

Toleranzen für spanabhebend bearbeitete Kunststoffteile

Bereits während der Konstruktionsphase eines Kunststoffteils werden die Endkosten des betreffenden Elements festgelegt. Grund genug, sich neben der Materialwahl, dem Design und dem späteren Entsorgungsweg, rechtzeitig auch Gedanken zur verfahrensbedingten Herstellbarkeit sowie den Bearbeitungstoleranzen anzustellen.

Kunststoffe weisen andere physikalische Werte auf als Metalle. Nachfolgende Eigenschaften der Kunststoffe erschweren die Einhaltung von engen Mass-, Form- und Lagetoleranzen

- Wärmeausdehnung
- Feuchtigkeitsaufnahme ⁽¹⁾
- Spannungsabbau ⁽²⁾
- Kriechneigung

⁽¹⁾ Für präzise Teile aus Polyamiden (PA), die ihr Einsatzgebiet in einer sehr feuchten Umgebungen finden, empfehlen wir die Teile nach der Vorbearbeitung zu konditionieren. Im Konditionierprozess wird die Sättigung des Feuchtegehalts eines Materials beschleunigt herbeigeführt. Mit der Zunahme des Feuchtegehalts erfolgt eine Volumenvergrösserung.

⁽²⁾ Die Thermoplaste der Firma Amsler & Frey AG sind mehrheitlich getempert. Tempern ist eine Wärmebehandlung und bewirkt eine Nachkristallisation des Gefüges. Mit dieser Massnahme wird ein deutlicher Eigenspannungsabbau des Materials erzielt. Bei sehr präzisen Bauteilen empfehlen wir den Temperprozess nach der Vorbearbeitung zu wiederholen.

Bitte kontaktieren Sie uns für eine unverbindliche Beratung.

Aus Unkenntnis dieser Eigenschaften und weil bis heute kein Normenwerk für spanabhebend bearbeitete Kunststoffteile vorliegt, werden allzu oft die in der Metallbearbeitung üblichen Toleranzfelder angewendet. Dieser Umstand führt einerseits zu unverhältnismässig hohen Bearbeitungskosten und andererseits zu Toleranzfehlern, die oft erst mit zeitlicher Verzögerung in Erscheinung treten.

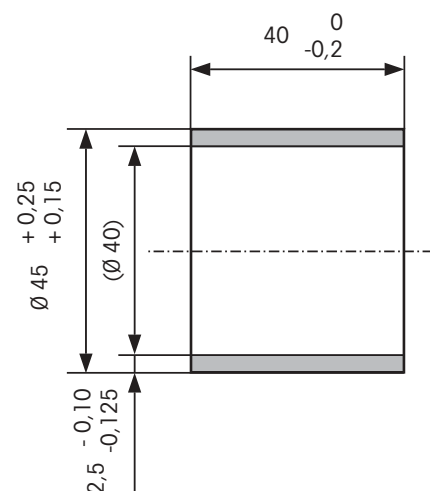
Unter Berücksichtigung der zunehmenden Bedeutung der Qualitätssicherung und des Bestrebens nach einer konsequenten Kostenoptimierung, sollten für spanabhebend bearbeitete Kunststoffteile dieser Materialgruppe gerecht werdende Toleranzfelder gewählt werden. Aus den bereits beschriebenen Gründen ist von der Verwendung der ISO-Grundtoleranzgrade IT6, IT7 und IT8 abzusehen. Unter Einhaltung der nachfolgenden Empfehlung ist die Funktion der Bauteile aus Kunststoff in der Regel zuverlässig gewährleistet. Bei der Wahl von engeren ISO-Grundtoleranzgraden empfehlen wir die vorgängige Kontaktaufnahme mit dem Kunststoff-Spezialisten.

Vorgehen bei der Festlegung der Toleranzen

(Quelle: Kunststoffverband Schweiz, VKI-Merkblatt 11.90)

1. Kunststoffgerechte Vermassung

- Bei dünnwandigen Teilen wie Lagerbüchsen und Ringen, anstatt Aussen- und Innendurchmesser, Aussendurchmesser und Wandstärke vermessen.
- Wahl von unbearbeiteten Oberflächen vermeiden. Die grosse Toleranzbreite der Halbzeug-Nennmasse und die teilweise unregelmässige Oberfläche der Halbzeuge erschweren die Einhaltung der vorgegebenen Masse und Toleranzen.



Beispiel einer kunststoffgerechten Vermassung an einer Gleitbüchse

2. Festlegung der Masskategorie

Wahl der Masskategorie aus Tabelle 1.

