperatur und Verschleiss. Wie nachfolgendes Diagramm zeigt, ist bei sehr glatter Stahloberfläche ($R_a < 2 \mu\text{m}$ bei PI, PA 66 und POM) ein hoher Reibungskoeffizient festgestellt worden, indem Haftbrücken durch Adhäsionskräfte entstehen. Bei einer Oberflächenrauheit um $2\text{--}3 \mu\text{m}$ liegen dann optimale Werte vor.

Reibungskoeffizient einiger Kunststoffe in Abhängigkeit der Rauheit der Stahloberfläche (im Trockenlauf)



Oberflächenrauheit

Kunststoff	Mittelrauwert R_a μm	SNV-Rauheitsklasse
PA 6/ PA 66/ PA 46	1,5–3	N7/N8
POM	1,0–2	N6/N7
PET	0,5–1	N5/N6
PE-UHMW	0,5	N5/N6
PTFE rein	0,5–1	N5/N6
PTFE-Kohle	0,5–1	N5/N6
PI	1,5–3	N7/N8

Empfohlene Rauwerte (R_a) für Metallpartner im Kontakt mit Kunststoff

Wie bereits erwähnt, spielt die Oberflächenrauheit der Kunststoffgleitfläche eine untergeordnete Rolle. Mit zunehmender Rauheit des Metallpartners nimmt der Gleitverschleiss, wie nebenstehendes Diagramm zeigt, zu.

Einfluss der Flächenbelastung

Wie aus nebenstehendem Diagramm ersichtlich ist, weisen Kunststoff-Gleitelemente im Trockenlauf bei sehr niedrigen Flächenbelastungen einen weit höheren Reibungskoeffizienten auf als bei spezifischen Belastungen ab ca. 0,1 N/mm².

Einfluss der Gleitgeschwindigkeit

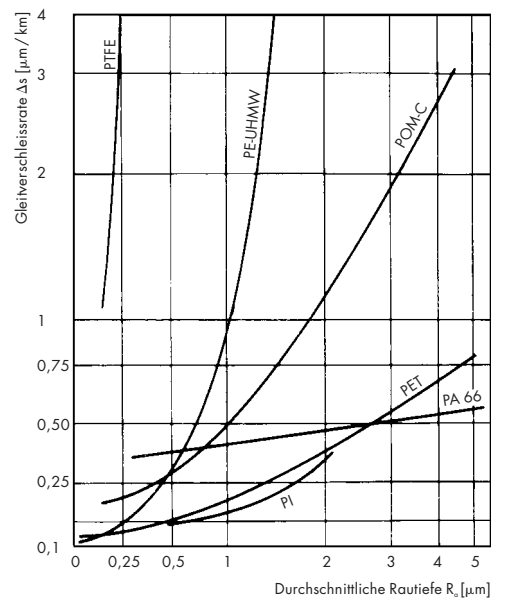
Bei Trockenlauf ist zu berücksichtigen, dass bei Überschreitung einer bestimmten Gleitgeschwindigkeit die Reibungswärme und damit der Verschleiss rapid ansteigt. Als Richtwert für die konventionellen technischen Kunststoffe kann ein Höchstwert von 2 m/s angenommen werden. Selbstverständlich ist diese Grenze belastungsabhängig und wird mit den pv-Werten berücksichtigt.

Stick-Slip-Effekt

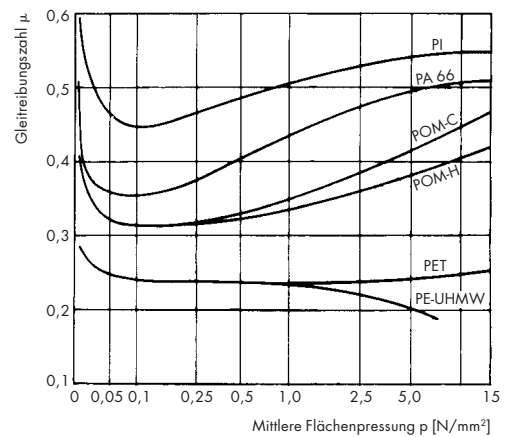
Darunter versteht man die ruckartigen Bewegungen beim Anlauf als Übergang von der Haft- zur Gleitreibung. Er tritt vorwiegend bei extrem kleinen Geschwindigkeiten bei ansteigendem Gleitwert auf. Häufig ist dies die Folge einer Oberflächenglättung des Metallpartners. Besonders ist Stick-Slip bei PA zu beobachten, indem sich ein gewisser Kunststoff-Abrieb in den Rauheitstälern festsetzt. Praktisch frei von Stick-Slip-Effekt laufen die Kunststoffe PTFE und PE-UHMW.

Durch Senken der Flächenbelastung, Verwendung einer etwas raueren Metalloberfläche oder deren Härtung wie auch durch Schmierung kann der Effekt häufig behoben werden.

Gleitverschleiss in Abhängigkeit der Oberflächenrauheit des Metallpartners (bei Trockenlauf)



Gleitreibungskoeffizient in Abhängigkeit der spezifischen Belastung bei Trockenlauf mit Metall

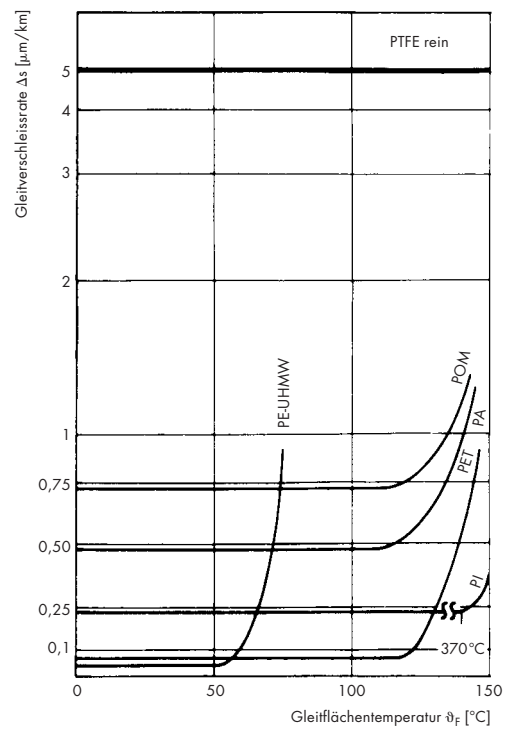


Einfluss der Temperatur

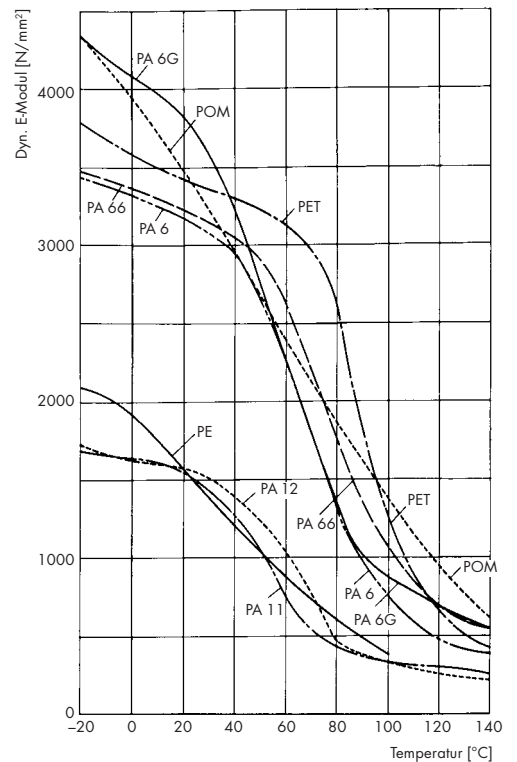
Bis zur Erreichung der maximal zulässigen Gleitlagertemperatur steigt der Reibungskoeffizient nicht wesentlich an. Auch der Gleitverschleiss im Trockenlauf verhält sich in diesem Bereich gleichmässig. Bei Überschreitung dieser Grenze erreicht die Gleitflächentemperatur – welche infolge Reibungswärme klar über der «Gleitlagertemperatur» liegt – ihren Grenzwert. Dabei steigen Reibwert und Verschleiss rapide an, was zu schweren Schäden führen kann. Im nachfolgenden Diagramm ist diese Grenze für einige Kunststoffe ersichtlich.

Die in der Tabelle angegebene maximal zulässige Gleitlagertemperatur wird im Trockenlauf, bei Einhaltung des maximal zulässigen pv-Wertes, nicht überschritten. Eine Erhöhung der Umgebungstemperatur hat bei diesen thermoplastischen Kunststoffen ein Absinken des Elastizitätsmodules zur Folge (Diagramm). Dabei verringert sich mit steigender Temperatur die zulässige spezifische Belastung p. Erhöhte Umgebungstemperaturen haben ausserdem einen grossen Einfluss auf die thermische Ausdehnung des Kunststoffes, was sowohl bei der Lagerspielberechnung als auch bei der Konstruktion zu berücksichtigen ist.

Gleitverschleiss in Abhängigkeit der Gleitflächentemperatur (bei Trockenlauf)



Elastizitätsmodul im Zugversuch in Abhängigkeit der Temperatur



Einfluss von Feuchtigkeit

Gewisse Kunststoffe, vor allem aber die Polyamide, nehmen aus der Umgebung Feuchtigkeit auf und verändern dadurch ihr Volumen. Sofern es sich nicht um geschlitzte, sehr dünnwandige Lager handelt, ist die Massänderung also unbedingt einzurechnen (siehe nachfolgende Diagramme über PA).

Selbst wenn durch ein vorgängiges Konditionieren (im Heisswasserbad) der Feuchtigkeitsgehalt bei PA 6, 66 und 46 erhöht wird, lässt sich die Massänderung im Betrieb nur angenähert errechnen. Präzisionslagerungen mit geringem Lagerspiel sind mit PA nicht möglich.

Die Kunststoffe POM und PET sind nicht hydrolysebeständig. Der Direktkontakt dieser Kunststoffe mit Heisswasser über +80 °C sowie tropischem Klima wie auch Kondenswasser ist zu vermeiden.

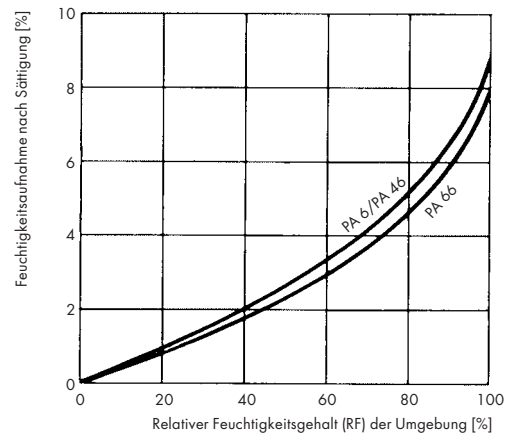
Einfluss von Chemikalien

Vor jedem Kontakt eines Kunststofflagers mit aggressiven gasförmigen oder flüssigen Medien ist mit Hilfe unserer chemischen Beständigkeitslisten die entsprechend geeignete Kunststoffqualität auszuwählen. Zu unterscheiden ist zwischen einem Dauerkontakt (z.B. bei Tauchlager), wo der Beständigkeitsindex A zwingend ist, oder nur einem Reinigungsvorgang oder Spritzer, wo der Index B genügt.

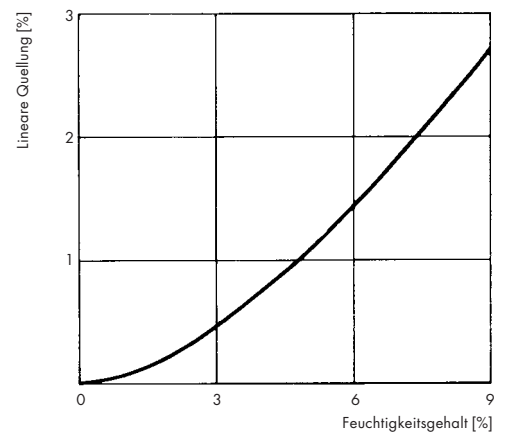
Chemisch unbeständige Kunststoffe verändern dabei in der Regel ihr Volumen – verbunden mit Mass- und Gewichtszunahme sowie Festigkeitsverlust – oder sie verspröden. Dem Korrosionsproblem auf der Metallseite ist speziell Rechnung zu tragen durch Verwendung entsprechender nichtrostender Stähle. Eintauchte Lager können als Nasslauflager angesehen werden. Das Medium dient der Kühlung der Gleiflächen, senkt den Reibungskoeffizienten oder bildet gar einen «Wasserfilm». Die Lebensdauer wird gegenüber Trockenlauflagern ansteigen.

Beispielsweise bei Säurepumpen verhindern PTFE/Kohlelager aufwendige Konstruktionen mit Wälzlagern und Dichtelementen.

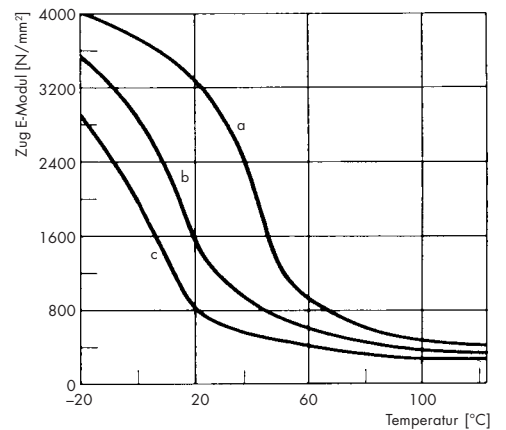
Feuchtigkeitsaufnahme von Polyamid 6, 46 und 66 in Abhängigkeit der Umgebungsfeuchtigkeit



Lineare Quellung (Massänderung) von PA in Abhängigkeit des Feuchtigkeitsgehaltes



Elastizitätsmodul im Zugversuch von PA 6 in Abhängigkeit der Temperatur und des Feuchtigkeitsgehaltes



a: 0,4 % Feuchtigkeitsgehalt
 b: 2,5 % Feuchtigkeitsgehalt
 c: 9 % Feuchtigkeitsgehalt

Kunststoff-Gleitlager mit Schmierung oder im Nasslauf

Wo kein absoluter Trockenlauf gefordert ist oder die zulässige Belastung oder auch die Gleitgeschwindigkeit an der Limite der zulässigen Werte liegt, ist eine Schmierung vorzusehen. Eine solche begünstigt die Reibungswerte wie auch den Verschleiss. Dies betrifft vor allem auch den Langzeiteinsatz von Gleitlagern. Bei einer Schmierung von Kunststoffgleitlagern unterscheiden wir zwischen

- einer konventionellen Schmierung mittels geeigneter Öl- oder Fettschmierfilme und
- einer inkorporierten Schmierung mittels Einlagerung von Festschmierstoffen wie PTFE und Graphit oder auch Flüssigschmierstoffen (Ölen).

Dabei werden nach kurzer Einlaufzeit mit erhöhtem Abrieb die Schmierstoffpartikel freigelegt, wonach ein verschleissmindernder Schmierfilm aufgebaut wird (z.B. PA 6 G LO mit Flüssigschmierstoff oder PA 6 G SL und PET-C SL mit Festschmierstoff).

Die konventionelle Schmierung kann als Initialschmierung einmalig bei der Montage (mit Ölen, Fetten, Pasten) oder als System mit Intervallen oder gar dauernd erfolgen. Der Schmierstofftyp soll den gegebenen Anforderungen wie auch dem Kunststofftyp angepasst werden. Üblicherweise sind dies mineralische oder synthetische Grundscherstoffe mit Additiven, jedoch ohne Zusätze von MoS_2 oder Graphit. Unsere Anwendungstechniker geben gerne entsprechende Empfehlungen ab. Bei einer Schmierung ist sicherzustellen, dass sich das Schmieröl oder -fett nicht mit Staub- oder Schmutzpartikeln paart, da dies eine stark verschleissfördernde «Schleifpaste» ergeben kann.

Es muss klar festgehalten werden, dass eine Schmierung gegenüber dem reinen Trockenlauf bezüglich Reibungswert und Verschleiss Vorteile bringt. Sowohl im Bereich der Mischreibung als auch der vollen Flüssigkeitsreibung mindert der Schmierfilm durch Trennung der Gleitflächen die Gefahr eines übermässigen Verschleisses. Eine Schmierung mittels Gleitlacken oder Pulvern bringt im Langzeiteinsatz nicht den gewünschten Erfolg. Auch Polyamide mit MoS_2 -Zusätzen bringen keine Vorteile, wohingegen PTFE-Qualitäten mit Kohle- oder Graphitzusätzen grosse Vorzüge bieten. Die pv-Werte für trockenlaufende als auch für geschmierte Gleitlager sind der Tabelle auf Seite 12.9 zu entnehmen.

Unter Nasslauf verstehen wir eingetauchte Lager, die zwar nicht geschmiert, aber in einem Nassfilm aus Wasser, Säuren, Laugen usw. laufen. Durch die Trennung der beiden Gleitflächen infolge des sich einstellenden Schmier- bzw. Nassfilms spielt die Kunststoffqualität bei der Gleitpaarung keine wesentliche Rolle mehr. Es wird sich ein Reibungskoeffizient um 0,05 bis 0,15 einstellen. Auch die zulässige Belastung kann dadurch erhöht werden.

Wie erwähnt, ist bei Nasslauf mit Wasser und Säuren sowohl das Korrosionsproblem der Metallteile als auch die Wasseraufnahme bei Polyamiden zu beachten.

Berechnung von Gleitlagern

Statische Gleitlager und Führungen

Bei ruhenden Lagern oder bei sehr kleinen Gleitgeschwindigkeiten ($<0,03$ m/s) entsteht kaum Reibungswärme. Für die Berechnung der zulässigen Lagerbelastung F ist also vorwiegend die Verformung begrenzend. Sehr häufig wird eine solche von ca. 2% toleriert. Der Tabelle auf Seite 12.9 ist für den entsprechenden Kunststoff die maximal zulässige mittlere spezifische Lagerbelastung p (in N/mm^2) für eine Verformung von ca. 2% bei Normklima (+23 °C/50% RF) zu entnehmen. Unterschieden wird zwischen Kurz- und Langzeitwert bei ungekammertem oder gekammertem Einbau. Bei erhöhten Temperaturen ist der Korrekturfaktor gemäss Diagramm zu berücksichtigen.

