



pro-K Fluoropolymergroup

Technisches Merkblatt 6
*Toleranzen für die mechanische
Bearbeitung von PTFE-Teilen*

Vorwort

Das vollfluorierte Hochleistungspolymer Polytetrafluorethylen (PTFE) ist der am meisten eingesetzte Fluorkunststoff und hat sich aufgrund seiner einzigartigen Eigenschaften als unverzichtbarer Werkstoff in der modernen Industriegesellschaft etabliert.

Als außergewöhnliche Eigenschaften von PTFE sind die hervorragende und breite Chemikalienbeständigkeit, der breiteste Temperatureinsatzbereich, die exzellenten (di)elektrischen Eigenschaften, die Beständigkeit gegen Versprödung, die Alterungsbeständigkeit sowie die hohe Reinheit des Werkstoffes hervorzuheben.

Dieses Technische Merkblatt informiert über die Toleranzen für die mechanische Bearbeitung von Teilen aus Polytetrafluorethylen (PTFE), welche die Voraussetzungen sind für qualitativ einwandfreie PTFE-Erzeugnisse.

Das vorliegende Technische Merkblatt ersetzt in Teilen und erweitert das vom Gesamtverband Kunststoffverarbeitende Industrie e.V. (GKV) herausgegebene Merkblatt „Qualitätsanforderungen, Prüfrichtlinien und Toleranzen für PTFE-Produkte“ von 1993.

Das Technische Merkblatt wird von der pro-K Fluoropolymergroup herausgegeben und gibt den Wissensstand von Januar 2014 wieder.

Bildnachweis (Vorderseite): © Heute+Comp GmbH

Wichtiger Hinweis:

Diese Ausarbeitung dient lediglich Informationszwecken. Die in dieser Ausarbeitung enthaltenen Informationen wurden nach derzeitigem Kenntnisstand und nach bestem Gewissen zusammengestellt. Der Autor und pro-K übernehmen jedoch keine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit der Informationen. Jeder Leser muss sich daher selbst vergewissern, ob die Informationen für seine Zwecke zutreffend und geeignet sind.

Stand: Januar 2014

Fluoropolymergroup

Die Fluoropolymergroup ist eine Fachgruppe des pro-K Industrieverbandes Halbzuge und Konsumprodukte aus Kunststoff e.V., Städelstraße 10, D-60596 Frankfurt am Main; Tel.: 069 - 2 71 05-31; Fax 069 - 23 98 37;

E-Mail: info@pro-kunststoff.de; www.pro-kunststoff.de

Inhaltsverzeichnis

1. PTFE-Drehteile

1.1 Geltungsbereich

1.2 Auswahl der Toleranzen

1.3 Zulässige Abweichungen für Längenmaße

2. PTFE-Frästeile

2.1 Geltungsbereich

2.2 Auswahl der Toleranzen

3. PTFE-Stanzteile

3.1 Geltungsbereich

3.2 Auswahl der Toleranzen

3.3 Zulässige Abweichungen für die Dicke

4. Zulässige Abweichungen für Maße ohne Toleranzangaben an spanend gefertigten, rotationssymmetrischen PTFE-Teilen

4.1 Durchmesser und Längenmaße

4.2 Rundungshalbmesser und Schrägen (Fasen)

4.3 Winkelmaße

4.4 Formabweichungen

5. Oberflächengüte

5.1 Prüfverfahren

5.2 Anforderungen

6. Messmittel und –methoden für die Oberflächenprüfung

1. PTFE-Drehteile

1.1 Geltungsbereich

Abschnitt 1 behandelt die mit normalem Fertigungsaufwand erreichbaren, einhaltbaren Toleranzen für spanabhebend gefertigte PTFE-Teile mit einer Länge von $5 \sqrt{d}$, höchstens jedoch 50 mm bearbeiteter Länge („d“ = zu bearbeitender Außendurchmesser). Die Messung erfolgt bei einem Normklima¹. Die zu messenden Teile müssen sich zuvor akklimatisiert haben.

1.2 Auswahl der Toleranzen

Die folgende Tabelle entspricht der Geometrischen Produktspezifikation (GPS) - ISO-Toleranzsysteme für Längenmaße – Teil 1. Grundlagen für Toleranzen, Abweichungen und Passungen (ISO/DIS 286-1:2007); Deutsche Fassung prEN ISO 286-1:2007

Es gelten folgende Toleranzen (in μm):

bis 50 mm: für die Wanddicke (radial)	IT 10
für den Durchmesser	IT 11
über 50 bis 180 mm:	
für die Wanddicke	IT 11
für den Durchmesser	IT 12
über 180 bis 500 mm:	
für die Wanddicke	IT 12
für den Durchmesser	IT 12

¹ Nach der DIN EN ISO 291 gibt es verschiedene Normklimata. Einmal das Normklima 23/50 (für nicht tropische Länder) und einmal das Normklima 27/65 (für tropische Länder). Für beide Klimata gibt es die Klasse 1 und die Klasse 2. Bei der Klasse 1 ist die Temperaturabweichung $\pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ und die Feuchteabweichung $\pm 5\%$. Bei der Klasse 2 ist die Temperaturabweichung $\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ und die Feuchteabweichung $\pm 10\%$.