- Kategorie A Hohe Masshaltigkeit (POM, PET etc.)
- Kategorie B Reduzierte Masshaltigkeit (PE, PTFE etc.)

3. Zuordnung der ISO-Passtoleranzen

- Für Drehteile mit Toleranzangabe → Tabelle 2a
Beispiel POM Nennmass 30 mm → ISO-Grundtoleranzgrad IT9 → Passtoleranz 0.052 mm
- Für Drehteile ohne Toleranzangabe → Allgemeintoleranz nach Tabelle 2b
- Für Frästeile mit Toleranzangabe → Tabelle 3a
Beispiel PA6 Nennmass 15 mm → ISO-Grundtoleranzgrad IT11 → Passtoleranz 0.110 mm
- Für Frästeile ohne Toleranzangabe → Allgemeintoleranz nach Tabelle 3b

4. Bestimmung des ISO-Passtoleranzfelds nach SN EN 20286-2

Bestimmen entsprechend der Bauteilfunktion.

Zu beachten sind:

Umgebungsbedingungen

Die hier vorgeschlagenen Grundtoleranzen bzw. die maximal zulässigen Abmasse können nur gewährleistet werden, wenn die Teile ohne Unterbruch im Normalklima 23/50 (+23 °C bei 50 % relativer Feuchte) gelagert sind. Nur kurzzeitige und geringfügige Abweichungen von diesen Bedingungen sind zulässig.

Messtechnik

Die Messmethoden der Metallbearbeitung können nur in wenigen Fällen für den Kunststoffbereich übernommen werden. So deformieren sich beispielsweise weiche Thermoplaste unter dem Druck von Messschiebern und von Mikrometern. Ausserdem wird der Anzugsdrehmoment von Mikrometerspindeln durch die niedrigen Gleitreibungskoeffizienten der Kunststoffe stark verfälscht. Es wird deshalb empfohlen, berührungslose Messsysteme einzusetzen. In kritischen Fällen sollten die anzuwendenden Messmethoden zwischen Anwender und Hersteller vereinbart werden.

Geometrische Form

Die vorgeschlagenen Toleranzreihen sind bei Teilen mit extremen Durchmesser / Längen-Verhältnis oder mit dünner Wandstärke entsprechend anzupassen.

Konstruktionshinweise

Tabelle 1

Einteilung der Kunststoffe in Kategorien betreffend Masshaltigkeit

Masskategorie	Kunststoffe	Bemerkungen
A	POM, PET, PTFE Compound, PVDF, PCTFE, PC, PVC hart, PP, PMMA, PC, PPE modifiziert, PS, ABS, PA12G PEEK, PSU, PES, PPS, PEI, PI, PAI HP, HGW, EP-GF	Thermoplaste und Duroplaste mit oder ohne Compoundierung und mit geringer Feuchtigkeitsaufnahme
B	PE300, PE500, PE1000, PTFE rein PA6, PA6G, PA66, PA12, PA4,6	Sehr weiche Thermoplaste und Polyamide mit hoher Feuchtigkeitsaufnahme

Tabelle 2a

Empfohlene Toleranzreihe für Drehteile aus Kunststoff nach SN EN 20286-1

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

ISO Grundtoleranzen in 0,001 mm (μm)

Masskategorien

A ■ IT 9 – 11
B ■ IT 10 – 13

Konstruktionshinweise

Tabelle 2b

Empfohlene Allgmeintoleranz für Drehteile nach SN EN 22768-1

Genauigkeitsgrade	Nennmassbereich in mm							
	bis 6	über 6 bis 30	über 30 bis 100	über 100 bis 300	über 300 bis 1000	über 1000 bis 2000	über 2000 bis 400	über 4000
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	+/- 3	+/- 5	+/- 8	+/- 10

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

Tabelle 3a

Empfohlene Toleranzreihe für Frästeile aus Kunststoff nach SN EN 20286-1

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

ISO Grundtoleranzen in 0,001 mm (µm)

Masskategorien

A ■ IT 10 – 13
 B ■ IT 11 – 14

Tabelle 3b

Empfohlene Allgmeintoleranz für Frästeile nach SN EN 22768-1

Genauigkeitsgrade	Nennmassbereich in mm							
	bis 6	über 6 bis 30	über 30 bis 100	über 100 bis 300	über 300 bis 1000	über 1000 bis 2000	über 2000 bis 400	über 4000
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	+/- 3	+/- 5	+/- 8	+/- 10

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