Begriffe und Einheiten

- F = Lagerbelastung (N)
- p = spezifische Belastung (N/mm^2)
(für Lagerbüchsen: mittlere spezifische Lagerbelastung)
- A = belastete Fläche (mm^2)
- v = Gleit- oder Umfangsgeschwindigkeit (m/s)
- n = Drehzahl (min^{-1})
- s = Lagerwandstärke (mm)
- l = Lagerlänge (mm)
- d = Wellendurchmesser (mm)
- D = Aussendurchmesser (mm)

Berechnung statischer Gleitlager

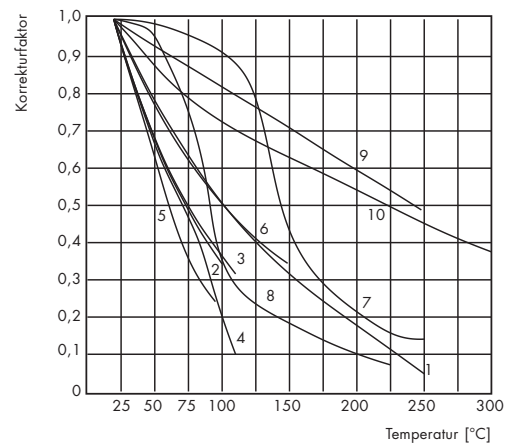
- A = belastete Fläche = Breite x Länge (mm^2) für Gleitplatten
- = Durchmesser x Länge (mm^2) für Gleitlager

$$p = \frac{\text{spezifische Lagerbelastung}}{\text{spezifische Lagerbelastung}} = \frac{F \text{ (Lagerbelastung)}}{A \text{ (belastete Fläche)}} \left(\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right)$$

(Der errechnete Wert p ist mit der maximal zulässigen spezifischen Belastung statisch in Tabelle auf Seite 12.9 zu vergleichen – er muss kleiner sein!)

Bei Umgebungstemperaturen über +23 °C ist der Korrekturfaktor nach Diagramm einzubeziehen.

Korrekturfaktor der zulässigen spez. Belastung in Abhängigkeit der Temperatur



1. PTFE 225
2. PA 6/66
3. POM
4. PET
5. PE-UHMW
6. PA 46
7. PEEK SL
8. PPS GF SL
9. VESPEL® PI SP21 / PAI
10. PBI

Kunststoffe für Gleitfunktionen und Gleitlagerberechnung (Richtwerte im Normalklima +23 °C/50% r.F.)

Werkstoff Kurzbezeichnung	APSOplast®-Bezeichnung	Elastizitäts- modul ^①	Temperatur- beständig- keit ^②	max. zulässige Gleitlager- temperatur T _{max.} °C	max. zulässige pv-Werte ^③				max. zulässige spez. Belastung ^④				Gleit- reibungs- koeffizient dynamisch ^⑤	Gleit- verschleiss ^⑥	Feuchtig- keits- aufnahme ^⑦	Wärme- ausdehnungs- koeffizient ^⑧	Ausdehnungsfaktor α ^⑨							
					im Trockenlauf		mit Schmierung		Langzeitwerte		Kurzzeitwert						in Normalumgebung = 50% r.F.				in Wasser oder über 80% r.F.			
					V=0.1 m/s N/mm ² ·m/s	V=1.0 m/s N/mm ² ·m/s	V=0.1 m/s N/mm ² ·m/s	V=1.0 m/s N/mm ² ·m/s	ungekammert N/mm ²	gekammert N/mm ²	ungekammert N/mm ²	ungekammert N/mm ²					-	µm/km	%	10 ⁻⁶ /K	bei +50 °C α	bei +70 °C α	bei +150 °C α	bei T _{max} α
PE-HMW	PE-HMW	1200	-100 bis +80	+65	0.04	0.03	0.30	-	6	24	17	0.20-0.25	>100	0.01	180	0.006	0.005	-	0.012	0.006	0.010	-	-	
PE-UHMW	PE-UHMW	>650	-260 bis +95	+80	0.08	0.05	0.35	0.22	5	20	12	0.15-0.25	35	0.01	180	0.006	0.005	-	0.012	0.006	0.010	-	-	
PA 6	PA 6	1400	-40 bis +85	+80	0.12	0.07	0.40	0.25	15	50	33	0.25-0.50	19	2.6-9.0	90	0.009	0.011	-	0.013	0.030	0.032	-	-	
PA 6 G	PA 6 G	1700	-30 bis +105	+90	0.13	0.08	0.50	0.31	20	68	44	0.25-0.50	12	2.2-6.5	80	0.008	0.010	-	0.013	0.022	0.024	-	-	
PA 6 G mod.	PA 6 G HS	1650	-30 bis +120	+100	0.14	0.09	0.50	0.31	20	68	44	0.25-0.50	9	2.2-6.5	80	0.008	0.010	-	0.013	0.022	0.024	-	-	
	PA 6 G PLUS	1550	-30 bis +105	+90	0.13	0.08	0.50	0.31	18	60	40	0.25-0.50	12	2.3-6.6	80	0.008	0.010	-	0.012	0.022	0.024	-	-	
	PA 6 G MO	1600	-30 bis +105	+90	0.13	0.08	0.50	0.31	19	64	42	0.25-0.50	8	2.4-6.7	80	0.008	0.010	-	0.012	0.022	0.024	-	-	
	PA 6 G SL	1500	-30 bis +105	+90	0.39	0.25	0.50	0.31	17	58	38	0.10-0.25	4	2.0-6.3	80	0.007	0.009	-	0.011	0.021	0.023	-	-	
	PA 6 G SL PLUS	1350	-20 bis +105	+90	0.48	0.30	0.50	0.31	14	48	31	0.10-0.20	2.5	2.0-6.3	85	0.007	0.009	-	0.011	0.021	0.023	-	-	
	PA 6 G LO	1450	-20 bis +105	+90	0.23	0.15	0.50	0.31	17	58	38	0.15-0.25	4.5	2.0-6.3	80	0.007	0.009	-	0.011	0.021	0.023	-	-	
PA 66	PA 66	1650	-30 bis +95	+90	0.13	0.08	0.50	0.31	18	60	39	0.25-0.50	14	2.4-8.0	80	0.008	0.010	-	0.012	0.026	0.028	-	-	
PA 66 GF30	PA 66 GF30	3200	-20 bis +120	+100	0.18	0.12	0.50	0.31	35	74	55	0.25-0.50	11	1.7-5.5	50	0.008	0.010	-	0.012	0.026	0.028	-	-	
PA 66 mod.	PA 66 MO	1675	-20 bis +95	+90	0.13	0.08	0.50	0.31	18	60	39	0.25-0.50	12	2.3-7.8	80	0.008	0.010	-	0.012	0.026	0.028	-	-	
PA 46	PA 46	1300	-40 bis +155	+120	0.16	0.10	0.55	0.35	19	64	42	0.25-0.50	18	2.8-9.5	80	0.009	0.012	-	0.017	0.031	0.033	-	-	
POM-C	POM-C	3100	-50 bis +115	+90	0.16	0.10	0.50	0.31	22	70	46	0.25-0.35	45	0.2-0.85	110	0.004	0.005	-	0.009	0.007	0.011	-	-	
POM-H	POM-H	3300	-50 bis +105	+90	0.16	0.10	0.50	0.31	24	75	50	0.25-0.35	40	0.2-0.85	95	0.004	0.005	-	0.009	0.007	0.011	-	-	
	POM-H SL	3200	-20 bis +150	+90	0.26	0.16	0.50	0.31	19	60	41	0.15-0.25	8	0.17-0.72	105	0.004	0.005	-	0.009	0.007	0.011	-	-	
PET-C	PET-C	3700	-20 bis +115	+90	0.15	0.09	0.50	0.31	40	84	62	0.25-0.35	3	0.25-0.5	60	0.003	0.004	-	0.006	0.003	0.005	-	-	
	PET-C SL	3450	-20 bis +115	+90	0.26	0.16	0.50	0.31	35	74	55	0.15-0.25	2	0.23-0.47	65	0.003	0.004	-	0.006	0.003	0.005	-	-	
PPS mod.	PPS GF SL	3700	-20 bis +220	+220	0.43	0.27	0.85	0.54	47	90	71	0.20-0.35	5	0.03-0.09	50	0.002	0.004	0.008	0.014	0.002	0.003	0.009	0.011	
PEEK	PEEK	4400	-60 bis +250	+250	0.33	0.21	0.95	0.60	49	93	73	0.25-0.50	28	0.20-0.45	50	0.002	0.005	0.007	0.018	0.003	0.004	0.009	0.011	
PEEK mod.	PEEK SL FDA	3750	-20 bis +250	+250	0.50	0.32	0.95	0.60	40	76	58	0.25-0.35	9	0.20-0.40	55	0.001	0.002	0.004	0.011	0.002	0.003	0.006	0.007	
	PEEK SL	5900	-20 bis +250	+250	0.66	0.42	0.95	0.60	57	100	83	0.20-0.30	2	0.14-0.3	30	0.001	0.002	0.004	0.011	0.002	0.003	0.006	0.007	
PAI mod.	PAI SL	4500	-200 bis +250	+250	0.32	0.20	0.95	0.60	59	100	74	0.25-0.50	5	2.5-4.5	30	0.004	0.005	0.006	0.010	0.005	0.006	0.008	-	
	PAI SL PLUS	5800	-200 bis +250	+250	1.10	0.69	1.20	0.76	73	115	88	0.10-0.40	1	1.9-3.5	25	0.003	0.004	0.005	0.008	0.004	0.005	0.006	-	
PI mod.	VESPEL® SP-21	2800	-271 bis +288	+250	2.10	1.32	1.70	-	45	88	54	0.30-0.40	3	1.0-2.0	40	0.003	0.004	0.007	0.012	0.004	0.006	0.007	-	
PBI	PBI	5800	-250 bis +310	+310	1.80	1.14	1.00	0.63	57	100	77	0.10-0.40	3	≤14	25	0.005	0.006	0.007	0.011	0.013	0.013	0.014	-	
PTFE	PTFE	550	-200 bis +260	+160	0.06	0.04	>0.50	-	5	30	10	0.08-0.10	>500	≤0.01	100-160	0.005	0.008	>0.020	0.032	0.005	0.008	0.020	0.032	
PTFE + Kohlepulver	PTFE 225	1275	-200 bis +260	+200	0.60	0.50	>1.00	-	12	35	20	0.10-0.15	35	≤0.01	95	0.003	0.005	0.013	0.020	0.003	0.005	0.013	0.020	
PTFE + Bronze	PTFE 660	1375	-200 bis +260	+200	-	-	>1.00	-	12	40	22	0.10-0.15	-	≤0.03	85	0.003	0.004	0.012	0.018	0.003	0.004	0.012	0.018	
PTFE-Fasergewebe	Metall/PTFE-Fasergewebe	-	-160 bis +180	+150	0.60	-	>0.50	-	210	210	210	ca. 0.05	-	≤0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PTFE mod.	PTFE HP 108	900	-260 bis +280	+260	~1.0	0.70	>1.60	-	12	35	20	0.15-0.28	4	≤0.02	70-95	0.002	0.005	0.014	0.024	0.002	0.005	0.014	0.024	
	PTFE HP 110	900	-260 bis +280	+260	~1.0	0.70	>1.60	-	12	35	20	0.12-0.25	4	≤0.02	70-95	0.002	0.005	0.014	0.024	0.002	0.005	0.014	0.024	
	PTFE HP 117	900	-260 bis +280	+260	~1.0	0.70	>2.00	-	12	40	22	0.15-0.25	3.5	≤0.02	85	0.002	0.004	0.011	0.018	0.002	0.004	0.011	0.018	
	PTFE HP 115	850	-260 bis +280	+220	~0.80	0.55	>1.60	-	10	30	18	0.10-0.20	30	≤0.02	95	0.002	0.005	0.014	0.024	0.002	0.005	0.014	0.024	
	PTFE HP 125	850	-260 bis +280	+221	~0.80	0.55	>1.60	-	10	32	19	0.10-0.20	30	≤0.02	105	0.003	0.005	0.015	0.024	0.003	0.005	0.015	0.024	
PTFE mod.	PTFE 207	1800	-200 bis +260	+260	0.40	0.25	1.00	0.63	14	48	20	0.15-0.25	5	≤2.0	100	0.003	0.004	0.007	0.014	0.006	0.007	0.010	0.013	
	PTFE 500	2200	-200 bis +260	+260	0.40	0.25	1.00	0.63	20	60	30	0.15-0.25	5	≤3.0	45	0.003	0.004	0.007	0.014	0.006	0.007	0.010	0.013	
PVDF	PVDF	2300	-50 bis +150	+150	0.16	0.10	0.55	0.35	14	45	31	0.25-0.50	455	≤0.05	130	-	-	-	-	-	-	-	-	

① Zugprüfung nach ISO 527
 ② Formbeständigkeit dauernd ohne Berücksichtigung der mechanischen Belastung
 ③ Im Trockenlauf unter Bedingungen ^④ und ^⑤
 Spezifische Druckbelastung dünnwandiger Teile bei ca. 2% Deformation, ungekammert
 ④ Im Trockenlauf gegen Stahl (C35, Ra 0,7 bis 0,9 µm, p=3 N/mm², v=0,33 m/s)
 ⑤ Unter Bedingung ^⑥ nach Gesamtgleitstrecke 28 km
 ⑥ Unterer Wert bei Raumklima, oberer Wert im Wasser
 ⑦ Im Temperaturbereich +20 bis +60 °C
 ⑧ Werte für Polyamide bis zur Sättigung im Normalklima 23 °C/50% r.F.
 ⑨ Max. spezifische Druckbelastung im Normalklima (+23 °C/50% r.F.)
 Für höhere Temperaturen ist der Korrekturfaktor aus dem Diagramm ROT zu berücksichtigen,
 ungekammert = stirnseitig freiliegende Lager, z. B. eingepresste Lagerbüchsen
 gekammert = allseitig metallisch eingefasste Lager
 ⑩ Für Lager mit Betriebsunterbrüchen erhöhen sich die aufgeführten max. zulässigen pv-Werte um den Korrektur-
 faktor gemäss Diagramm ROT (Relative Operating Time)
 ⑪ Der Ausdehnungsfaktor α dient der Lagerspielberechnung und ist temperatur- und feuchtigkeitsabhängig.
 Die max. zulässige Gleitlager-temperatur T_{max} kann der obigen Übersichtstabelle entnommen werden.

Anmerkung:
 Die Werte der Reibungs- und Verschleissversuche sind Systemwerte.
 Sie sind entscheidend von der Prüfanordnung abhängig. Sie sind daher als absolute Werte nur bedingt für eine
 bestimmte Anwendung umsetzbar, hingegen für Werkstoffvergleiche geeignet.

Dynamische Gleitlager (pv-Wert)

Wie vorgängig bereits erwähnt, darf zur Verhinderung eines übermässig auftretenden Verschleisses die maximal zulässige Gleitflächentemperatur auf keinen Fall überschritten werden. Als massgebende Grösse für den Betrieb bei Trockenlauf ist der pv-Wert – das Produkt der spezifischen Belastung p und der Gleitgeschwindigkeit v – zu ermitteln.

Daneben sind zusätzliche Faktoren wie Umgebungstemperatur, extreme Wandstärken, Kantenpressung mitzubersichtigen. Übersteigt der errechnete pv-Wert die in der Tabelle auf Seite 12.9 aufgeführten maximalen Grössen, ist eine Kühlung oder Schmierung vorzusehen, wenn nicht durch eine Vergrösserung der Lagerfläche das Problem gelöst werden kann.

Berechnung dynamischer Gleitlager (pv-Wert)

Spezifische Belastung

$$p = \frac{F \text{ (Lagerbelastung)}}{A \text{ (Wellendurchmesser} \cdot \text{Lagerlänge)}} \quad \left(\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right)$$

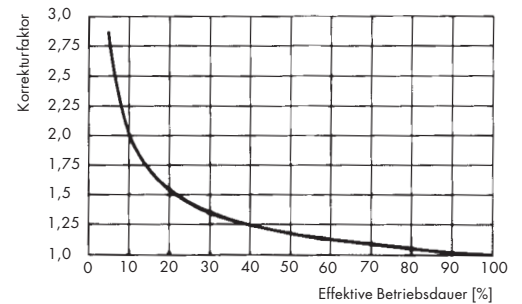
Umfangsgeschwindigkeit

$$v = \frac{d \text{ (Wellendurchmesser)} \cdot \pi \cdot n \text{ (Drehzahl)}}{1000 \cdot 60} \quad \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$$

$$\text{pv-Wert} = p \cdot v \quad \left(\frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{mm}^2 \cdot \text{s}} \right)$$

Der Gleitgeschwindigkeit v sind im Trockenlauf nach oben Grenzen gesetzt. Selbst bei niedrigster Belastung liegt für PTFE, PA, POM, PETP, PE der Maximalwert bei ca. 2 m/s. Für Gleitlager mit unterbrochenem Betriebszustand (Abkühlphase) können die pv-Werte gemäss Diagramm erhöht werden.

Diagramm ROT (Relative Operating Time)



pv-Wert Korrekturfaktor für Betriebszustände mit Unterbrüchen

Einleitung

Kunststoffe sind im Allgemeinen gute bis ausgezeichnete Isolatoren, neigen andererseits aber auch zur elektrostatischen Aufladung. Die gegenseitige Reibung technischer Bauteile, die für das Phänomen der statischen Elektrizität und deren Entladung verantwortlich ist, lässt sich nicht immer verhindern. Durch die Wahl geeigneter Werkstoffe kann dafür gesorgt werden, dass statische Aufladung möglichst gar nicht erst entsteht.

Das Isolationsverhalten wird durch den Widerstand charakterisiert, den der Werkstoff dem Durchgang des elektrischen Stroms entgegensetzt. Man unterscheidet zwischen dem Durchgangswiderstand, der lediglich den im Werkstoffinneren fließenden Strom berücksichtigt und den an der Oberfläche fließenden Anteil ausschließt, und dem Oberflächenwiderstand. Letzterer wird zwischen auf der Oberfläche aufgesetzten Elektroden gemessen. Durch den Zusatz elektrisch leitender Füllstoffe werden Leitfähigkeiten erreicht, die speziellen Anforderungen gerecht werden.