Nennmaß- bereich mm	Radiale Wanddicke							Durchmesser						
	8	9	10	11	12	13	14	8	9	10	11	12	13	14
von 1 bis 3	1 4	25	40	60	100	140	250	14	25	40	60	100	140	250
über 3 bis 6	1 8	30	48	75	120	180	300	18	30	48	75	120	180	300
über 6 bis 10	2 2	36	58	90	150	220	360	22	36	58	90	150	220	360
Über 10 bis 18	2 7	43	70	110	180	270	430	27	43	70	110	180	270	430
über 18 bis 30	3 3	52	84	130	210	330	520	33	52	84	130	210	330	520
über 30 bis 50	3 9	62	100	160	250	390	620	39	62	100	160	250	390	620
über 50 bis 80	4 6	74	120	190	300	460	740	46	74	120	190	300	460	740
über 80 bis 120	5 4	87	140	220	350	540	870	54	87	140	220	350	540	870
über 120 bis 180	6 3	100	160	250	400	630	1000	63	100	160	250	400	630	1000
über 180 bis 250	7 2	115	185	290	460	720	1150	72	115	185	290	460	720	1150
über 250 bis 315	8 1	130	210	320	520	810	1300	81	130	210	320	520	810	1300
über 315 bis 400	8 9	140	230	360	570	890	1400	89	140	230	360	570	890	1400
über 400 bis 500	9 7	155	250	400	630	970	1550	97	155	250	400	630	970	1550

1.3 Zulässige Abweichungen für Längenmaße

Nach ISO 2768 (Blatt 1), Tabelle 1: oberes und unteres Grenzmaß für Längenmaß, Genauigkeitsgrad „fein“

Genauigkeitsgrad	Nennmaßbereich (mm)		
	0,5 bis 6	über 6 bis 30	über 30 bis 120
Fein	± 0,05	± 0,1	± 0,15

Die Messungen erfolgen bei Normalklima 23/50 DIN 50014.

Ist in Bezug auf die Funktionsfähigkeit eine engere Toleranz notwendig, die einen höheren Fertigungsaufwand bedingt, erfordert dies eine produktbezogene Festlegung zwischen Besteller und PTFE-Verarbeiter.

Spanlos gefertigte Drehteile erfordern größere Toleranzen als spanabhebend gefertigte. Sie müssen daher zwischen Besteller und PTFE Verarbeiter gesondert vereinbart werden.

2. PTFE-Frästeile

2.1 Geltungsbereich

Abschnitt 2 behandelt die mit normalem Fertigungsaufwand einhaltbaren Toleranzen für PTFE-Frästeile. Die Eigenart der Fräsbearbeitung von PTFE verlangt für komplizierte Teile oder Formen jedoch häufig gröbere Toleranzen.

2.2 Auswahl der Toleranzen

Die Toleranztafel entspricht der ISO-Toleranzreihe (IT) nach ISO 286-1. Sie weist eine Begrenzung des Feinheitsgrades auf die Grundtoleranzen der IT-Reihen 13, 14 und 15 auf.

Bearbeitungsmaß mm	IT										
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
von 1 bis 3	14	25	40	60	100	140	250	400	600	---	---
über 3 bis 6	18	30	48	75	120	180	300	480	750	---	---
über 6 bis 10	22	36	58	90	150	220	360	580	900	1500	---
über 10 bis 18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100	1800	2700
über 18 bis 30	33	52	84	130	210	330	520	840	1300	2100	3300
über 30 bis 50	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600	2500	3900
über 50 bis 80	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900	3000	4600
über 80 bis 120	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200	3500	5400
über 120 bis 180	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500	4000	6300
über 180 bis 250	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900	4600	7200
über 250 bis 315	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200	5200	8100
über 315 bis 400	89	140	230	360	570	890	1400	2300	3600	5700	8900
über 400 bis 500	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000	6300	9700

Ist in Bezug auf die Funktionsfähigkeit eine feinere Toleranz notwendig, die einen höheren Fertigungsaufwand bedingt, erfordert dies eine produktbezogene Festlegung zwischen Besteller und PTFE-Verarbeiter.

3. PTFE-Stanzteile

3.1 Geltungsbereich

Die angegebenen Toleranzen gelten für eine Seite des Stanzteils, die Gegenseite kann durch konische Ausbildung der Schnittfläche abweichen. Aus diesem Grund gilt bei Innenmaßen das Kleinmaß und bei Außenmaßen das Größtmaß als Bezugsmaß für die Toleranz.

3.2 Auswahl der Toleranzen für Durchmesser und andere Maße (außer Dicke)

Für Stanzteile, die mit Präzisionsschnittwerkzeugen (Gesamtschnitt, Messerschnitte) hergestellt wurden, gelten die Grundtoleranzen der IT-Reihe 15 nach prEN ISO 286-1:2007.

Die Toleranzangaben gelten bei einer Dicke bis zu max. 3 mm.

