

KUNDERT-Norm



Spanabhebende Bearbeitung
Toleranzen für Fertigteile

KUNDERT
KF 1010-1

Diese Norm gibt eine Übersicht über die bei KUNDERT geltenden Toleranzen für Fertigteile, welche in spanabhebender Fertigungsweise hergestellt werden.

Vorwort

Kunststoffe unterliegen anderen physikalischen Gesetzmässigkeiten als Metalle. Vor allem die grössere Wärmeausdehnung, die Volumenänderung durch Feuchtigkeitsaufnahme sowie Dimensionsveränderungen durch den langsamen Abbau von Spannungen im Werkstoff schliessen die Einhaltung engster Masstoleranzen - wie sie für Metalle üblich sind - aus. Da bis heute kein Normenwerk mit Toleranzen für spanabhebend bearbeitete Kunststoffteile besteht, bedient sich der Konstrukteur der für Metalle üblichen ISO-Toleranzen.

Bei Beachtung der besonderen Eigenschaften der Kunststoffe lassen sich Überraschungen bezüglich Toleranzen und Masshaltigkeit von Fertigteilen vermeiden.

Herausgeber

KUNDERT AG
Kunststofftechnik

Buechstrasse 33
CH-8645 Jona

www.kundert.ch

Kontakt

E-Mail: info@kundert.ch
Telefon: +41 55 225 16 16

Version und Ausgabedatum

Version: KUNDERT KF 1010-1
Ausgabedatum: 04.01.2023

Frühere Ausgaben

KUNDERT KF 1010-1:2020-11
„Toleranzen spanabhebend fertiggestellter Kunststoff-Fertigteile“ KF_Toleranzen_80, 2020

Inhaltsverzeichnis

1. Allgemeine Hinweise.....	3
2. Einleitung.....	3
3. Vorgehen zur Festlegung kunststoffgerechter Standard-Toleranzen.....	3
a. Wahl einer kunststoffgerechten Vermassung	3
b. Festlegung der Masskategorie	4
c. Zuordnung der ISO-Toleranzreihe (IT)	4
4. Oberflächengüte	6
5. Kriechverhalten / Viskoelastisches Verhalten.....	7
6. Kriechverhalten – Anwendungsbeispiel einpressen von Wälzlagern	7
7. Mass- und Volumenänderung bei Temperatureinfluss	8

1. Allgemeine Hinweise

Die vorliegende KUNDERT-Norm KF 1010-1 für zerspannte Kunststoff Fertigteile wurde in Anlehnung an SN EN ISO 286-1 / SN EN 2768-1 erstellt und dient als Richtlinie für zerspannte Kunststoff Fertigteile von KUNDERT. In gewissen Fällen kann von den hier aufgeführten Grenzabmassen abgewichen werden. Die aufgeführten Grenzabmasse entstammen unserem aktuellen Wissensstand. KUNDERT behält sich vor, diese Werte jederzeit abändern zu dürfen. Auf unserer Website (www.kundert.ch) ist jederzeit die aktuellste Version dieses Dokuments aufgeschaltet.

2. Einleitung

Die nachfolgend vorgeschlagenen Toleranzgrössen sind mit üblichem Fertigungsaufwand erreichbar. Für kostengünstige Teile aus Kunststoffen ist somit von der Festlegung der ISO-Toleranzreihen IT 6, 7 und 8 abzusehen. Oft kann auch bei mechanisch gefertigten Kunststoffteilen mit den Allgemeintoleranzen die Funktion gewährleistet werden. Wenn engere Toleranzen als die nachfolgenden gefordert sind, empfehlen wir die Kontaktnahme mit einem unserer Spezialisten der Kunststoffbearbeitung.

3. Vorgehen zur Festlegung kunststoffgerechter Standard-Toleranzen

a. Wahl einer kunststoffgerechten Vermassung

Beispiel: Bei dünnwandigen Teilen (z.B. Gleitlagerbüchsen) Aussendurchmesser und Wandstärke vermessen, nicht Aussen- und Innendurchmesser.

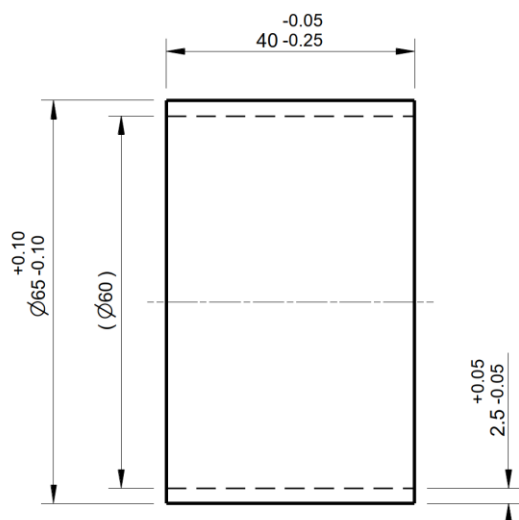


Abbildung 1: Kunststoffgerechte Vermassung

KUNDERT KF 1010-1

b. Festlegung der Masskategorie

Den Werkstoff gemäss Tabelle 1 der Kategorie A (hohe Masshaltigkeit) oder B (reduzierte Masshaltigkeit) zuordnen.