Elektrostatische Aufladung verhindern

An vielen Produktionsanlagen kann Abrieb oder eine Schädigung des Prozessguts durch elektrostatische Aufladung zu Betriebsstörungen führen. Jede ungewollte Explosion ist ein rein zufälliges, nicht vorhersehbares Ereignis, indem zu gleicher Zeit am gleichen Ort ein zündfähiges Stoffgemisch und eine Zündquelle mit ausreichender Zündenergie zusammentreffen.

Um Prozesse sicher zu machen, müssen diese Zufälligkeiten durch gegensätzliche Sicherheiten ersetzt werden. Mit der ATEX-RL 94/9/EG (ATEX 95) wurde eine europaweit geltende Grundlage – für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemässen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen – geschaffen. Das bedeutet, neben der Vermeidung explosiver Stoffe oder Konzentrationen entsprechende modifizierte Kunststoffe einzusetzen, die durch kontrollierte Ableitung statischer Aufladung eine Zündfunkenbildung ausschliessen. Die guten Isolationseigenschaften von Kunststoffen lassen sich durch Additive stufenweise in statisch ableitende und elektrisch leitfähige Kunststoffe verändern.

Im Bereich der elektrostatisch ableitenden Kunststoffe werden häufig antistatische Additive, sogenannte Antistatika, verwendet.

Die meisten leitfähigen thermoplastischen Compounds enthalten Füllstoffe in Form von Leitrusen, Kohlefasern, Metallpulver oder Metallfasern. Diese Gruppe liegt in einem Wertebereich des Oberflächenwiderstandes von ca. 10^2 bis $10^6 \Omega$ und ist somit sehr interessant für technische Lösungen mit Explosionsschutzforderungen.

Elektrostatisch ableitende / elektrisch leitfähige Kunststoffe

Werkstoff-Handelsname		Oberflächenwiderstand
PE-UHMW ED		$10^6 - 10^8 \Omega$
PE-UHMW EC		$< 10^6 \Omega$
PE-UHMW ED FDA		$\leq 10^5 \Omega$
PE-UHMW FR		$< 10^4 \Omega$
PVC-U FO		$> 10^{15} \Omega$
PVC-U FO ED		$10^{12} \Omega$
PA 66 CF20		$10^2 - 10^4 \Omega$
POM-C ED		$10^9 - 10^{11} \Omega$
POM-C EC		$10^3 \Omega$
PMMA XT ED	elektrostatisch ableitende Oberflächenbeschichtung	$10^6 - 10^8 \Omega$
PC EC	elektrisch leitfähige Oberflächenbeschichtung	$10^5 - 10^7 \Omega$
POM-C ED	für fördertechnische Anwendungen	$10^9 - 10^{11} \Omega$
PEEK EC	bei hohen Temperaturen und Lasten	$10^2 - 10^4 \Omega$
PEI EC	ausgezeichnete mechanische Eigenschaften	$10^4 - 10^6 \Omega$
PTFE EC	für hohe Temperaturen und geringe Reibung	$10^4 \Omega$
PAI ED	hohe mech. Festigkeit bei hohen Temperaturen	$10^9 - 10^{11} \Omega$

Einleitung

PTFE und Silikon beschichtete Gewebe bieten einmalige Eigenschaften. Beide Produkte basieren auf einem Glas- oder Aramidfasergewebe, welches mit Polytetrafluorethylen (PTFE) oder Silikon imprägniert ist. Diese Kombination ergibt einen Verbundwerkstoff, welcher die hervorragenden chemischen und physikalischen Eigenschaften von PTFE oder Silikon und die Dimensionsstabilität und mechanische Festigkeit der Glasgewebe vereint.

Eigenschaften

Polytetrafluorethylen (PTFE)beschichtete Gewebe:

Eine Auswahl von verschiedenen PTFE beschichteten Glas- oder Aramidfasergewebe bietet ein breites Angebot, um das richtige Produkt für verschiedenste Anwendungen zu finden, wie für Heissiegelbacken in Verpackungsmaschinen, Antihafbelag in der Lebensmittelverarbeitung, Pharma- und Chemieanlagen usw.

Haupteigenschaften:

- Extrem antiadhäsive Oberfläche
- Minimaler Gleitreibungskoeffizient
- Weiter Anwendungstemperaturbereich (von -200 °C bis $+260\text{ °C}$)
- Sehr hohe chemische Beständigkeit
- Beständig gegen Schimmel, Pilze und Bakterien
- Nicht toxisch
- Hohe mechanische Festigkeit und Dimensionsstabilität
- Geringe thermische Ausdehnung
- Gute dielektrische Eigenschaften
- Mikrowellen- und UV-Licht-Durchlässigkeit

Silikon beschichtete Glasfasergewebe:

Verbinden die sehr gute Festigkeit und Dimensionsstabilität von Glasfasergeweben mit den hervorragenden Eigenschaften der hochtemperaturbeständigen Silikonbeschichtung. Dieses Produkt bietet ausgezeichnete thermische und mechanische Eigenschaften. Zusätzlich bietet die Silikonbeschichtung eine höhere Reibkraft als PTFE-beschichtetes Glasgewebe unter Beibehaltung der hervorragenden Antihafteigenschaften, speziell im Kontakt mit klebrigen Substanzen. Mit einer Dauergebrauchstemperatur von bis zu $+250\text{ °C}$ können diese Gewebe in verschiedensten Anwendungen, wie Hitzeschutzvorhänge, Antihafbeläge oder Antihafbänder usw. eingesetzt werden.

Haupteigenschaften:

- Ausgezeichnete Antihafteigenschaft bis zu $+250\text{ °C}$
- Gute chemische Beständigkeit
- Sehr hohe Verschleissfestigkeit und hohe Flexibilität
- Gute dielektrische Eigenschaften

Selbstklebende Gewebe und Bänder

Das Sortiment umfasst alle PTFE beschichteten Glasgewebe, in Rollen an verschiedenen Breiten geschnitten. Das Gewebe dieser Rollen ist einseitig mit einer drucksensiblen Klebstoffschicht ausgerüstet. Dieser Klebstoff kann auf Silikon- oder Acrylkontaktklebstoff basieren. Silikonkontaktklebstoff bietet einen enorm weiten Dauertemperatur-Einsatzbereich von -73 °C bis $+200\text{ °C}$, kurzfristig bis $+260\text{ °C}$. Acrylkontaktklebstoff hat dagegen eine höhere Anfangshaftung und einen Einsatzbereich von -40 °C bis $+175\text{ °C}$. Die Klebstoffschicht wird mit einer Schutzfolie geschützt und kann vor Gebrauch abgezogen werden.

PTFE beschichtete Glasgewebe

Kategorisierung und Verwendungsart	Typ	Nominalstärke	Nominalgewicht	PTFE-Anteil (nominal) %	Zugfestigkeit längs × quer N/cm	Standard- breite mm
		mm	g/m ²			
Standard – Rollenware Für allgemeine Verwendungen am besten geeignet. Diese Gewebe weisen eine glatte Oberfläche und aussergewöhnliche Antihafteigenschaften auf. Hauptsächlich verwendet als Schweissfolien bei Heissiegel- und Laminierverfahren, als Antihaftoberflächen für Farben, Klebstoffe, Harze und Nahrungsmittelprodukte.	■ 203	0,070	130	63	180 × 140	1000
	■ 205	0,120	250	58	290 × 260	1000
	■ 310	0,225	470	56	520 × 410	1000
	■ 314	0,315	630	54	660 × 510	1000
Premium – Rollenware Extradicke PTFE-Beschichtung für Transportbänder, die eine extraglatte Oberfläche benötigen, z.B. Laminat-Schweissfolien und andere Heissiegel- und Antihafanwendungen.	■ 206	0,140	300	65	310 × 260	1010
Antistatisch – Rollenware Antistatische, halbleitende Beschichtungen mit Kohlenstofffasern für halbleitende und antistatische Materialeigenschaften. Diese Eigenschaften vermeiden oder verringern elektrostatische Aufladung bei Gleit- und Reibanwendungen.	■ 205 ED	0,120	250	58	300 × 280	1000
	■ 310 ED	0,225	470	56	520 × 410	1000

■ Standard, vorrätig

Hinweis:

Alle Gewebe in diversen Rollenbreiten erhältlich.

Die Angaben zu Nominalstärke und Zugfestigkeit sind als Richtgrössen und nicht als Mindestwerte zu verstehen. Ein vollständiges und aktuelles Produktspezifikationsdatenblatt können Sie bei unserem Kundendienst beziehen. Die erhältlichen Breiten unterliegen gelegentlichen Änderungen. Bestimmte Breiten können aus dem Sortiment genommen werden, während andere neu in das Sortiment aufgenommen werden. Details auf Anfrage.

Gewicht g/m² ±5% Prozessschwankungen, PTFE-Anteil ±2% Prozessschwankungen.

PTFE beschichtete Gewebe (einseitig selbstklebend)

Kategorisierung und Verwendungsart	Typ	Dicke ohne Klebstoff mm	Gewicht g/m ²	PTFE-Anteil %	Kleberdicke Micron	Klebkraft N/cm	Rollenbreite mm
Industrie – Rollenware Mittlere PTFE-Beschichtung, verwendet vor allem in der Verpackungsindustrie und als Schweissfolien bei der Herstellung von Plastikrüten.	■ 203 SA	0,070	130	63	45	5,3	1000
Standard – Rollenware Für fast alle Anwendungen, die eine glatte Oberfläche benötigen. Ein Produkt mit aussergewöhnlichen Antihafteigenschaften. Hauptsächlich verwendet als Schweissfolien bei Heissiegel- und Laminierverfahren, als Antihaftoberflächen für Lacke, Klebstoffe, Harze und Nahrungsmittelprodukte.	■ 205 SA	0,120	250	58	45	6,2	1000
	■ 310 SA	0,225	470	56	45	7,5	1000
Premium – Rollenware Extradicke PTFE-Beschichtung für Spezialanwendungen, die eine extraglatte Oberfläche benötigen, z. B. Laminat-Schweissfolien und andere Heissiegel- und Beschichtungsanwendungen.	■ 206 SA	0,140	300	65	45	6,3	1010
Antistatisch – Rollenware Antistatische, halbleitende Beschichtungen mit Kohlenstofffasern für halbleitende und antistatische Materialeigenschaften. Diese Eigenschaften vermeiden oder verringern elektrostatische Probleme bei Bänder- und Ziehpallettenanwendungen.	■ 205 ED SA	0,120	250	58	45	6,2	1000
	■ 310 ED SA	0,225	470	56	45	7,5	1000

■ Standard, vorrätig

Hinweis:

Alle Gewebe in diversen Rollenbreiten erhältlich. Die Angaben zu Nominalstärke und Zugfestigkeit sind als Richtgrössen und nicht als Mindestwerte zu verstehen. Ein vollständiges und aktuelles Produktspezifikationsdatenblatt können Sie bei unserem Kundendienst beziehen. Die erhältlichen Breiten unterliegen gelegentlichen Änderungen. Bestimmte Breiten können aus dem Sortiment genommen werden, während andere neu in das Sortiment aufgenommen werden. Details auf Anfrage. Gewicht g/m² ±5% Prozessschwankungen, PTFE Anteil ±2% Prozessschwankungen.

SILIKON-beschichtete Glasgewebe

Kategorisierung und Verwendungsart	Typ	Dicke ohne Klebstoff	Gewicht	Zugfestig- keit längs × quer	Rollen- breite	Rollen- länge
		mm	g/m ²	N/cm	mm	m
Beidseitige Beschichtung – Rollenware Diese Art von silikonbeschichteten Glasgewebe wird oft in der Verpackungsindustrie für Vorhänge vor Durchlauföfen eingesetzt.	■ S-6006 W	0,180	260	200 × 90	1000	50
Einseitige Beschichtung – Rollenware Diese Gruppe wird meist als ökonomischer Ausrückzylinder für Druckplatten oder Walzen, als kostengünstiger Puffer und Abdeckung verwendet.	■ S-6014 W OS	0,260	360	–	1000	50

■ Standard, vorrätig
W weisse Beschichtung
OS einseitige Beschichtung

Hinweis:

Alle Gewebe in diversen Rollenbreiten erhältlich.
Die Angaben zu Nominalstärke und Zugfestigkeit sind als Richtgrößen und nicht als Mindestwerte zu verstehen. Ein vollständiges und aktuelles Produktspezifikationsdatenblatt können Sie bei unserem Kundendienst beziehen. Die erhältlichen Breiten unterliegen gelegentlichen Änderungen. Bestimmte Breiten können aus dem Sortiment genommen werden, während andere neu in das Sortiment aufgenommen werden. Details auf Anfrage. Gewicht g/m² ± 5% Prozessschwankungen, Silikonanteil ± 2% Prozessschwankungen.

Richtlinien zur Bearbeitung von Kunststoff-Halbfabrikaten	15.1 – 15.2
Mechanische Bearbeitungsverfahren	15.3 – 15.5
Wärmebehandlung von Kunststoffen (Tempern)	15.6 – 15.7
Kleben von Kunststoffen	15.8 – 15.11
Schweissen von Kunststoffen	15.12

Richtlinien zur Bearbeitung von Kunststoff-Halbfabrikaten

Um sich in der vielfältigen Welt der Kunststoffe auszukennen, bedarf es umfangreicher Schulungen und langjähriger Praxis. Unsere Fachberater informieren sich ständig über das, was der Markt zu bieten hat, um Ihnen ein kompetenter Gesprächspartner zu sein. Unser gut sortiertes Lager und unsere Zusammenarbeit mit leistungsstarken Partnern garantieren Ihnen eine hohe Lieferbereitschaft in allen gängigen Werkstoffen und Grössen. Thermoplaste wie auch verstärkte Kunststoffe lassen sich problemlos auf gewöhnlichen Metall- und zur Grobzerspannung auf Holzbearbeitungsmaschinen bearbeiten. Um beste Resultate zu erhalten, sollte jedoch den besonderen Eigenschaften der Kunststoffe Rechnung getragen werden.

Aufgrund der schlechten Wärmeleitfähigkeit und der relativ niedrigen Schmelztemperaturen der thermoplastischen Kunststoffe muss darauf geachtet werden, dass bei der Bearbeitung möglichst wenig Wärme entwickelt und auf das zu bearbeitende Werkstück übertragen wird.

Um die Folgen einer thermischen Überbeanspruchung (Verfärbung und sogar Aufschmelzen der Oberfläche) des Kunststoffes zu vermeiden, sind folgende Punkte zu beachten:

- Nur einwandfreie geschärfte Werkzeuge verwenden
- Auf eine gute Wärmeabfuhr achten (evtl. Luft- oder Wasserkühlung vorsehen)

Dem grossen thermischen Ausdehnungskoeffizienten der Kunststoffe (bis zehnfach gegenüber Stahl) muss Rechnung getragen werden. Messungen haben bei +23 °C zu erfolgen.

Da die auftretenden Kräfte bei der Zerspannung der technischen Kunststoffe bedeutend geringer sind als bei Metallen, genügen demzufolge auch kleinere Aufspannkräfte. Zu grosse Spannkkräfte bringen oft Verformungen der Werkstücke mit sich. Vermeiden Sie jede Möglichkeit, dass sich das Werkstück aus der Aufspannung lösen kann. Da Kunststoffe nicht so steif wie Metalle sind, ist es wichtig, dass sie während der Bearbeitung gestützt werden, um ein Wegdrücken oder eine Verformung zu vermeiden. Zum Beispiel wird bei der Bearbeitung von dünnwandigen Buchsen ein Kern zur Stabilisierung verwendet, um einen guten Rundlauf und kleinere Toleranzen erzielen zu können.

Werkzeuge

HSS-Werkzeuge sind für viele Kunststoffe geeignet. Hartmetall- und keramische Werkzeuge oder Diamantschneiden werden bei Serienfertigungen bevorzugt und sind unumgänglich bei der Bearbeitung thermoplastischer Kunststoffe mit Graphit-, Glasfaser- oder Kohlefaserzusätzen und besonders bei den glasgefüllten Duroplasten (hohe Lebensdauer der Werkzeuge und hohe Oberflächengüte). Auch für die Bearbeitung von PBI oder PAI ist es empfehlenswert, mit Diamantwerkzeugen zu arbeiten, weil sie optimale Ergebnisse zeigen. Hartmetallwerkzeuge können bei sehr kurzen Arbeitsabläufen verwendet werden.

Kühlung

Ausser beim Bohren ist eine Kühlung bei thermoplastischen Kunststoffen üblicherweise nicht unbedingt notwendig. Wenn die Schneidfläche gekühlt wird, lassen sich jedoch bessere Oberflächen bzw. Toleranzen erzielen.

Wo eine Kühlung infolge hoher Bearbeitungstemperaturen notwendig ist, können die üblichen Kühlmittel oder Bohremulsionen verwendet werden. Dies gilt jedoch nicht für amorphe Kunststoffe, welche zur Spannungsrissbildung neigen, wie z.B. PC, PSU, PPSU, PEI, PEI EC usw. Für diese Werkstoffe sind reines Wasser oder Pressluft die geeignetsten Kühlmittel.

Wenn Kühlflüssigkeiten auf öllösllicher Basis oder Universalöl bei der Zerspanung von amorphen Thermoplasten nicht vermieden werden kann (z.B. beim Bohren von grösseren Durchmessern und/oder tieferen Löchern oder beim Gewindeschneiden), sollten die Teile gleich nach der Zerspanung zuerst mit Isopropylalkohol gereinigt und nachher mit reinem Wasser gespült werden, um das Risiko der Rissbildung so gering wie möglich zu halten.

Ein starker Strahl mit Pressluft oder Kühlmittel beseitigt Späne von dem Werkstück, so dass sie sich nicht um die Schneidwerkzeuge wickeln.

Masshaltigkeit und Bearbeitungstoleranzen

Die Bearbeitungstoleranzen für Werkstücke aus Kunststoffen sind wesentlich grösser als bei Metallteilen.

Die Gründe hierfür sind:

- Der bedeutend grössere thermische Ausdehnungskoeffizient der Kunststoffe
- Die Volumenveränderung durch eine eventuelle Feuchtigkeitsaufnahme (hauptsächlich bei Polyamiden)
- Verzug bzw. während und nach der Bearbeitung auftretende Verformungen infolge Freiwerden von Restspannungen

Das letztere Phänomen wirkt sich besonders gravierend aus bei grossvolumigen Änderungen des Querschnittes sowie bei asymmetrisch zu bearbeitenden Teilen. In vielen Fällen, abhängig von den notwendigen Toleranzen, erweist sich eine thermische Behandlung (Verfahren zum Reduzieren der Restspannungen) nach einer vorgängigen Bearbeitung und vor der Fertigstellung des Teiles als notwendig (siehe entsprechende Temperaturrichtlinien).

