



## 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 Februar 2022 wieder. Es ersetzt mit wenigen Änderungen das Merkblatt aus dem Jahr 2014.

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: Februar 2022

### Fluoropolymergroup

Die Fluoropolymergroup ist eine Fachgruppe des pro-K Industrieverbandes Halbzeuge und Konsumprodukte aus Kunststoff e.V. Mainzer Landstr. 55, D-60329 Frankfurt am Main; Tel.: +49 (0)69 - 40 89 555 43; E-Mail: [info@pro-kunststoff.de](mailto:info@pro-kunststoff.de); [www.pro-kunststoff.de](http://www.pro-kunststoff.de)

pro-K ist Trägerverband des Gesamtverbandes der Kunststoffverarbeitenden Industrie e.V. (GKV)



## 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 Normklima<sup>1</sup>. 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  $\mu\text{m}$ ):

|                                       |       |
|---------------------------------------|-------|
| 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 |

<sup>1</sup> 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  $\pm 1^\circ\text{C}$  und die Feuchteabweichung  $\pm 5\%$ . Bei der Klasse 2 ist die Temperaturabweichung  $\pm 2^\circ\text{C}$  und die Feuchteabweichung  $\pm 10\%$ .

Tabelle 1: Grundlagen für Toleranzen, Abweichungen und Passungen (ISO/DIS 286-1:2007)

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

### 1.3 Zulässige Abweichungen für Längenmaße

Tabelle 2: oberes und unteres Grenzabmaß für Längenmaß, Genauigkeitsgrad „fein“, nach ISO 2768 (Blatt 1)

| Genauigkeitsgrad | Nennmaßbereich (mm) |               |                 |
|------------------|---------------------|---------------|-----------------|
|                  | 0,5 bis 6           | über 6 bis 30 | über 30 bis 120 |
| Fein             | $\pm 0,05$          | $\pm 0,1$     | $\pm 0,15$      |

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.

Tabelle 3: ISO-Toleranzreihe (IT) nach ISO 286-1

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

Tabelle 4: oberes und unteres Grenzmaß für Längenmaße

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

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.

Tabelle 5: oberes und unteres Grenzabmaß für Rundungshalbmesser und Fasenhöhen

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

### 4.3 Winkelmaße

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

Tabelle 6: Genauigkeitsgrad

| Genauigkeitsgrad | Grenzabmaß in Winkleinheiten für<br>Nennmaßbereiche des kürzeren Schenkels in mm |                |                 |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|
|                  | bis 10                                                                           | über 10 bis 50 | über 50 bis 120 |
|                  | Grad                                                                             | Grad           | Grad            |
| fein<br>mittel   | ± 1°                                                                             | ± 30"          | ± 20"           |

### 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 $\mu\text{m}$ |
| Gefüllt <sup>2</sup> | < 25 $\mu\text{m}$ |

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  $\mu\text{m}$  betragen.

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

<sup>2</sup> 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  $\mu\text{m}$ .

Mitglieder der Fluoropolymergroup:



Fachgruppe Fluoropolymergroup

*Toleranzen für die mechanische Bearbeitung von PTFE-Teilen*

Stand: Februar 2022