Beispiel: POM entspricht Masskategorie A

c. Zuordnung der ISO-Toleranzreihe (IT)

Vermassungen mit Toleranzangaben nach Tabelle 2a.

Bei Vermassungen ohne Toleranzangaben kann diese direkt der Tabelle 2b entnommen werden.

Zu beachten sind:

Umgebungs-Bedingungen

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 % relativer Feuchte) gelagert sind. Nur kurzzeitige und geringfügige Abweichungen vom Normklima sind zulässig.

Messtechnik

Einzelne Messmethoden, die im Metallbereich üblich sind, eignen sich nur bedingt im Kunststoffbereich. So deformieren sich beispielsweise weichere Thermoplaste unter Druck von Mikrometerspindeln, und deren Anzugsdrehmoment wird durch niedrigste Reibungswerte stark verfälscht. Anzustreben sind deshalb berührungslose Messsysteme.

In kritischen Fällen sind Messmethoden zwischen Hersteller und Endabnehmer zu vereinbaren.

Geometrische Form

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

Tabelle 1: Einteilung der Kunststoffe

Einteilung der Kunststoffe in Kategorien betreffend Masshaltigkeit. Kategorie A (hohe Masshaltigkeit) oder B (reduzierte Masshaltigkeit)

Mass-Kategorie	Kunststoffe	Bemerkungen
A	POM, PET, PEEK, PVDF, PC, PVC-hart, PP, PMMA, PS, PPS, PSU, PEI, PAI, PI, EP-GF	Thermo- und Duroplaste mit oder ohne Verstärkungsstoffe und geringer Feuchtigkeitsaufnahme
B	PE-HD, PE-HMW, PE-UHMW, PTFE, PA6, PA66	Sehr weiche Thermoplaste und Polyamide mit grosser Feuchtigkeitsaufnahme

Tabelle 1: Einteilung der Kunststoffe

KUNDERT KF 1010-1

Tabelle 2: Toleranzreihe für mechanisch bearbeitete Teile aus Kunststoff
(nach SN EN ISO 286-1)

Empfohlene ISO-Toleranzreihe für die Werkstoffe der Masskategorien:

- A IT 9 - 10
- B IT 11 - 12

ISO-Toleranzqualitäten in 0.001 mm (μm)

Nennmassbereich (mm)	ISO-Toleranzreihe (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	129	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

Tabelle 2: ISO Grundtoleranzgrade

KUNDERT KF 1010-1

Tabelle 3: Allgemeintoleranzen für mechanisch bearbeitete Teile aus Kunststoff
(nach SN EN 2768-1)

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

Genauigkeitsgrad	Nennmassbereich (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 4000	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

Tabelle 3: ISO Allgemeintoleranzen

4. Oberflächengüte

Die erreichbaren Rauigkeitsgrade sind vom Bearbeitungsverfahren abhängig. Nachfolgend sind die ohne zusätzlichen Aufwand realisierbaren Oberflächengüten für die einzelnen Bearbeitungsverfahren aufgeführt.

Bearbeitungsart	Erreichbare Oberfläche	Erreichbare Oberfläche Ra (µm)	Erreichbare Oberfläche Rz (µm)
Fräsen	N7	1.6	10
Drehen	N7	1.6	10
Hobeln	N8	3.2	16-25
Sägen	N9	6.3	40

Tabelle 4: Erreichbare Oberflächen

Mit einem höheren Fertigungsaufwand sind auch bessere Oberflächengüten möglich. Für die Überprüfung der Herstellbarkeit, empfehlen wir die Kontaktnahme mit einem unserer Spezialisten der Kunststoffbearbeitung.

5. Kriechverhalten / Viskoelastisches Verhalten

Kunststoffe zeigen ein ausgeprägtes viskoelastisches Verhalten. Das heisst bei konstanter Belastung nimmt die Anfangsdeformation in Abhängigkeit von Zeit und Temperatur zu. Demzufolge können Festigkeitswerte zur Dimensionierung von Bauteilen nicht als Einpunktwerte verwendet werden, sondern müssen in Abhängigkeit von Belastungszeit und Temperatureinwirkung in die statische Berechnung einfließen.