Als Grundregel trifft für gedrehte und gefräste Teile zu, dass eine Fertigungstoleranz von 0,1 bis 0,2% der Nominalabmessung eingehalten werden kann, und dies ohne besondere vorsorgliche Massnahmen (minimale Toleranz für kleine Abmessungen ist 0,05 mm). In diesem Zusammenhang können die ISO 2768 (ehemals DIN 7168) sowie die Schweizer «Empfehlungsschrift Kunststoff-Toleranzen» der Fachgruppe FABH des Fachverbandes KVS als Richtlinie verwendet werden.

Mechanische Bearbeitungsverfahren

Die empfohlenen Werkzeugschnittwinkel, Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe finden Sie in der Tabelle «Richtwerte für die zerspanende Bearbeitung von Kunststoffen».

Drehen

Beim Drehen und Bohren kann durch die Verwendung einer Absaugung ein kontinuierlicher Spanabfluss erreicht werden (direkte Entsorgung des Spanes). Für Oberflächen mit besonders hoher Qualität ist die Schneide (Bild 1) als Breitschlichtschneide auszuführen. Beim Abstechen sollte der Meissel (Bild 4) geschliffen sein, um eine Butzenbildung zu vermeiden. Bei dünnwandigen und besonders flexiblen Werkstücken dagegen arbeitet man vorteilhafter mit messerähnlich geschliffenen Werkzeugen (Bilder 2 und 3).

Fräsen

Beim Fräsen können Langlochfräser, Planfräser oder Stirnwalzenfräser verwendet werden. Für plane Flächen ist das Stirnfräsen wirtschaftlicher als das Umfangsfräsen. Beim Umfangs- und Formfräsen sollten die Werkzeuge nicht mehr als zwei Schneiden haben, damit Schwingungen auf Grund der Schneidenzahl klein bleiben und die Spanräume genügend gross sind. Einschneidewerkzeuge bieten den Vorteil der optimalsten Spanabfuhr, Schnittleistungen und Oberflächengüten. Die empfohlenen Werkzeugschnittwinkel, Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe finden Sie in der Tabelle «Richtwerte für die zerspanende Bearbeitung von Kunststoffen».

Bohren

HSS-Spiralbohrer sind meistens gut geeignet. Diese sollten einen Drallwinkel von 12° bis 16° und sehr glatte Spiralnuten zur guten Spanabfuhr besitzen. Eine gute Kühlung mit flüssigem Kühlmittel ist beim Bohren wegen der grossen Wärmeentwicklung unerlässlich. Zur Erreichung einer guten Wärme- und Spanabfuhr ist der Bohrer regelmässig aus dem Bohrloch zu ziehen, besonders wenn es sich um tiefe Bohrungen handelt. Grössere Durchmesser sind vorzubohren bzw. mittels Hohlbohrer oder durch Ausstechen herzustellen. Beim Bohren ins volle Material ist besonders auf einwandfrei geschärfte Bohrer zu achten, da sonst die entstehende Druckspannung bis zum Reißen des Materials anwachsen kann.

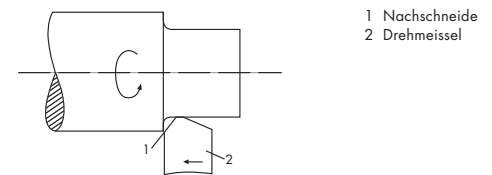
Verstärkte Kunststoffe (wie z.B. PEEK SL oder PEEK GF30, PA 66 GF30 usw.) besitzen höhere Verarbeitungsrestspannungen bei geringer Schlagzähigkeit als unverstärkte und sind daher besonders rissempfindlich. Sie sollten nach Möglichkeit vor dem Bohren auf +120 bis +150 °C erwärmt werden (Erwärmungszeit ca. 1 Std. pro 10 mm Querschnitt). Es ist zu beachten, dass nach dem Bohren, d.h. vor dem weiteren Bearbeiten, das Werkstück wieder durchgehend auf Raumtemperatur abgekühlt ist.

Sägen

Besonders geeignet sind Bandsägen, Kreissägen oder Bügelsägen mit einer relativ grossen Zahnteilung und einer leichten Zahnschrägung, damit eine gute Spanabfuhr erreicht und keine Hemmung des Sägeblattes herbeigeführt wird. Um Vibrationen und daraus resultierende unsaubere Schnittkanten oder sogar Bruch zu vermeiden, müssen die zu spanenden Teile richtig am Werkstisch festgespannt werden.

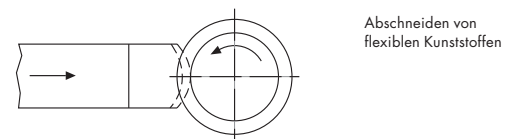
Achtung: Verstärkte Werkstoffe werden vorzugsweise mit einer Bandsäge geschnitten, deren Blatt eine Zahnteilung von 4 bis 6 mm (PBI: 2 bis 3 mm) hat. Das Verwenden von Kreissägen verursacht oft Risse und wird daher nicht empfohlen.

Bild 1



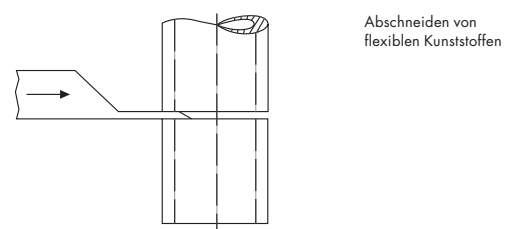
1 Nachschneide
2 Drehmeissel

Bild 2



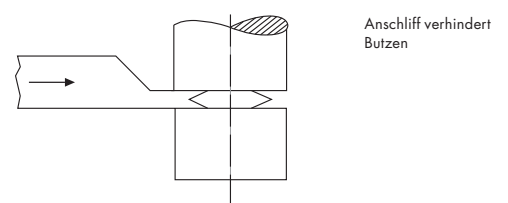
Abschneiden von flexiblen Kunststoffen

Bild 3



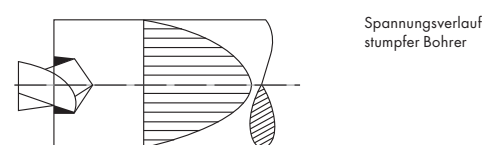
Abschneiden von flexiblen Kunststoffen

Bild 4



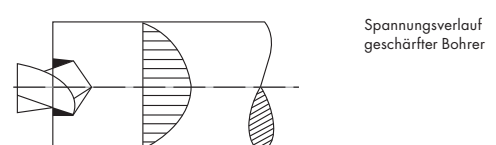
Anschliff verhindert Butzen

Bild 5



Spannungsverlauf stumpfer Bohrer

Bild 6



Spannungsverlauf geschärfter Bohrer

Zuordnung der Toleranzreihe (Empfehlung)

Masse mit Toleranzangabe

Tabellen nach DIN ISO 286-1 (SN EN 20286-1)
ISO-Toleranzqualitäten in 0.001 mm (µm)

Für Frästeile aus Kunststoffen

Nennmassbereich	ISO-Toleranzreihe (IT)										
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
≥ 1 ≤ 3 mm	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600
> 3 ≤ 6 mm	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750
> 6 ≤ 10 mm	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900
> 10 ≤ 18 mm	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100
> 18 ≤ 30 mm	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300
> 30 ≤ 50 mm	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600
> 50 ≤ 80 mm	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900
> 80 ≤ 120 mm	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200
> 120 ≤ 180 mm	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500
> 180 ≤ 250 mm	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900
> 250 ≤ 315 mm	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200
> 315 ≤ 400 mm	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300	3600
> 400 ≤ 500 mm	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000

Masskorrekturen: ■ A, IT 10 bis 13 ■ B, IT 11 bis 14

Für Drehteile aus Kunststoffen

Nennmassbereich	ISO-Toleranzreihe (IT)										
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
≥ 1 ≤ 3 mm	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600
> 3 ≤ 6 mm	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750
> 6 ≤ 10 mm	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900
> 10 ≤ 18 mm	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100
> 18 ≤ 30 mm	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300
> 30 ≤ 50 mm	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600
> 50 ≤ 80 mm	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900
> 80 ≤ 120 mm	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200
> 120 ≤ 180 mm	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500
> 180 ≤ 250 mm	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900
> 250 ≤ 315 mm	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200
> 315 ≤ 400 mm	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300	3600
> 400 ≤ 500 mm	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000

Masskorrekturen: ■ A, IT 9 bis 11 ■ B, IT 10 bis 13

Masse ohne Toleranzangabe

Tabellen nach DIN ISO 2768-1 (SN EN 22768-1)
(früher DIN 7168/SN258440, nicht für Neukonstruktionen)

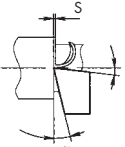
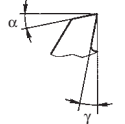
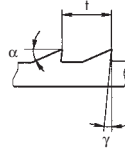
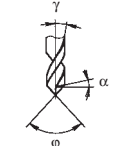
Empfohlene Allgmeintoleranz für Frästeile und Drehteile

Genauigkeitsgrade	Nennmassbereich							
	bis 6 mm	über 6 bis 30 mm	über 30 bis 120 mm	über 120 bis 400 mm	über 400 bis 1000 mm	über 1000 bis 2000 mm	über 2000 bis 4000 mm	über 4000 mm
fein	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2	±0.3	±0.5	–	–
mittel	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2	±3
grob	±0.2	±0.5	±0.8	±1.2	±2	±3	±4	±5
sehr grob	±0.5	±1	±1.5	±2.5	±4	±6	±8	±10

Empfehlung:
Für maschinenbautechnische Teile mit Vermassung ohne Toleranzangabe ist der Genauigkeitsgrad m (mittel), in Sonderfällen f (fein) zu wählen.

Zerspanende Bearbeitung

Richtwerte für die zerspanende Bearbeitung von Kunststoffen

Bearbeitungsart	Formelzeichen	Einheit	Elastische Kunststoffe z.B. PUR ab 90 Shore A	Thermoplaste				Duroplaste		
				weich PE, PP, PTFE	zähhart PA, PC PVDF	hart unverstärkt Hart-PVC, POM, PET, PPE, PMMA, PEEK	eher sprödhart PSU, PEI, PAI, PBI Kurzglasfaser- verstärkte Typen	Hartpapier Hartgewebe Hp, Hgw PI	Glasart- gewebe, EP-Hgw, Pultrusions- profile UP-GF	
Drehen										
	Freiwinkel	α	°	8–10	10–15	5–15	5–15	5–10	10–15	5–11
	Spanwinkel	γ	°	25	5–10	0–10	0–10	2–6	5–25	0–12
	Schnittgeschw.	v	m/min	100–150	200–300	200–500	200–500	200–400	100–300	<40
	Vorschub	S	mm/U	0.1–0.3	0.05–0.5	0.05–0.5	0.05–0.5	0.1–0.2	0.05–0.5	0.05–0.2
Fräsen										
	Freiwinkel	α	°	10	5–15	5–15	5–15	5–15	bis 15	bis 10
	Spanwinkel	γ	°	25	5–10	0–15	0–15	1–6	5–15	5–15
	Schnittgeschw.	v	m/min	200–400	<500	200–500	<200	<200	100–200	<200
	Vorschub	S	mm/Zahn	>0.05	0.1–0.5	<0.05	<0.05	<0.05	0.05–0.5	0.05–0.2
Sägen										
	Freiwinkel	α	°	20–40	20–30	10–15	10–15	15–20	30–40	Diamant- Trennscheibe
	Spanwinkel	γ	°	5–10	5–8	0–15	0–15	0–10	3–6	
	Schnittgeschw.	v	m/min	~2000	<3000	<3000	<3000	<3000	<4000	
	Zahnteilung	t	mm	5–10	3–8	8–45	8–25	8–25	6–10	
Bohren										
	Freiwinkel	α	°	8–10	10–16	10–12	5–10	5–10	8–12	Diamantkrone
	Spanwinkel	γ	°	80	3–5	3–5	3–5	3–5	6–10	
	Spitze	φ	°	>90	90	90–120	90–120	90–120	80–90	
	Schnittgeschw.	v	m/min	40–50	50–200	50–100	50–100	50–80	100–120	
	Vorschub	S	mm/U	0.01–0.04	0.1–0.5	0.1–0.3	0.1–0.3	0.1–0.3	0.04–1	

① HSS-Werkzeug
 ② Hartmetall-bestücktes Werkzeug
 ③ Diamant-beschichtetes Werkzeug

Wärmebehandlung von Kunststoffen (Tempern)

Tempern ist eine Temperaturbehandlung, die folgenden Zwecken dient:

- Steigerung der Kristallinität zur Verbesserung der Festigkeit und Chemikalienbeständigkeit
- Reduktion der inneren Spannungen, die durch Extrusion oder Zerspanung entstehen
- Erhöhung der Dimensionsstabilität über einen breiten Temperaturbereich

Halbzeuge von Angst+Pfister sind bereits einem spannungsentlasteten Temperprozess unterzogen worden, wodurch die durch den Herstellungsprozess entstandenen Eigenstressungen auf ein Minimum abgebaut wurden. Dies gewährleistet optimale Dimensionsstabilität während und nach der mechanischen Bearbeitung.

Werden bei der spannenden Bearbeitung von Kunststoff-Halbzeugen erhöhte Anforderungen an die Dimensionsstabilität (Toleranzen, Verzug...) gestellt, empfiehlt sich unter Umständen, nach einer groben Vorzerspannung und vor der Endzerspannung einen dazwischenliegenden Temperprozess einzuschalten, um die bestmögliche Masshaltigkeit und Beständigkeit zu erreichen. Tempern von Kunststoffen kann in Luft, in Stickstoff oder in Öl erfolgen. Bei Anwendungen in Luft über +100 °C können insbesondere bei Polyamid (natur) infolge Oxidation Verfärbungen auf der Oberfläche auftreten, welche meistens während der mechanischen Bearbeitung wieder verschwinden. Eine zweite Variante ist, das Werkstück vor der Endzerspannung mindestens 48 Stunden unter Umgebungsbedingungen zu lagern und damit stabilisieren zu lassen.

Temperatur-Richtwerte für Wärmebehandlungen (Tempern)

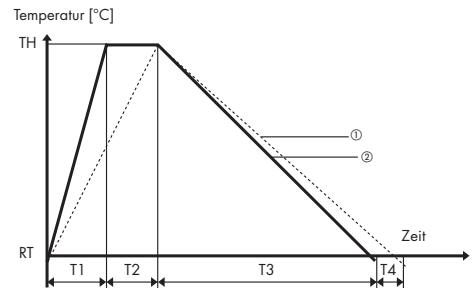
Kunststoff	Temperatur °C
PVC-U (Hart-PVC)	65
PE	120
PP	140
PMMA	80
PC	130
PA 6, PA 66	150
PA 66 GF30	170
POM-H und POM-C	150
PET-C	150
PPE	130–160
PSU	170
PPSU, PEI	200
PPS	200
PEEK	250
PAI	①
PI	220–260
PBI	②
PTFE	250
PVDF	150
PCTFE	160–200

① **PAI** Um eine maximale chemische Beständigkeit sowie höchsten Verschleisswiderstand zu erreichen, kann PAI nach der mechanischen Endbearbeitung oder bei kritischen Dimensionen vorher getempert werden. Diese thermische Behandlung lässt sich in einem Luft- oder Stickstoffofen durchführen. Wird die mechanische Bearbeitung danach ausgeführt, darf der Abtrag nicht mehr als 0,5 mm betragen, damit die verbesserten mechanischen und chemischen Werte erhalten bleiben. Obwohl der ideale Vernetzungszyklus von der Teilgestalt und Geometrie abhängig ist, kann gemäss nachfolgendem Diagramm für Teile bis 12 mm Wandstärke vorgegangen werden.

Die Oberflächenfarbe von PAI SL verändert sich bei einer thermischen Behandlung in Luft in dunkelbraun als Resultat von geringer Oxidation. Diese hat aber keinen Einfluss auf die Eigenschaften. Bei einer Behandlung in Stickstoff tritt dieses Phänomen nicht auf.

② **PBI** Der gegebene Temperprozess kann auch auf PBI angewendet werden. Der Heizprozess sollte in einem Stickstoff-Umluftofen mit einer Haltetemperatur von +20 °C oberhalb der zu erwarteten Betriebstemperatur erfolgen (min. +150 bis max. +350 °C). Wenn die Temperatur des Temperprozesses oberhalb +200 °C liegt, wird empfohlen, das Werkstück bei +150 °C während 24 h vorzutrocknen.

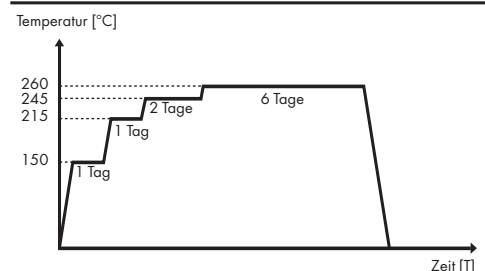
Empfohlener Temperprozess



- RT: Raumtemperatur
- TH: Haltetemperatur
- T1: Geforderte Aufheizzeit für Ofen oder Ölbad;
Heizrates: 10–20 °C pro Stunde
- T2: Haltezeit, um das Temperaturgleichgewicht in der Mitte des Kunststoffteils zu erreichen; abhängig von der Wandstärke: 10 Minuten pro mm Wandstärke
- T3: Geforderte Zeit, um den Ofen oder das Ölbad herunterzukühlen;
Abkühlrate: 5–10 °C pro Stunde
- T4: Zusätzlich geforderte Zeit, um die Raumtemperatur in der Mitte des Werkstückes zu erreichen
Wandstärkenabhängig: 3 Minuten pro mm Wandstärke

- ① Temperatur in der Mitte des Kunststoffteils
- ② Ofen- oder Ölbadtemperatur

Heiz- und Abkühlungsgeschwindigkeit



Heiz- und Abkühlungsgeschwindigkeit: 10–20 °C pro Std.