3.3 Zulässige Abweichungen für die Dicke

Bis zu einer Nenndicke von 2 mm: $\pm 10\%$;

Bei einer Nenndicke über 2 mm gelten die in den pro-K Richtlinien festgelegten Dickentoleranzen für PTFE-Platten.

4. Zulässige Abweichungen für Maße ohne Toleranzangabe an spanend gefertigten, rotationssymmetrischen PTFE-Teilen

4.1 Durchmesser und Längenmaße

Nach ISO 2768 Allgemeintoleranzen; Längen- und Winkelmaße, Form und Lage, nicht für Neukonstruktionen, aktuelle Ausgabe 4.1991, (Blatt1), Tabelle 1, oberes und unteres Grenzmaß für Längenmaße, Genauigkeitsgrad, „mittel“ und „grob“; identisch mit DIN ISO 2768-1 Allgemeintoleranzen.

Genauigkeitsgrad	Grenzabmaße in mm für Nennmaßbereich						
	0,5 bis 3	über 3 bis 6	über 6 bis 30	über 30 bis 120	über 120 bis 400	über 400 bis 1000	über 1000 bis 2000
mittel	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	0,5	0,8	1,2
grob	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	$\pm 2,0$	± 3

Für den Nennmaßbereich 0,5-120 mm gilt der Genauigkeitsgrad „mittel“. Für Maßbereiche über 120 bis 2000 mm sowie für fertigungstechnisch schwierige (z. B. dünnwandige) Teile ist der Genauigkeitsgrad „grob“ anzusetzen, sofern nicht ausdrücklich eine andere Vereinbarung getroffen wurde.

4.2 Rundungshalbmesser und Schrägungen (Fasen)

Nach ISO 2768-1 (Blatt 1), Tabelle 2, oberes und unteres Grenzabmaß für Rundungshalbmesser und Fasenhöhen, Genauigkeitsgrad „fein/mittel“; identisch mit DIN ISO 2768-1 Allgemeintoleranz.

Genauigkeitsgrad	Grenzabmaß in mm für Nennmaßbereich				
	0,5 bis 3	über 3 bis 6	über 6 bis 30	über 30 bis 120	über 120 bis 315
fein mittel	± 0,2	± 0,5	± 1,0	± 2,0	± 4,0

4.3 Winkelmaße

Nach ISO 2768 (Blatt 1), Tabelle 3: Genauigkeitsgrad „fein/mittel“

Genauigkeitsgrad	Grenzabmaß in Winkleinheiten für Nennmaßbereiche des kürzeren Schenkels in mm					
	bis 10		über 10 bis 50		über 50 bis 120	
	Grad	mm je 100 mm	Grad	mm je 100 mm	Grad	mm je 100 mm
fein mittel	± 1°	1,8	± 30°	0,9	± 20°	± 0,6

4.4 Formabweichungen

PTFE-Hohlkörper sind, besonders bei geringer Wandstärke, schwierig auf Formabweichungen zu messen. Die folgenden Toleranzangaben gelten daher nur für massive Formteile oder Hohlkörper, bei denen das Verhältnis Durchmesser / Wandung kleiner als 5 ist: Diese Teile dürfen die durch die Zahlenwerte in den Tabellen 4.1 bis 4.3 gegebenen Toleranzräume des jeweiligen Nennmaßes ausnutzen.

5. Oberflächengüte

5.1 Prüfverfahren

DIN EB USI 3274 Geometrische Produktspezifikationen (GPS) – Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren – Nenneigenschaften von Tastschnittgeräten (ISO 3274:1996); Deutsche Fassung EN ISO 3274:1998.

Empfohlen wird das Bezugsflächen-Tastsystem mit einem Tastspitzenradius von 0,005 mm. Wegen der Weichheit von PTFE sollte mit einer sehr geringen Messkraft (0,7 mN) gearbeitet werden.

5.2 Anforderungen

Die Richtwerte für die zulässige Rauhtiefe der spanend bearbeiteten Oberflächen sind folgende:

PTFE-Typ	Rauhtiefe R_z
Virginal	< 16 μm
Gefüllt ^{*2}	< 25 μm

Die erforderliche Prüfstrecke ist zu beachten.

Durch erhöhten Fertigungsaufwand ist eine Verbesserung der Oberflächengüte möglich.

6. Messmittel und Messmethoden für die Oberflächenprüfung

Empfohlen wird die Verwendung eines federbelasteten Abtastsystems. Die Tastspitze ist als Kegel mit abgerundeter Spitze ausgeführt. Der Rundungsradius sollte maximal 5 μm betragen.

Insbesondere bei der Prüfung von gefüllten PTFE-Produkten wird die Verwendung einer Diamantspitze empfohlen.

² Wird beeinflusst durch Art und Menge des Füllstoffes sowie dessen Partikelgröße und Faserlänge z.B. Füllstoff Glasfaser: Typische Werte $L_{50} = 60 \mu\text{m}$, maximale Faserlänge ca. 150 μm .

Mitglieder der Fluoropolymergroup:

www.dyneon.comwww.fietz.com