Zu beachten**Umgebungsbedingungen**

Die hier vorgeschlagenen Grundtoleranzen bzw. die maximal zulässigen Abmasse können nur beibehalten werden, wenn die Teile ohne Unterbruch im Normklima 23/50 (+23 °C bei 50% RF) gelagert sind. Nur kurzzeitige und geringfügige Abweichungen davon sind zulässig.

Messtechnik

Das Messen eng tolerierter Masse an Kunststoffteilen ist – im Gegensatz zu Metallen – nicht unproblematisch. So deformieren sich beispielsweise weichere Thermoplaste unter dem Druck von Mikrometerspindeln, und deren Anzugsdrehmoment wird durch niedrigste Reibungswerte stark verfälscht. Anzustreben sind deshalb berührungslose Messsysteme. In kritischen Fällen sind die Messmethoden zwischen Hersteller und Endabnehmer nach Absprache festzulegen.

Geometrische Form

Die vorgeschlagenen Toleranzreihen sind bei Teilen mit extremem Durchmesser-Längen-Verhältnis oder mit dünnen Wandstärken entsprechend zu korrigieren.

Kleben von Kunststoffen

Eine Verklebung ist eine Verbindung von Teilen durch eine Klebstoffschicht. Der Klebstoff härtet durch Trocknung oder durch chemische Reaktion aus und hält dadurch die Materialien zusammen. Zwei Faktoren beeinflussen die Qualität einer Verklebung:

Die Adhäsion (Grenzflächenhaftung)

Die Adhäsion bezeichnet die Zusammenhängkräfte zwischen den Molekülen zweier verschiedener Stoffe bzw. das Haften zweier Stoffe oder Körper aneinander.

Die Kohäsion (innere Festigkeit des Klebstoffes)

Die Kohäsion ist der Zusammenhalt der Klebstoffteile (Moleküle) untereinander. Je höher die Kohäsion, desto höher die Festigkeit des Klebstoffes.

Die Fügeflächen werden mit einem der nachstehenden Vorbehandlungsverfahren vorbereitet (aufgelistet in der Reihenfolge zunehmender Festigkeit der Klebefuge):

1. Reinigen und entfetten
2. Reinigen, entfetten und anschleifen
3. Reinigen, entfetten und chemisch vorbehandeln

Grundsätzlich lassen sich amorphe Thermoplaste gut verkleben. Deren Haftfestigkeit mit Klebstoffen ist sehr gut. Hier reicht in den meisten Fällen, wenn die Fügeflächen gereinigt, entfettet und mit Schmirgelpapier aufgeraut werden.

Schwieriger ist die Verklebung bei teilkristallinen Thermoplasten, welche infolge ihrer unpolaren Oberflächen eine Adhäsionshaftung von Klebstoffen nicht zulassen. Erst nach einer Vorbehandlung durch Abflammen, elektrische Entladung (Koronaverfahren), Plasma oder Ätzen sind technisch einwandfreie Verklebungen mit guter Scherfestigkeit möglich.

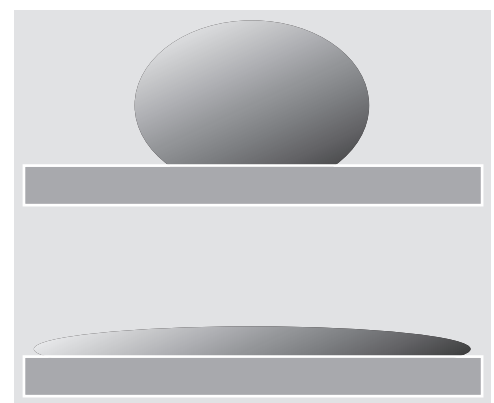
Duroplaste in Form von Schichtpresswerkstoffen auf Basis PF, MF, EP und UP wie auch GFK-Konstruktionen und -Profile auf Basis UP und EP bieten keine Probleme für hochfeste technische Verklebungen. Für diese Werkstoffe wie auch für Faserverbund-Konstruktionen mit tragenden Funktionen werden ausschliesslich Zwei-Komponenten-Reaktionsklebstoffe auf Basis MMA, EP oder PUR verwendet.

Oberflächenenergie, Grenzflächenenergie, Polarität

Das Bedrucken oder Verkleben von Kunststoffteilen fordert eine hohe Benetzbarkeit der Kunststoffoberfläche. Dabei wird die Benetzbarkeit mit der Oberflächenenergie beschrieben. Hochenergetische (polare) Oberflächen bieten der Druckfarbe oder dem Klebstoff eine bessere Haftung als niederenergetische (unpolare) Oberflächen. Beim Bedrucken gilt im Allgemeinen, dass die Grenzflächenenergie der zu bedruckenden Oberfläche mindestens so gross sein sollte wie die Oberflächenspannung der Druckfarbe.

Die Benetzbarkeit von Kunststoffen lässt sich schnell und einfach mit Hilfe eines auf die Oberfläche aufgetragenen Wassertropfens beurteilen. Bildet sich ein Wassertropfen, ist die Oberfläche niederenergetisch. Verläuft der Wassertropfen, handelt es sich um eine hochenergetische Oberfläche.

Der Test mit dem Wassertropfen



Der Wassertropfen offenbart, ob eine Oberfläche niederenergetisch (oben) oder hochenergetisch (unten) ist.

Kritische Oberflächenenergie

Werkstoffbezeichnung	Kurzzeichen	kritische Grenzflächenenergie σ _c
	ISO 1043-1	mN/m ^①
Polystyrol	PS	32.8–43
Polymethylmethacrylat	PMMA	33–44
Polycarbonat	PC	33–37
Polyvinylchlorid	PVC	39–40
Polyethylen	PE	31
Polypropylen	PP	29
Polyamid 6	PA 6	42
Polyamid 66	PA 66	40–46
Polyethylenterephthalat	PET	43
Polyoxymethylen, Polyacetal	POM	36
Polytertafluorethylen	PTFE	18
Polyurethan	AU/EU (PUR)	42–50
Aluminium	Al	1200
Chrom	Cr	2400
Eisen	Fe	2550
Wasser	H ₂ O	72.8

^① Die Oberflächenspannung wird mittels Oberflächenenergie-Messstintze und -Messstiften gemessen.

Physikalisch abbindende Klebstoffe

Physikalisch abbindende Kunststoffe sind solche, bei denen die Klebung nur durch physikalische Vorgänge entsteht. Sie enthalten als Grundstoffe thermoplastische Kunststoffe oder Kautschuke.

Kontaktklebstoffe

Kontaktklebstoff ist eine Bezeichnung für eine Untergruppe von Lösungsmittelklebstoffen, deren Rohstoffbasis aus Harzen und synthetischen Kautschuken besteht. Kontaktklebstoffe eignen sich zur Verklebung von Holz, Metall, Leder, Kunststoffen, Gummi und Schaumstoffen. Der Vorteil von Kontaktklebstoffen liegt darin, dass Verklebungen von nicht durchlässigen Materialien möglich sind.

Kontaktklebstoffe werden auf beide zu verklebenden Füge­teile aufgetragen. Nachdem die Abluftzeit (Verdunsten des Lösemittels) von 5 bis 15 Minuten vorüber ist, werden beide Seiten möglichst unter hohem Druck zusammengefügt. Lange Presszeit ist für die Festigkeit der Verklebung nicht erforderlich, ausschlaggebend ist die Höhe des Pressdrucks. Die Verklebungen mit Kontaktklebstoffen sind sofort haft- und belastbar und bleiben elastisch (z.B. zum Verkleben von Schuhsohlen).

Diffusionsklebstoffe

Dieser lösemittelhaltige, physikalisch trocknende Klebstoff dient zum Verkleben von PVC-U und anderen Thermoplasten. Der Klebeprozess wird auch als «Quellschweissen» bezeichnet. Der Klebstoff wird mit einem Pinsel auf beide Seiten der zu verklebenden Flächen aufgetragen. Hierbei ist zu beachten, dass nicht zu viel Klebstoff aufgetragen wird, weil die Lösemittel sonst das Grundmaterial angreifen (Spannungsrissskorrosion). Der aufgetragene Kleber quillt nun den Kunststoff an. Das Fügen der Teile muss innerhalb von wenigen Minuten stattfinden, weil sonst die schnell eintretende Hautbildung (siehe technisches Merkblatt) die Klebung verschlechtert. Nach der Applikation des Klebstoffes werden die Teile zusammengefügt oder zusammengescho­ben. Der Vorteil dieser Verklebung liegt darin, dass die Klebung die gleichen Eigenschaften wie das Grundmaterial aufweist (bei Druck- und Temperaturbelastung).

Haftklebstoffe

Haftklebstoffe sind Produkte, die permanent klebefähig bleiben. Diese dauerhaft klebrigen Materialien werden dort verwendet, wo eine Klebung nicht auf Dauer angelegt und eine spätere Trennung erwünscht ist.

Dispersionsklebstoffe

Dispersionsklebstoffe enthalten thermoplastische Kunstharze oder Kautschuke in Wasser dispergiert. Sie eignen sich für Flächenklebungen poröser Werkstoffe, die Wasser aufnehmen und abführen können, untereinander oder mit dichten Werkstoffen.

Chemisch abbindende Reaktionsklebstoffe

Chemisch abbindende Reaktionsklebstoffe enthalten als Grundstoffe Reaktionsharze, die in der Klebschicht vernetzen. Je nach Werkstoff ist für eine optimierte Haftung ein Anätzen und/oder der Auftrag eines Haftvermittlers (Primer) auf die Klebflächen hilfreich.

Einkomponenten-Reaktionsklebstoffe

Einkomponentenklebstoffe sind Klebstoffe, die je nach Art mit Luftfeuchtigkeit, UV-Licht oder Luftsauerstoff (aerobe Kleber) oder unter Luftabschluss z.B. mit Metallionen (anaerobe Kleber) reagieren. Bei Einkomponentenklebern wird der Klebstoff einseitig auf die Klebestelle aufgetragen. Die Reaktion wird durch die in der Umwelt oder auf der Klebefläche vorhandene zweite Reaktionskomponente sofort gestartet. Einkomponenten-Reaktionsklebstoffe basieren auf:

- Dimethacrylatester (anaerobe Sicherungs- und Dichtmittel)
- Cyanacrylat (Sekundenkleber)
- Polyurethan (PUR)
- Silikonkautschuk

Zweikomponenten-Reaktionsklebstoffe

Zweikomponentenklebstoffe bestehen je nach Art aus flüssigen, pasten- oder pulverförmigen Komponenten. Diese müssen in der Regel exakt im angegebenen Mischungsverhältnis gemischt werden. Zur Verwendung steht nur eine begrenzte Verarbeitungszeit (Topfzeit) zur Verfügung. Die Aushärtung beginnt sofort. Die Härtezeit ist ebenfalls abhängig von der Art des Klebers und der Umgebungstemperatur. Die Klebstelle muss bis zur vollständigen Aushärtung fixiert werden. Zweikomponenten-Reaktionsklebstoffe basieren auf:

- Methylmethacrylat (MMA)
- Epoxidharz (EP)
- Polyurethan (PUR)

Schutzmassnahmen

- Für gute Be- und Entlüftung sorgen
- Tragen von Schutzhandschuhen
- Für Ein- und Zweikomponenten-Werkstoffe: Schutzbrille tragen
- Gebrauchsanweisung beachten
- Sicherheitsdatenblatt beachten

Klebstoff Auswahl

Die folgende Tabelle ist als eine Grobeinteilung zur Vorauswahl des Klebstoffes gedacht.

Achtung:

Nicht jeder Klebstoff eignet sich gleichermassen gut für jeden Werkstoff. Oft sind spezielle Klebstoffe für bestimmte Werkstoffe geeignet. Generell sind für die Verklebung von Kunststoffen und Metallen möglichst praxisnahe Vorversuche nötig. Ferner ist die Kontaktaufnahme mit erfahrenen Klebstoffherstellern empfehlenswert.

Bestimmung zur Vorauswahl des Klebstoffes

Werkstoff	Lösungsmittel-Klebstoffe	1-K-Reaktionsklebstoffe				2-K-Reaktionsklebstoffe		
		anaerobe	Cyanacrylate (Sekundenkleber)	Polyurethan (PUR)	Silikonkautschuk	Methylmethacrylat (MMA)	Epoxidharz (EP)	Polyurethan (PUR)
PVC	●	–	●	●	–	●	●	●
PS, SB, PS-Schaum	–	–	●	●	–	●	●	●
PE, PP	–	–	○	○	–	–	○	○
PMMA, PET-A, PC	●	–	●	●	–	●	●	●
PA, PET-C	○	–	○	○	–	–	○	○
POM	–	–	○	○	–	–	○	○
PPE, PEI, PSU, PPSU	●	–	●	●	–	●	●	●
PPS, PEEK	–	–	○	○	–	–	○	○
PI	●	–	●	●	–	–	●	●
Fluorkunststoffe	–	–	○	○	–	–	○	○
Duroplaste	●	–	●	●	–	●	●	●
Silikonkautschuk	–	–	–	–	●	–	–	–
FPM	●	–	●	●	–	–	–	●
EPDM	●	–	●	●	–	–	–	●
PUR	–	–	●	●	–	–	–	–
NR, SBR, CR, NBR	●	–	●	●	–	–	–	●
Gewindedichtung/-sicherung	–	●	–	–	–	–	–	–
Holz, Textilien	●	–	●	●	–	●	●	●
Glas, Keramik, Stein	●	–	●	●	–	●	●	●
Metalle	●	–	●	●	–	●	●	●

○ nur mit entsprechender Vorbehandlung möglich

Gefahrensymbole (H- und P-Sätze)

Klebstoffe können gefährliche Stoffe enthalten. Die Handhabung solcher Stoffe bzw. Gemische ist in der EU-Richtlinie (EG) Nr. 1272/2008 «Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen», auch CLP-Verordnung genannt, definiert. Diese Richtlinie ersetzt bzw. ändert die bisherigen Richtlinien 67/548/EWG, 1999/45/EG und Verordnung (EG) Nr. 1907/2006.

In der neuen Richtlinie werden die bisherigen R-Sätze durch die H-Sätze (Hazard Statements) und die S-Sätze durch die P-Sätze (Precautionary Statements) ersetzt. Die Richtlinie enthält weiterhin eine Liste gefährlicher Stoffe. In dieser Liste ist für jeden gefährlichen Stoff das entsprechende Gefahrenpiktogramm und die jeweiligen H- und P-Sätze angegeben. Für gewisse Zubereitungen können auch Kombinationen von Gefahrenpiktogrammen sowie diversen H- und P-Sätzen gelten. Die vorgeschriebenen Gefahrenpiktogramme sind weltweit einheitlich definiert (GHS, Globally Harmonized System of Classification, Labelling and Packaging of Chemicals) und auch ohne Klartext verständlich.

Die H-Sätze beschreiben Gefährdungen (engl. hazard), die von den chemischen Stoffen oder Zubereitungen ausgehen; die P-Sätze geben Sicherheitshinweise (engl. precaution, Sicherheitsmassnahme, Vorsicht) im Umgang damit.

Die H- bzw. P-Sätze werden mit einem dreistelligen Ziffercode ergänzt, der die Art der Gefährdung bzw. die damit verbundene Sicherheitsmassnahme definiert. Der Wortlaut zu den einzelnen Kodierungen ist in der EU-Richtlinie in mehreren Sprachen standardisiert.

Schweissen von Kunststoffen

Eine gängige Verbindungstechnik für Kunststoffe ist das Schweißen. Darunter versteht man das Vereinigen von thermoplastischen Kunststoffen unter Anwendung von Wärme und Kraft ohne oder mit Schweißzusatz. Je nach Verfahren sind in der Konstruktionsphase entsprechende Gestaltungsrichtlinien zu beachten.

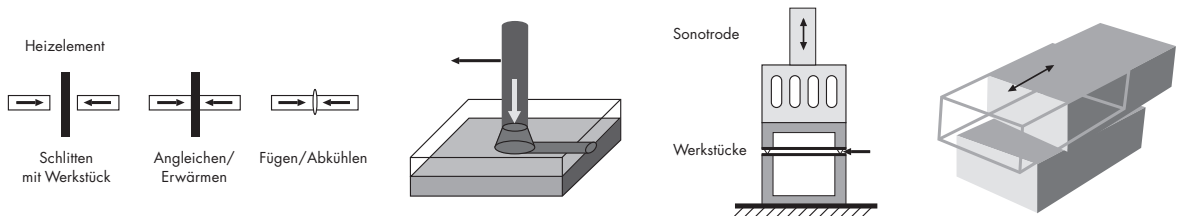
Dem Kunststoffschweißen kommt im Apparate- und Rohrleitungsbau besondere Bedeutung zu, aber auch beim Montieren von technischen Formteilen sowie bei der Verlegung von Baubahnen und der Verarbeitung von Verpackungsfolien ist das Schweißen ein wichtiges Fügeverfahren.

Theoretisch sind alle thermoplastischen Kunststoffe schweisssbar. Da aber das Schweißen im plastischen Zustand der Fügeteiloberflächen durchgeführt wird, ist die Möglichkeit des Plastifizierens ein wichtiges Kriterium für die Schweisbarkeit eines Kunststoffes. So können aufgrund ihrer sehr grossen Molekülmasse bzw. ihrer Struktur, z.B. die Werkstoffe PTFE, PMMA gegossen sowie PE mit sehr hohem Molekulgewicht wie PE-UHMW nicht oder nur sehr schwer plastifiziert und damit technisch auch nicht geschweisst werden.

Im Weiteren können nur gleiche Thermoplaste miteinander verschweisst werden. Bei Hochtemperaturkunststoffen ist zu beachten, dass recht hohe Energiebeträge zur Plastifizierung des Werkstoffes einzubringen sind.

Schweisverfahren im Vergleich

Verfahren	Heizelement- und Wärmegasschweissen	Laserschweissen	Ultraschallschweissen	Vibrations-/Reibschweissen
Prinzip	Erwärmung der Fügepartner durch ein Heizelement oder durch heisses Gas, Zusammenfügung unter Druck	Erwärmung der Fügepartner durch einen Laserstrahl	Erwärmung einer Fügezone (mit spezieller Geometrie) durch Ultraschallschwingung	Erwärmung der Fügepartner durch Vibration oder Reibung, Zusammenfügung unter Druck
Schweisszeit	20 bis 40 s		0,1 bis 2 s	0,2 bis 10 s
Vorteile	hohe Festigkeit, kostengünstig	hohe Festigkeit, nahezu beliebige Nahtgeometrie, hohe Präzision	kürzeste Zykluszeiten, leicht automatisierbar	für grosse Teile geeignet, oxidationsempfindliche Kunststoffe schweisssbar



Chemische Beständigkeit von Kunststoffen

Die nachfolgend aufgeführten Angaben haben nur Richtwertcharakter und dienen der allgemeinen Information. Sie basieren auf unseren heutigen technischen Kenntnissen und Erfahrungen sowie auf vorhandener Literatur und den Angaben der Rohstoffhersteller und sind nicht auf alle Betriebsverhältnisse übertragbar. Wir können daher keine Gewährleistung übernehmen und schliessen jeglichen Schadensersatzanspruch aus.

Die Bewertung durch mitbestimmende Faktoren wie erhöhte Temperaturen, hohe Konzentrationen, Dauer der Aussetzung, hohe mechanische Dauerbelastung, dynamische Beanspruchung, Licht- und Sonneneinwirkung oder weitere zusätzliche Einflüsse kann wesentlich beeinflusst werden. Die nachfolgenden Beständigkeitsangaben wurden in den üblichen Konzentrationen und, wenn nicht anders angegeben, bei Raumtemperatur ermittelt. Für spezifische Fälle ist es unter Umständen unerlässlich, unter der Berücksichtigung der Betriebsverhältnisse mit den entsprechenden Werkstoffen bzw. Fertigteilen eigene Prüfungen durchzuführen.

In der Tabelle «Chemische Beständigkeit von Kunststoffen» sind nur reine Medien angegeben. Die Auswirkungen von Mischungen auf Kunststoffe sind schwierig voraussehbar. Der Effekt kann grösser oder kleiner als die Summe der einzelnen Komponenten sein.

Für reine Lösungen und Mischungen hat sich herausgestellt, dass der pH-Wert der Lösung bei der Bestimmung der chemischen Beständigkeit von teilkristallinen Kunststoffen ein zuverlässiges Hilfsmittel ist.

Das Diagramm gibt die pH-Grenzwerte bei Raumtemperatur an, die im Allgemeinen für die verschiedenen Halbzeuge gelten.

Chemische Beständigkeit bei +23 °C

Werkstoffe	Sauer	Alkalisch
PE-HD, -HMW, -UHMW	0.5	13.5
PA	4	12
POM-C	4	13
POM-H	4	9
PET-C	1	9
PPS mod.	0.5	13.5
PEEK	0.5	13.5
PTFE	0	14
PVDF	0.5	13.5

Zu beachten ist, dass die glasfaserverstärkten Typen eine grössere Empfindlichkeit gegen starke alkalische Lösungen aufweisen als die unverstärkten. Zudem können bei PVDF-Teilen Spannungsrissbildungen auftreten, wenn sie gleichzeitig der Einwirkung einer mechanischen Belastung und einer Chemikalie mit einem pH-Wert ≥ 12 oder eines Mediums, in dem atomares Chlor entwickelt wird, ausgesetzt sind.

Chemische Beständigkeit von Kunststoffen

	Polyolefine		Polystyrol	Polyvinylchlorid	Polyamide			Polyacetale		Temoplastische Polyester	Fluor-Kunststoffe	Lineare Polyarylenether-etherketone,-sulfide,-sulfone			Polyimide			Duroplaste			Polyurethan				
	PP, PE-HMW, PE-UHMW	PEHD			PS, SB	PVC hart, PVCU	PA 6, PA 66, PA 46 (extr.)	PA 6 G (gegossen)	PA 12			POM-C	POM-H	PECC	PC	PTFE	PVDF	PCFTE	PPE (PPO)	PSU		PPSU	PEEK	PAI	PEI
Acetaldehyd	A	A	⊕	C	B	B	A	A	A	A	C	A	⊕	⊕	A	C	⊕	A	A	A	B	⊕	A	A	C
Acetamid	⊕	⊕	A	⊕	A	A	⊕	A	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	⊕	A	⊕	⊕	A	A	⊕
Aceton	A	A	D	C	A	A	A	B	B	B	C	A	⊕	A	A	C	C	A	⊕	A	B	D	A	B	D
Acrylnitril	A	A	⊕	⊕	A	A	A	A	⊕	⊕	C	A	B	⊕	⊕	C	⊕	A	⊕	⊕	B	D	A	A	D
Allylalkohol	A	A	C	B	B	B	⊕	B	B	A	⊕	A	⊕	⊕	⊕	C	⊕	A	A	⊕	⊕	⊕	A	A	D
Aluminiumchlorid	A	A	A	A	⊕	⊕	A	A	A	⊕	A	A	A	A	A	A	⊕	A	A	A	C	A	A	A	C
Aluminiumsulfat	A	A	A	A	⊕	⊕	A	A	B	⊕	A	A	A	⊕	A	A	⊕	A	A	A	C	⊕	A	A	C
Ameisensäure	A	A	B	B	C	C	C	D	C	A	C	A	A	A	A	A	A	B	D	A	C	D	⊕	⊕	D
Ammoniak wasserfrei	A	A	A	A	A	A	A	A	C	A	C	A	A	A	A	A	⊕	A	B	⊕	D	⊕	B	B	D
Ammoniak wässrig	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	A	A	A	A	A	⊕	B	⊕	A	D	⊕	B	B	D
Ammoniumcarbonat	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	⊕	A	⊕	⊕	C	⊕	A	A	C
Ammoniumchlorid (Salmiak)	A	A	A	A	⊕	⊕	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	⊕	A	⊕	⊕	C	D	A	A	C
Ammoniumthiolykolat	⊕	⊕	⊕	⊕	C	C	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	⊕
Amylacetat	B	C	D	C	A	A	A	A	A	⊕	⊕	A	A	A	A	B	⊕	⊕	A	⊕	B	⊕	A	A	D
Amylalkohol	A	A	B	B	A	A	A	A	A	A	⊕	A	A	⊕	A	B	⊕	⊕	A	⊕	B	A	A	A	C
Anilin	A	A	C	C	C	C	B	A	B	A	⊕	A	A	A	A	D	⊕	⊕	A	C	C	D	B	B	D
Anisol (Methoxybenzol)	B	B	C	C	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	C	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	D	⊕	⊕	D
Anon	A	A	D	D	A	A	⊕	A	A	⊕	C	A	A	A	A	C	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	D
Antimontrichlorid	A	A	⊕	A	C	C	⊕	A	⊕	⊕	A	A	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	D	⊕	A	A	D
Aspirin	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	⊕
Bariumchlorid	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	⊕	⊕	⊕	A	⊕	C	A	A	A	A
Bariumsulfat	A	A	A	A	⊕	A	⊕	A	A	A	A	A	A	A	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	C	⊕	A	A	A
Benzaldehyd	B	A	C	A	B	B	D	A	A	A	⊕	A	A	A	B	C	⊕	A	A	C	⊕	⊕	B	B	D
Benzin	B	A	C	C	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	C	B	A	A	A	C	⊕	⊕	A	A	B
Benzol	B	B	D	C	A	A	A	A	B	A	C	A	A	B	A	C	B	A	⊕	C	B	D	A	A	D
Benzolsäure	⊕	⊕	⊕	⊕	C	C	⊕	⊕	⊕	A	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	C	⊕	⊕	⊕	B	B	⊕	
Benzylalkohol	A	A	D	A	B	B	⊕	A	A	A	C	A	A	A	⊕	B	⊕	⊕	⊕	C	⊕	⊕	A	A	C
Bitumen	A	A	A	A	B	B	⊕	A	A	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	C
Bleiacetat	A	A	A	A	A	A	⊕	A	A	⊕	⊕	A	A	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	A	C
Bleichlauge	A	A	A	A	D	D	C	C	C	A	⊕	A	A	⊕	A	C	⊕	⊕	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	D
Bleistearat	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Borsäure	A	A	A	A	B	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	⊕	A	⊕	A	C	A	A	A	A	A
Bremsflüssigkeit	B	A	B	A	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	B	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	⊕
Brenzkatechin	⊕	⊕	⊕	⊕	C	C	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Brom, flüssig	C	C	C	C	D	⊕	D	C	⊕	⊕	⊕	A	A	⊕	⊕	⊕	C	A	⊕	C	D	A	B	D	
Bromwasserstoffsäure 50%	A	A	C	A	D	D	D	C	C	⊕	⊕	A	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	D	A	D	D	C	
Butanol	A	A	A	A	A	A	⊕	A	A	B	A	A	A	A	A	B	A	⊕	A	A	⊕	⊕	A	A	B
Butter	A	A	A	A	A	A	⊕	A	A	⊕	⊕	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	A	

- A **Beständig, kein Angriff:**
Keine oder nur geringe Gewichts- und Massänderungen; keine wesentliche Änderung der mechanischen Eigenschaften
- B **Beständig, leichter Angriff:**
Absorbierung des Mediums, etwas Anschwellen und geringe Beeinträchtigung der mechanischen Eigenschaften möglich
- C **Bedingt beständig, mässiger Angriff:**
Nach einiger Zeit nennenswerte Gewichts- und Massänderungen; möglicherweise Verfärbung, Verminderung der Festigkeit und Zähigkeitsabnahme. Bedingt einsetzbar, je nach Anforderung im Einzelfall
- D **Unbeständig, löslich:**
Innerhalb kurzer Zeit starker Angriff (erhebliche Gewichts- und Massänderungen und Abnahme der Festigkeit und Zähigkeit). Einsatz wird nicht empfohlen
- ⊕ Keine Bewertung vorhanden

Achtung:
Die hier aufgeführten Beständigkeitswerte haben nur Richtwertcharakter und können durch mitbestimmende Faktoren wie Füllstoffe, veränderte Temperaturen, hohe Belastung, Umwelteinflüsse, Einwirkungsdauer usw. grundlegend verändert werden. Deshalb können wir für diese Angaben keine Garantie übernehmen. Diese Daten wurden bei Raumtemperatur und üblichen Konzentrationen ermittelt.

Chemische Beständigkeit von Kunststoffen

	Polyolefine		Polystyrol	Polyvinylchlorid	Polyamide			Polyacetale		Temoplastische Polyester	Fluor-Kunststoffe	Lineare Polyarylenether-etherketone,-sulfide,-sulfone			Polyimide			Duroplaste			Polyurethan				
	PP, PE-HMW, PE-UHMW	PEHD			PS, SB	PVC hart, PVCU	PA 6, PA 66, PA 46 (extr.)	PA 6 G (gegossen)	PA 12			POM-C	POM-H	PECC	PC	PTFE	PVDF	PCFTE	PPE (PPO)	PSU		PPSU	PEEK	PAI	PEI
Buttersäure	A	A	C	B	A	B	⊕	B	B	⊕	C	A	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	D
Butylacetat	B	A	D	C	A	A	A	A	A	A	⊕	A	A	A	B	C	A	⊕	A	A	⊕	D	A	A	D
Butylenglykol	A	A	⊕	C	A	⊕	⊕	A	⊕	A	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	A
Butyrolacton	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Calciumchlorid, alkoholisch	A	A	⊕	A	⊕	⊕	A	D	D	A	⊕	A	A	A	⊕	B	⊕	A	A	A	⊕	A	A	A	⊕
Calciumchlorid, wässrig	A	A	A	A	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	⊕	A	⊕	⊕	⊕	A	⊕	A	A	A	B
Campher	A	B	B	C	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	D
Carnallit	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Chlorbenzol	B	B	D	C	A	A	C	A	A	⊕	D	A	A	A	A	D	⊕	A	A	A	⊕	D	A	A	D
Chlorbrommethan	D	D	⊕	⊕	A	B	⊕	B	B	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	C
Chloressigsäure	A	A	B	A	D	D	⊕	C	C	⊕	⊕	A	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	C
Chlorgas	B	B	⊕	B	⊕	C	D	C	B	⊕	C	A	A	A	⊕	C	⊕	⊕	⊕	A	⊕	A	D	D	D
Chlorhydrat	⊕	⊕	⊕	⊕	D	C	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	C	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	B	B	⊕
Chlorierter Kohlenwasserstoff	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Chloroform	B	C	D	C	B	B	C	C	C	⊕	D	A	A	B	D	D	⊕	A	A	A	⊕	D	A	A	D
Chlorsulfonsäure	C	C	C	C	D	D	⊕	C	C	D	⊕	A	C	A	C	C	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	D	A	A	D
Chlorwasser	C	C	C	A	D	D	⊕	C	C	D	⊕	A	A	⊕	⊕	A	⊕	D	D	C	⊕	⊕	B	B	⊕
Chromsäure 50%	A	A	A	A	⊕	⊕	D	B	C	⊕	B	A	A	A	B	C	⊕	A	⊕	C	⊕	D	D	D	D
Clophen (Polychlordiphenyl)	A	A	⊕	B	A	A	⊕	A	A	⊕	C	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	D
Cyclohexanol	A	A	B	C	A	A	A	A	A	⊕	B	A	A	⊕	A	B	⊕	⊕	A	A	⊕	A	A	A	B
Cydohexan	A	A	C	A	A	A	A	A	A	⊕	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	⊕	⊕	A	A	B
Dekalin (Decahydronaphelin)	B	A	D	A	A	A	⊕	A	A	B	A	A	A	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	A	A	D
Dibromethan	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	A	A	⊕
Dibutylphthalat	A	A	C	C	A	A	⊕	A	A	A	C	A	A	A	⊕	B	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	A	A	D
Dichlorethylen	B	D	D	D	A	A	⊕	B	C	D	D	A	A	⊕	D	B	⊕	⊕	A	⊕	⊕	A	A	A	D
Dieselöl	A	A	C	B	A	A	A	A	A	A	⊕	A	A	A	⊕	A	⊕	⊕	A	⊕	⊕	A	A	A	B
Diethylether	B	⊕	D	C	⊕	⊕	A	A	⊕	C	C	⊕	A	A	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	D	A	A	B
Dimethylformamid	A	A	D	C	A	A	A	B	A	A	C	A	D	⊕	A	D	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	D	A	A	D
Dimethylsulphoxid	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	B	B	⊕
Diocetylphthalat Palatinol	B	B	C	C	A	A	⊕	A	A	A	B	A	A	A	A	B	⊕	⊕	⊕	C	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Dioxan	C	A	D	C	A	A	A	B	B	A	D	A	B	A	A	C	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	A	A	D
Eisen II Chlorid (Ferrochlorid)	A	A	A	A	B	B	A	B	B	⊕	A	A	A	A	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	A	⊕
Eisen III Chlorid (Ferrichlorid)	A	A	A	A	C	C	⊕	B	B	⊕	A	A	A	A	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	A	C
Essig	A	A	A	A	A	A	A	A	A	⊕	A	A	⊕	A	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	C
Essigsäure	B	B	⊕	B	D	D	D	C	C	A	⊕	A	⊕	⊕	⊕	A	B	A	A	⊕	D	D	D	D	D
Ethanol	A	A	A	A	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A	B	A	A	A	⊕	⊕	A	A	B
Ether	A	B	D	A	A	A	A	A	A	A	C	A	A	B	A	A	C	⊕	A	⊕	⊕	⊕	A	A	B
Ethylacetat	A	A	D	C	A	A	A	B	B	B	⊕	A	A	A	B	C	⊕	A	A	A	⊕	D	A	A	D

- A **Beständig, kein Angriff:**
Keine oder nur geringe Gewichts- und Massänderungen; keine wesentliche Änderung der mechanischen Eigenschaften
- B **Beständig, leichter Angriff:**
Absorbierung des Mediums, etwas Anschwellen und geringe Beeinträchtigung der mechanischen Eigenschaften möglich
- C **Bedingt beständig, mässiger Angriff:**
Nach einiger Zeit nennenswerte Gewichts- und Massänderungen; möglicherweise Verfärbung, Verminderung der Festigkeit und Zähigkeitsabnahme. Bedingt einsetzbar, je nach Anforderung im Einzelfall
- D **Unbeständig, löslich:**
Innerhalb kurzer Zeit starker Angriff (erhebliche Gewichts- und Massänderungen und Abnahme der Festigkeit und Zähigkeit). Einsatz wird nicht empfohlen
- ⊕ Keine Bewertung vorhanden

Achtung:
Die hier aufgeführten Beständigkeitswerte haben nur Richtwertcharakter und können durch mitbestimmende Faktoren wie Füllstoffe, veränderte Temperaturen, hohe Belastung, Umwelteinflüsse, Einwirkungsdauer usw. grundlegend verändert werden. Deshalb können wir für diese Angaben keine Garantie übernehmen. Diese Daten wurden bei Raumtemperatur und üblichen Konzentrationen ermittelt.

Chemische Beständigkeit von Kunststoffen

	Polyolefine		Polystyrol	Polyvinylchlorid	Polyamide			Polyacetale		Thermoplastische Polyester		Fluor-Kunststoffe			Lineare Polyarylenether-etherketone,-sulfide,-sulfone			Polyimide			Duroplaste			Polyurethan	
	PP, PE-HMW, PE-UHMW	PEHD			PVC hart, PVCU	PA 6, PA 66, PA 46 (extr.)	PA 6 G (gegossen)	PA 12	POM-C	POM-H	PECC	PC	PTEE	PVDF	PCTFE	PPE (PPO)	PSU	PPSU	PEEK	PAI	PEI	PI	Polyester	Epoxy	Phenol
Ethylchlorid	A	B	D	C	A	A	A	B	C	A	⊕	A	A	A	A	C	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	A	A	C
Ethylenchlorid	A	B	D	C	B	A	B	B	B	C	D	A	A	A	A	D	⊕	⊕	A	C	⊕	⊕	B	B	C
Ethylendiamin	A	A	A	B	B	A	A	⊕	A	⊕	⊕	A	B	A	A	B	⊕	⊕	D	C	⊕	⊕	A	A	C
Ethylenglykol	A	A	A	A	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	⊕	⊕	A	⊕	⊕	A	A	A	C
Ethylether	B	B	D	C	A	A	A	A	A	A	C	A	A	A	A	C	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	B
Ferrizyankalium 30%	⊕	A	⊕	⊕	B	B	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	⊕
Ferrosyankalium 30%	⊕	A	⊕	⊕	B	B	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	C	⊕	D	A	A	⊕	
Fette, Speisefett	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	⊕	A	A	A	⊕	⊕	⊕	C	⊕	⊕	A	A	A
Fluorwasserstoffsäure	⊕	C	A	A	D	D	⊕	C	C	D	C	B	A	A	B	B	⊕	⊕	⊕	C	⊕	D	D	D	⊕
Flusssäure	⊕	C	A	A	D	D	B	C	C	D	C	B	A	⊕	C	⊕	D	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Formaldehyd	A	A	A	A	B	B	B	A	A	A	B	A	A	A	C	A	⊕	A	C	⊕	⊕	A	A	D	
Formamid	A	A	A	A	A	A	⊕	A	⊕	⊕	⊕	A	A	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	C	B	C
Freon 11	C	⊕	C	A	A	A	⊕	A	B	A	B	A	A	B	A	B	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	A	A	D
Frigen (siehe Freon)	C	⊕	C	A	A	A	⊕	A	B	A	B	A	A	B	A	B	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	A	A	D
Fruchtsäfte	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	A	A	C
Furfurol	A	A	D	C	A	B	⊕	⊕	⊕	A	⊕	A	A	A	A	⊕	⊕	C	A	⊕	D	A	A	D	
Glycerin	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A	⊕	A	A	A	⊕	⊕	A	⊕	⊕	A	A	A	A
Glykol	A	A	A	A	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	C
Glysantin 40%	⊕	A	⊕	⊕	B	B	⊕	⊕	⊕	D	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Harnstoff wässrig	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	C
Heizöl	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	A	A	A
Heptan	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	⊕	A	A	⊕	⊕	⊕	A	A	A	A
Hexan	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	⊕	A	A	⊕	⊕	⊕	A	A	A	A
Hydrauliköle	⊕	A	⊕	⊕	A	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	A	A	⊕	A	A	⊕	A	A	⊕	
Hydrochinon	⊕	A	D	⊕	B	B	⊕	⊕	⊕	A	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	A	⊕
India Ink	⊕	A	⊕	⊕	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	⊕	
Isooctan	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	⊕	A	A	⊕	⊕	A	⊕	⊕	A	A	⊕	⊕	A	A	B
Isopropylalkohol	A	A	A	A	B	B	A	A	A	⊕	A	A	A	A	B	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	A	A	C	
Isopropylether	⊕	A	⊕	A	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	⊕	A	⊕	A	⊕	A	⊕	⊕	⊕	A	A	C	
Jod, nass	A	A	B	A	C	C	⊕	A	A	⊕	⊕	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	B	⊕	A	⊕	⊕	B	B	D
Jod, trocken	A	A	⊕	C	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	⊕	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	B	⊕	A	⊕	⊕	B	B	⊕
Kalilauge 10%	⊕	A	⊕	⊕	A	A	A	⊕	⊕	D	⊕	A	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Kalilauge 20%	⊕	A	⊕	⊕	C	C	A	⊕	⊕	D	⊕	A	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Kaliumacetat	A	A	⊕	A	⊕	A	⊕	⊕	A	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	D
Kaliumbichromat	A	A	A	A	C	B	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	A	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	C
Kaliumbromid	A	A	A	A	B	B	⊕	A	A	A	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	C
Kaliumcarbonat	A	A	A	A	A	A	A	A	⊕	B	A	A	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	C
Kaliumchlorid	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	⊕	A	⊕	⊕	⊕	A	A	A	A	C

- A **Beständig, kein Angriff:**
Keine oder nur geringe Gewichts- und Massänderungen; keine wesentliche Änderung der mechanischen Eigenschaften
- B **Beständig, leichter Angriff:**
Absorbierung des Mediums, etwas Anschwellen und geringe Beeinträchtigung der mechanischen Eigenschaften möglich
- C **Bedingt beständig, mässiger Angriff:**
Nach einiger Zeit nennenswerte Gewichts- und Massänderungen; möglicherweise Verfärbung, Verminderung der Festigkeit und Zähigkeitsabnahme. Bedingt einsetzbar, je nach Anforderung im Einzelfall
- D **Unbeständig, löslich:**
Innerhalb kurzer Zeit starker Angriff (erhebliche Gewichts- und Massänderungen und Abnahme der Festigkeit und Zähigkeit). Einsatz wird nicht empfohlen
- ⊕ Keine Bewertung vorhanden

Achtung:
Die hier aufgeführten Beständigkeitswerte haben nur Richtwertcharakter und können durch mitbestimmende Faktoren wie Füllstoffe, veränderte Temperaturen, hohe Belastung, Umwelteinflüsse, Einwirkungsdauer usw. grundlegend verändert werden. Deshalb können wir für diese Angaben keine Garantie übernehmen. Diese Daten wurden bei Raumtemperatur und üblichen Konzentrationen ermittelt.

Chemische Beständigkeit von Kunststoffen

	Polyolefine		Polystyrol	Polyvinylchlorid	Polyamide			Polyacetale		Thermoplastische Polyester		Fluor-Kunststoffe			Lineare Polyarylenether-etherketone, -sulfide, -sulfone			Polyimide			Duroplaste			Polyurethan		
	PP, PE-HMW, PE-UHMW	PEHD			PA 6, PA 66, PA 46 (extr.)	PA 6 G (gegossen)	PA 12	POM-C	POM-H	PECC	PC	PTEE	PVDF	PTFE	PPE (PPO)	PSU	PPSU	PEEK	PAI	PEI	PI	Polyester	Epoxy		Phenol	PUR
Kaliumhydrat 10%	⊕	A	⊕	⊕	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	C	C	⊕		
Kaliumhydrat 50%	⊕	A	⊕	⊕	C	C	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	D	D	⊕		
Kaliumnitrat	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	⊕	⊕	A	⊕	⊕	A	⊕	⊕	A	A	C		
Kaliumpermanganat wässrig	A	A	A	A	D	D	C	B	B	⊕	A	A	A	⊕	⊕	A	⊕	⊕	A	⊕	⊕	A	A	D		
Kaliumsilikat	⊕	A	⊕	⊕	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	⊕		
Kaliumsulfat	A	A	A	A	A	A	A	A	B	⊕	A	A	A	⊕	⊕	⊕	A	A	⊕	⊕	⊕	A	A	A		
Kerosen	A	⊕	B	A	⊕	⊕	⊕	A	A	⊕	A	⊕	A	A	B	A	A	A	⊕	⊕	⊕	A	A	B		
Kohlensäure	A	⊕	A	A	⊕	⊕	⊕	A	A	⊕	A	A	A	A	A	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	A		
Kohlenstoffdisulfid	A	B	D	B	A	A	⊕	A	A	⊕	C	A	A	A	⊕	B	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	D	A	A	D	
Kohlenstoftetrachlorid	B	⊕	D	B	⊕	⊕	⊕	A	A	⊕	C	A	A	B	B	B	⊕	A	⊕	⊕	⊕	A	A	C		
Königswasser	C	⊕	C	C	⊕	⊕	D	C	C	⊕	C	⊕	B	A	C	⊕	⊕	D	⊕	⊕	⊕	D	⊕	C		
Kresole	A	A	C	B	D	D	D	D	D	⊕	A	A	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	D	⊕	D		
Kühlmittel	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	⊕	A	⊕	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕		
Kupfernitrat	A	A	A	A	⊕	⊕	⊕	A	A	⊕	⊕	A	A	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	C	
Kupfersulfat	A	A	A	A	B	C	A	A	A	⊕	A	A	A	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	A	D	
Lavendelöl	A	A	⊕	A	A	A	⊕	A	A	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	D		
Leinöl	⊕	A	⊕	⊕	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	⊕		
Lithiumbromid 50%	A	⊕	⊕	⊕	D	D	⊕	A	A	A	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	C		
Maelic Säure	⊕	A	⊕	⊕	⊕	C	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	B	B	⊕		
Magnesiumchlorid	A	A	A	A	B	B	A	A	A	A	A	A	A	⊕	⊕	A	⊕	B	A	A	⊕	A	A	A	B	
Magnesiumhydroxid	A	A	⊕	⊕	A	A	⊕	A	A	⊕	⊕	A	A	⊕	A	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	B	B	A		
Malonsäure	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	C	⊕	A	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A		
Mangansulfat	⊕	⊕	⊕	⊕	B	B	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	⊕		
Methanol	A	A	A	A	B	B	A	A	A	A	C	A	A	A	A	B	B	A	⊕	A	⊕	⊕	A	A	D	
Methylacetat	A	⊕	D	C	A	A	⊕	B	B	B	⊕	A	A	A	B	C	⊕	⊕	⊕	C	⊕	⊕	A	A	D	
Methylalkohol (Methanol)	A	⊕	A	A	B	B	A	A	A	A	C	⊕	A	A	A	B	B	A	⊕	A	⊕	⊕	A	A	C	
Methylenchlorid	C	B	D	C	C	C	C	B	B	D	D	A	B	B	D	D	C	⊕	⊕	D	⊕	D	A	A	D	
Methylenethylketon	⊕	C	⊕	⊕	A	A	⊕	⊕	⊕	C	⊕	A	⊕	⊕	⊕	C	C	A	A	C	⊕	⊕	A	A	⊕	
Milch	A	A	A	A	A	A	⊕	A	A	⊕	A	A	A	A	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	C	
Milchsäure	A	A	A	B	D	D	D	A	B	A	A	A	A	⊕	⊕	A	⊕	A	A	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	
Mineralöl	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	⊕	⊕	A	⊕	B	A	A	A	A	A	
Naphthalin	⊕	A	B	B	A	A	A	A	A	⊕	A	A	A	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	C	
Natriumacetat	⊕	A	A	B	B	B	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	A	C
Natriumbisulfid	A	A	B	A	A	A	⊕	A	⊕	A	⊕	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	A	A	A	C	
Natriumbromid	⊕	⊕	A	⊕	A	A	⊕	A	A	⊕	⊕	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	⊕	
Natriumcarbonat	A	A	A	A	A	A	A	A	A	⊕	A	A	A	A	⊕	A	⊕	A	A	A	⊕	⊕	A	A	D	
Natriumchlorid (Kochsalz)	A	A	A	A	B	D	A	A	A	⊕	A	A	A	A	A	⊕	⊕	A	A	⊕	⊕	A	A	A	A	
Natriumhypochlorid	⊕	A	A	A	D	C	B	C	C	B	⊕	A	A	⊕	A	⊕	⊕	A	A	⊕	⊕	A	C	C	D	

- A **Beständig, kein Angriff:**
Keine oder nur geringe Gewichts- und Massänderungen; keine wesentliche Änderung der mechanischen Eigenschaften
- B **Beständig, leichter Angriff:**
Absorbierung des Mediums, etwas Anschwellen und geringe Beeinträchtigung der mechanischen Eigenschaften möglich
- C **Bedingt beständig, mässiger Angriff:**
Nach einiger Zeit nennenswerte Gewichts- und Massänderungen; möglicherweise Verfärbung, Verminderung der Festigkeit und Zähigkeitsabnahme. Bedingt einsetzbar, je nach Anforderung im Einzelfall
- D **Unbeständig, löslich:**
Innerhalb kurzer Zeit starker Angriff (erhebliche Gewichts- und Massänderungen und Abnahme der Festigkeit und Zähigkeit). Einsatz wird nicht empfohlen
- ⊕ Keine Bewertung vorhanden

Achtung:
Die hier aufgeführten Beständigkeitswerte haben nur Richtwertcharakter und können durch mitbestimmende Faktoren wie Füllstoffe, veränderte Temperaturen, hohe Belastung, Umwelteinflüsse, Einwirkungsdauer usw. grundlegend verändert werden. Deshalb können wir für diese Angaben keine Garantie übernehmen. Diese Daten wurden bei Raumtemperatur und üblichen Konzentrationen ermittelt.

Chemische Beständigkeit von Kunststoffen

	Polyolefine		Polystyrol	Polyvinylchlorid	Polyamide			Polyacetale		Thermoplastische Polyester		Fluor-Kunststoffe			Lineare Polyarylenether-etherketone,-sulfide,-sulfone			Polyimide			Duroplaste			Polyurethan	
	PP, PE-HMW, PE-UHMW	PEHD			PVC hart, PVCU	PA 6, PA 66, PA 46 (extr.)	PA 6 G (gegossen)	PA 12	POM-C	POM-H	PECC	PC	PTFE	PVDF	PTFE	PPE (PPO)	PSU	PSSU	PEEK	PAI	PEI	PI	Polyester		Epoxy
Natriumnitrat	A	A	A	A	A	A	A	A	A	⊕	A	A	A	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	A	
Natriumschwefelwasserstoff	⊕	A	⊕	⊕	A	A	⊕	⊕	⊕	A	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	⊕	
Natriumsulfat	A	A	A	A	A	A	A	A	A	⊕	A	A	A	⊕	A	⊕	⊕	A	B	⊕	A	A	A	⊕	
Natriumsulfit, neutral	⊕	A	A	A	A	⊕	A	A	A	⊕	⊕	A	A	⊕	A	⊕	⊕	B	⊕	⊕	A	A	A	⊕	
Natriumthiosulfat	A	A	A	A	A	A	B	B	⊕	⊕	A	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	A	A	
Natronlauge	A	⊕	A	A	A	A	B	C	D	C	⊕	B	A	A	A	⊕	D	C	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	B	
Nitrobenzol	A	A	C	C	B	B	B	B	A	D	A	A	A	B	D	⊕	A	⊕	C	C	⊕	A	A	D	
Nitromethan	A	⊕	⊕	C	A	B	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	D	
Öl, Schmieröl	A	A	B	⊕	A	A	A	A	A	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	⊕	
Öl, Speiseöl	A	A	A	⊕	A	A	A	A	A	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	A	A	⊕	
Oleum	C	⊕	C	B	D	D	D	C	C	D	C	A	D	A	⊕	C	⊕	⊕	⊕	⊕	D	D	D	C	
Ölsäure	B	A	A	A	A	A	B	B	⊕	A	A	A	A	⊕	A	A	⊕	⊕	A	⊕	A	⊕	⊕	B	
Oxalsäure	A	A	B	A	C	C	B	C	C	A	A	A	A	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	A	⊕	A	B	B	A
Ozon	B	B	A	A	B	C	B	C	C	C	A	A	A	A	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	B	B	A	
Paraffinöl	A	A	A	A	A	A	A	A	A	⊕	A	⊕	A	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	A	
Parfüm	A	A	C	A	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	⊕	
Perchloräthylen	B	D	D	C	D	D	⊕	A	B	D	B	A	A	A	C	⊕	A	⊕	⊕	A	⊕	A	A	D	
Petrolether	C	A	B	A	A	A	⊕	A	⊕	A	B	A	A	⊕	A	A	⊕	A	⊕	⊕	⊕	A	A	B	
Petroleumgelee	⊕	A	⊕	⊕	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	A	A	⊕	
Phenol	A	A	C	B	D	D	D	C	C	D	D	A	A	A	C	⊕	D	⊕	C	⊕	D	A	A	C	
Phenylethylalkohol	A	A	C	B	B	C	⊕	A	A	⊕	C	A	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	⊕	
Phosphorsäure	A	A	⊕	⊕	D	D	D	D	D	A	⊕	A	⊕	⊕	⊕	A	⊕	A	C	⊕	A	D	C	C	
Phthalsäure	A	A	A	⊕	B	B	⊕	⊕	⊕	A	⊕	A	A	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	⊕	
Polyesterharze mit Styrol	⊕	A	⊕	⊕	A	A	⊕	⊕	⊕	A	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	⊕	
Propan, flüssig	B	A	B	A	⊕	⊕	A	A	A	⊕	A	A	⊕	⊕	⊕	A	⊕	A	⊕	⊕	⊕	A	A	A	
Propanol	A	A	A	B	B	B	⊕	A	A	A	A	A	A	⊕	A	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	C	
Quecksilber	A	⊕	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	A	
Quecksilberchlorid	A	⊕	A	A	D	D	⊕	A	A	⊕	A	A	A	B	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	A	
Resorcin	B	A	D	C	D	D	⊕	⊕	⊕	D	⊕	A	⊕	⊕	⊕	C	⊕	⊕	⊕	A	⊕	A	A	⊕	
Rohöl	A	A	B	A	A	A	⊕	A	A	⊕	⊕	A	A	A	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	B	
Salicylsäure	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	⊕	⊕	⊕	B	⊕	A	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	B	B	⊕	
Salpetersäure, konz.	C	⊕	C	C	D	D	D	C	C	⊕	C	⊕	A	A	C	C	⊕	A	⊕	A	D	D	D	D	
Salpetersäure, rauchend	C	⊕	C	C	D	D	D	C	C	⊕	⊕	B	A	C	B	D	⊕	⊕	⊕	⊕	D	D	D	D	
Salzsäure 10%	A	A	A	A	D	D	D	C	C	⊕	A	A	A	A	A	A	⊕	A	⊕	A	⊕	A	C	C	C
Salzsäure, konz.	A	⊕	B	A	D	D	D	C	C	⊕	C	A	A	A	B	A	⊕	A	⊕	⊕	⊕	D	D	D	
Sauerstoff	A	⊕	A	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	A	A	⊕	⊕	⊕	A	⊕	⊕	⊕	A	A	A	
Schwefel	A	A	A	A	A	A	A	A	⊕	⊕	A	⊕	A	⊕	A	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	A	A	A	⊕
Schwefelsäure 10%	A	A	A	A	D	D	B	A	C	A	A	A	A	A	A	A	A	A	⊕	A	C	C	C	C	

- A **Beständig, kein Angriff:**
Keine oder nur geringe Gewichts- und Massänderungen; keine wesentliche Änderung der mechanischen Eigenschaften
- B **Beständig, leichter Angriff:**
Absorbierung des Mediums, etwas Anschwellen und geringe Beeinträchtigung der mechanischen Eigenschaften möglich
- C **Bedingt beständig, mässiger Angriff:**
Nach einiger Zeit nennenswerte Gewichts- und Massänderungen; möglicherweise Verfärbung, Verminderung der Festigkeit und Zähigkeitsabnahme. Bedingt einsetzbar, je nach Anforderung im Einzelfall
- D **Unbeständig, löslich:**
Innerhalb kurzer Zeit starker Angriff (erhebliche Gewichts- und Massänderungen und Abnahme der Festigkeit und Zähigkeit). Einsatz wird nicht empfohlen
- ⊕ Keine Bewertung vorhanden

Achtung:
Die hier aufgeführten Beständigkeitswerte haben nur Richtwertcharakter und können durch mitbestimmende Faktoren wie Füllstoffe, veränderte Temperaturen, hohe Belastung, Umwelteinflüsse, Einwirkungsdauer usw. grundlegend verändert werden. Deshalb können wir für diese Angaben keine Garantie übernehmen. Diese Daten wurden bei Raumtemperatur und üblichen Konzentrationen ermittelt.

Chemische Beständigkeit von Kunststoffen

	Polyolefine		Polystyrol	Polyvinylchlorid	Polyamide		Polyacetale		Temoplastische Polyester	Fluor-Kunststoffe		Lineare Polyarylenether-etherketone,-sulfide,-sulfone	Polyimide		Duroplaste			Polyurethan							
	PP, PE-HMW, PE-UHMW	PEHD			PA 6, PA 66, PA 46 (extr.)	PA 6 G (gegossen)	POM-C	POM-H		PTEF	PVDF		PCTFE	PPE (PPO)	PSU	PPSU	PEEK		PAI	PEI	PI	Polyester	Epoxy	Phenol	PUR
Schwefelsäure 60%	A	⊙	A	A	D	D	D	C	C	C	A	⊙	A	A	B	A	⊙	⊙	⊙	⊙	A	D	D	C	
Schwefelsäure 95%	⊙	⊙	C	A	D	D	D	C	C	C	C	⊙	A	A	B	C	C	⊙	⊙	C	⊙	D	D	D	
Schwefelsäure, rauchend	C	⊙	C	B	D	D	D	C	C	C	C	⊙	D	A	⊙	C	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	D	D	C	
Schwefelwasserstoff	A	A	B	A	A	A	A	C	C	A	A	A	A	A	⊙	A	⊙	⊙	⊙	⊙	A	B	B	C	
Silbernitrat	A	A	B	A	A	A	A	A	⊙	⊙	A	A	A	⊙	⊙	A	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	A	A	B	
Siliconöle	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	⊙	A	⊙	⊙	⊙	A	⊙	B	A	A	A	
Siliziumfluorwasserstoff	⊙	A	⊙	⊙	C	C	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	A	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	A	⊙	⊙	⊙	B	B	⊙
Sodalösung	A	A	A	A	B	B	⊙	A	A	⊙	A	A	A	A	B	B	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	D
Speisefette, Speiseöle	B	A	A	A	A	A	A	A	A	⊙	A	A	A	A	⊙	C	⊙	⊙	A	⊙	⊙	⊙	A	A	A
Styrol	B	A	⊙	⊙	A	A	⊙	⊙	⊙	⊙	C	A	⊙	⊙	⊙	B	B	A	⊙	⊙	⊙	⊙	A	A	D
Teer	⊙	A	A	B	B	B	A	A	A	⊙	⊙	A	A	A	A	C	⊙	A	⊙	⊙	⊙	⊙	A	A	D
Tetrachlorkohlenstoff	B	B	D	B	A	A	A	A	A	C	A	A	B	B	C	C	⊙	A	C	⊙	⊙	A	A	C	
Tetrahydrofuran (Lösungsmittel)	B	B	D	D	A	A	B	B	A	C	A	B	B	A	D	⊙	⊙	⊙	C	⊙	D	A	A	D	
Tetralin	A	A	D	C	A	A	⊙	A	B	A	C	A	⊙	A	⊙	A	⊙	⊙	A	⊙	⊙	D	⊙	⊙	D
Thionylchlorid	C	C	D	C	D	C	⊙	B	⊙	⊙	⊙	A	A	B	⊙	A	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	D	B	B	D
Tinte, Farbe, Tusche	A	⊙	A	A	A	A	A	A	⊙	A	A	A	A	A	A	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	A	A	A
Toluol	A	B	D	C	A	A	A	A	A	⊙	C	A	A	B	D	D	B	A	A	C	⊙	⊙	A	A	D
Trafoöl	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	⊙	A	A	⊙	⊙	⊙	⊙	A	⊙	⊙	A
1,2,3-Trichlorbenzol	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	A	A	⊙
Trichlorethylen	B	C	D	C	B	B	B	B	B	D	⊙	A	A	C	D	D	A	A	⊙	D	⊙	D	A	A	D
Triethanolamin	⊙	A	⊙	⊙	A	A	⊙	⊙	⊙	A	⊙	A	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	A	A	⊙
Trinatriumphosphat	⊙	A	⊙	⊙	B	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	A	⊙	⊙	⊙	A	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	A	A	⊙
Überchlorsäure	A	B	⊙	A	C	C	⊙	⊙	B	⊙	B	A	A	A	A	A	⊙	⊙	⊙	A	⊙	⊙	B	B	D
Vaseline	A	A	A	A	A	A	⊙	A	⊙	⊙	⊙	A	A	⊙	A	A	⊙	⊙	A	⊙	⊙	⊙	A	A	B
Vinylchlorid	⊙	⊙	⊙	⊙	A	A	⊙	⊙	⊙	A	⊙	A	A	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	A	A	⊙
Wachs, geschmolzen	⊙	A	⊙	⊙	A	A	A	⊙	⊙	⊙	⊙	A	⊙	⊙	⊙	A	⊙	⊙	A	A	⊙	⊙	A	A	⊙
Wasser <60°C	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	⊙	A	A	A	⊙	A	A	A	A	A
Wasser, See, Fluss, Quelle <30°C	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	⊙	⊙	⊙	A	⊙	A	A	A	A	A
Wasserglas	A	A	⊙	A	A	A	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	A	A	⊙	⊙	A	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	C
Wasserstoffperoxid	A	⊙	⊙	A	B	B	A	C	A	⊙	A	⊙	A	A	⊙	A	⊙	A	⊙	⊙	⊙	⊙	B	B	C
Wasserstoffsperoxyd	⊙	A	⊙	A	C	C	A	⊙	⊙	A	⊙	A	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	C
Wein	⊙	A	A	A	B	B	⊙	⊙	⊙	A	⊙	A	⊙	A	⊙	A	⊙	⊙	⊙	A	⊙	⊙	A	A	⊙
Weinsteinsäure	⊙	A	A	A	B	B	⊙	B	B	⊙	A	A	A	A	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
Xylenol	⊙	⊙	⊙	⊙	D	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	A	⊙	⊙	⊙	A	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	A	A	⊙
Xylol	C	C	D	C	A	A	A	A	A	C	⊙	A	B	A	C	⊙	A	⊙	B	⊙	⊙	A	A	A	D
Zinkchlorid	A	A	A	A	C	C	A	B	B	⊙	A	A	A	⊙	⊙	A	⊙	A	⊙	A	⊙	A	A	A	D
Zinkoxyd	⊙	A	⊙	⊙	A	A	⊙	C	C	⊙	⊙	A	⊙	⊙	⊙	B	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
Zitronensäure	A	A	A	A	A	B	⊙	A	B	A	A	A	A	A	⊙	A	A	⊙	⊙	⊙	⊙	A	A	A	⊙

- A **Beständig, kein Angriff:**
Keine oder nur geringe Gewichts- und Massänderungen; keine wesentliche Änderung der mechanischen Eigenschaften
- B **Beständig, leichter Angriff:**
Absorbierung des Mediums, etwas Anschwellen und geringe Beeinträchtigung der mechanischen Eigenschaften möglich
- C **Bedingt beständig, mässiger Angriff:**
Nach einiger Zeit nennenswerte Gewichts- und Massänderungen; möglicherweise Verfärbung, Verminderung der Festigkeit und Zähigkeitsabnahme. Bedingt einsetzbar, je nach Anforderung im Einzelfall
- D **Unbeständig, löslich:**
Innerhalb kurzer Zeit starker Angriff (erhebliche Gewichts- und Massänderungen und Abnahme der Festigkeit und Zähigkeit). Einsatz wird nicht empfohlen
- ⊙ Keine Bewertung vorhanden

Achtung:
Die hier aufgeführten Beständigkeitswerte haben nur Richtwertcharakter und können durch mitbestimmende Faktoren wie Füllstoffe, veränderte Temperaturen, hohe Belastung, Umwelteinflüsse, Einwirkungsdauer usw. grundlegend verändert werden. Deshalb können wir für diese Angaben keine Garantie übernehmen. Diese Daten wurden bei Raumtemperatur und üblichen Konzentrationen ermittelt.

Allgemeine Informationen

17.1 – 17.2

Allgemeine Informationen

Kunststoff-Halbfabrikate

In Originalabmessungen oder als Zuschnitte lieferbar:

- Folien
- Platten
- Rundstäbe
- Rohre
- Profile

Informationen:

Werkstoffe, technische Eigenschaften und Dimensionen entnehmen Sie unserem Online-Shop unter www.angst-pfister.com

Kunststoff-Fertigteile

Lagerhaltiges Standardprogramm:

- Gleitlagerbüchsen aus PA 66
- Gleitlagerbüchsen aus PTFE HP 108–300
- Gleitlagerbüchsen FIBERGLIDE® mit Stahlmantel und PTFE-Gewebegleitschicht
- Gleitlagerbüchsen aus PET-C SL für Präzisionslager
- Gleitführungsbänder aus PTFE und PTFE HP
- PTFE-imprägniertes Glas- und KEVLAR®-Gewebe
- Selbstklebebander für elektrische Isolierfunktionen
- Schrumpfschlauch-Sortiment
- Antihaft-Walzenüberzüge aus FEP
- Klebstoffe

Informationen:

Werkstoffe, technische Eigenschaften und Dimensionen entnehmen Sie unserem Online-Shop unter www.angst-pfister.com

Kunststoffteile nach Kundenzeichnung

Dreh- und Frästeile nach Kundenzeichnung, einbaufertig bearbeitet aus allen Kunststoffen unseres Hauses auf CNC-gesteuerten Dreh- und Fräsmaschinen. Unser Know-how auch für schwierig bearbeitbare Materialien sichert die Fertigung toleranzhaltiger Teile.

- Drehen, Fräsen, Bohren, Gewindeschneiden
- Stanzen, Wasserstrahlschneiden
- Formteile:
 - Pressteile SMC oder Duroplasten
 - Giessteile aus PA 6 und PUR
- Tiefziehteile:
 - Thermoplast-Warmformteile durch Abkanten oder Vakuumtiefziehen, z.B. Transparenthauben, Deckel usw.
- Schweisskonstruktionen:
 - Einbaufertige Gehäuse, Abdeckungen usw. aus diversen Thermoplasten

Informationen:

Wenden Sie sich bitte an unsere Spezialisten (Adressen siehe letzte Seite)

Werkstatt-Dienstleistungen

Als interessantes Rationalisierungspotenzial erweist sich in vielen Fällen das Auslagern einzelner Verarbeitungsschritte. Dank eigenen, modern ausgerüsteten Werkstätten im In- und Ausland kann Ihnen Angst+Pfister bestimmte Fertigungsaufgaben abnehmen. Die Palette der gebotenen Leistungen ist sehr breit.



Anwendungsberatung und Engineering

Durch lösungsorientierte Beratung und Übernahme von Engineering-Aufgaben geben die Fachspezialisten von Angst+Pfister ihre Anwendungserfahrung, ihre Werkstoffkenntnisse und ihr fertigungstechnisches Know-how weiter. Sie unterstützen Kunden bei der Werkstoffwahl, bei der Optimierung von Produkten und bei der Rationalisierung von Fertigungsschritten. Bei der Neu- oder Weiterentwicklung von Produkten und Fertigungsverfahren lohnt sich ein frühzeitiger Kontakt mit den Ingenieuren von Angst+Pfister. In partnerschaftlicher Zusammenarbeit lassen sich in kürzeren Entwicklungszeiten und bei geringeren Entwicklungs- und Produktionskosten wettbewerbsfähigere Produkte erzielen.



Leistungsfähige Logistik-Infrastruktur

Angst+Pfister bietet eine breite Palette von rationalen Logistikkonzepten sowie Bestell- und Verrechnungsverfahren. Grundlage ist die fortschrittliche Logistik- und Informatik-Infrastruktur, deren Mittelpunkt das Angst+Pfister-Logistikcenter in Embrach ist. Hier werden über 100000 Artikelpositionen gelagert, wofür zwei automatische Hochregallager zur Verfügung stehen – eines mit rund 15400 Norm-Palettenplätzen und eines mit 34100 Plätzen für Kunststoffgebände. Ein mit zwei Rechnern abgesichertes Lagerverwaltungssystem bietet Gewähr für hohe Verfügbarkeit und rasche Bestellungsabwicklung. Monatlich werden mehrere Zehntausend Bestellpositionen kommissioniert und versandt, teils mit der eigenen Fahrzeugflotte, teils in enger Zusammenarbeit mit Grossspediteuren.



Kompromissloses Qualitätsmanagement

Das in der Angst+Pfister-Gruppe auf allen Prozess- und Logistikstufen konsequent durchgesetzte Qualitätsmanagement nach ISO 9001:2000 bietet Gewähr für die lückenlose Absicherung der Qualität aller Leistungen und die Rückverfolgbarkeit der gelieferten Produkte. Damit ist Angst+Pfister für die Kunden ein Partner, der mit seinen Marktleistungen ihren hohen Ansprüchen gerecht wird und sich nahtlos in ihr Qualitätsmanagement-System einbinden lässt. Qualitätsmanagement im Sinne der Angst+Pfister-Gruppe umfasst auch die Bereiche Umweltmanagement und Arbeitssicherheit.

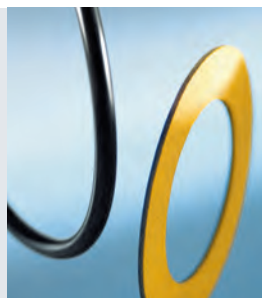
Angst + Pfister Gruppe: der führende Liefer- und Lösungspartner für Industriekomponenten

Wir helfen unseren Kunden in der produzierenden Industrie, jährlich Hunderttausende von Euro zu sparen, indem wir kundenspezifische Komponenten, ein tiefes und breites Produktsortiment von über 150 000 Standardartikeln und integrierte Supply-Chain-Lösungen bieten.

Unsere Kernbereiche



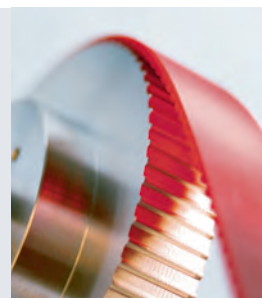
APSOplast®
Kunststofftechnik



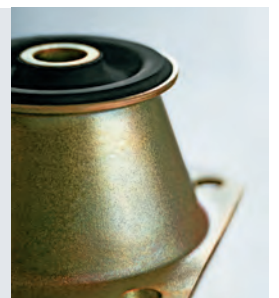
APSOseal®
Dichtungstechnik



APSOfluid®
Fluidtechnik



APSOdrive®
Antriebstechnik



APSOvib®
Schwingungstechnik

Die Angst + Pfister Gruppe beliefert ihre Kunden weltweit mit bedingungslos hochwertigen Produkten und verständlichen Lösungen. Unsere globalen Lieferanten und Vertriebsplattformen ermöglichen es uns, Ihnen stets die gleiche Produktqualität und den

gleichen Preis zu garantieren, unabhängig davon, ob Sie innerhalb Europas oder in Asien produzieren. Die Breite unseres Standard-Produktsortiments macht uns zu einem Partner, bei dem Sie alles aus einer Hand beziehen können. Dies erleichtert Ihnen nicht nur die Suche nach den richtigen Produkten, sondern ermöglicht es Ihnen auch, Ihr Lie-

ferantennetzwerk zu vereinfachen. Unsere Engineering-Lösungen sind so konzipiert, dass sie mit Ihrer Entwicklungsabteilung Hand in Hand funktionieren, so dass Sie Zeit und Geld bei der Entwicklung Ihrer Produkte sparen!

Schweiz

Angst + Pfister AG
Thurgauerstrasse 66, Postfach, CH-8052 Zürich
Telefon +41 (0)44 306 61 11
Fax +41 (0)44 302 18 71
www.angst-pfister.com, ch@angst-pfister.com

Angst + Pfister SA
Chemin de la Papeterie 1, CH-1290 Versoix
Telefon +41 (0)22 979 28 00
Fax +41 (0)22 979 28 78
www.angst-pfister.com, ch@angst-pfister.com

Frankreich

Angst + Pfister SA
Immeuble DELTAPARC, 93 avenue des Nations
FR-93420 Villepinte
Telefon +33 (0)1 48 63 20 80
Fax +33 (0)1 48 63 26 90
www.angst-pfister.com, fr@angst-pfister.com

Deutschland

Angst + Pfister GmbH
Schulze-Delitzsch-Strasse 38, DE-70565 Stuttgart
Telefon +49 (0)711 48 999 2-0
Fax +49 (0)711 48 999 2-2569
www.angst-pfister.com, de@angst-pfister.com

Österreich

Angst + Pfister Ges.m.b.H.
Floridsdorfer Hauptstrasse 1/E, AT-1210 Wien
Telefon +43 (0)1 258 46 010
Fax +43 (0)1 258 46 0198
www.angst-pfister.com, at@angst-pfister.com

Italien

Angst + Pfister S.p.A.
Via Montefeltro 4, IT-20156 Milano
Telefon +39 02 300 871
Fax +39 02 300 87100
www.angst-pfister.com, it@angst-pfister.com

Niederlande

Angst + Pfister B.V.
Boerhaavelaan 19, NL-2713 HA Zoetermeer
Telefon +31 (0)79 320 3700
Fax +31 (0)79 320 3799
www.angst-pfister.com, nl@angst-pfister.com

Belgien

Angst + Pfister N.V. S.A.
Bedrijvent centrum Waasland, Industriepark-West 75
B-9100 Sint-Niklaas
Telefon +32 (0) 3 778 0128
Fax +32 (0) 3 777 8398
www.angst-pfister.com, be@angst-pfister.com

China

Angst + Pfister Trade (Shanghai) Co. Ltd.
Rm 1402, West Tower, Zhong Rong Hengrui Building
No. 560 Zhangyang Road, CN-Shanghai 200122
Telefon +86 (0)21 5169 5005
Fax +86 (0)21 5835 8618
www.angst-pfister.com, cn@angst-pfister.com

Türkei

Laspar Angst + Pfister
Advanced Industrial Solutions A.Ş.
Dosab Gonca Sok. No:1, TR-16245 Bursa
Telefon +90 224 261 26 21
Fax +90 224 261 26 20
www.laspargroup.com, info@laspargroup.com



APSOparts®

the Online Shop of Angst + Pfister
www.apsoparts.com