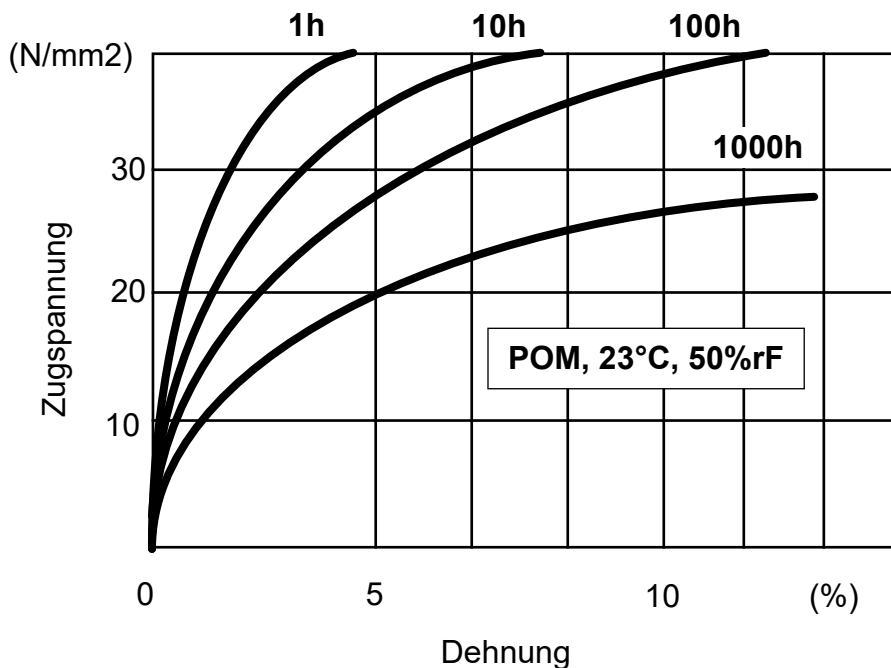


Abbildung 2: Isochrone Spannungs-Dehnungsdiagramm vom POM

6. Kriechverhalten – Anwendungsbeispiel einpressen von Wälzlagern

Wälzlager können direkt in den mit Untermass gefertigten Lagersitz eingepresst werden. Die Sicherung des Lagers ist bei niedrigen Belastungen und Einsatztemperaturen nicht zwingen notwendig, empfiehlt sich aber in Fall von höheren Belastungen und Einsatztemperaturen. Die Ursache liegt im Kriechverhalten der Kunststoffe, was zum Nachlassen der Presskraft und dem Auswandern des Lagers führen kann.

Für Lagersitze, in die Wälzlager zum Betrieb unter normalen Temperatur- und Belastungsbedingungen eingepresst werden, gelten folgende Einpressuntermasse und Toleranzen:

Lagerdurchmesser bis 50 mm	→	-0.1 / -0.2 mm
Lagerdurchmesser von 50 bis 120 mm	→	-0.2 / -0.3 mm
Lagerdurchmesser über 120 mm	→	-0.3 / -0.4 mm

Bei kleiner gewählten Einpressuntermasse würde die Presskraft nach kurzer Zeit nachlassen.

7. Mass- und Volumenänderung bei Temperatureinfluss

Allgemein beträgt die Längenänderung durch Temperatureinfluss ca. 0.1% pro 10 K Temperaturänderung. Zusätzlich ist bei Polyamiden mit einer Volumenänderung durch Aufnahme von Feuchtigkeit von ca. 0.15 bis 0.2% pro 1% aufgenommenes Wasser zu rechnen.

Beispiel:

Ein Stab aus POM-C ist 100mm lang. Wie gross ist seine Ausdehnung wenn man ihn um 10°C erwärmt?

Formel: $\Delta l = \alpha \cdot l \cdot \Delta T$

Aus Tabelle 4: $\alpha = 10 \cdot 10^{-5} \text{ 1/K}$

Rechnung: $\Delta l = 10 \cdot 10^{-5} \text{ 1/K} \cdot 100 \text{ mm} \cdot 10\text{K} = \underline{\underline{0.1 \text{ mm}}}$

Tabelle 4: Feuchtigkeitsaufnahme, Längenausdehnungskoeffizient

Informationen hierzu können auf unserer Website www.kundert.ch unter

Technische Dokumentationen → Thermoplaste → Allgemeiner Teil

abgerufen werden.

Alle Angaben zu unseren Produkten entsprechen dem heutigen Stand unserer Kenntnisse. Informationen über Materialeigenschaften stammen von unseren Lieferanten und sind von uns nicht überprüft worden. Die Angaben sind nicht als Zusicherungen für bestimmte Eigenschaften unserer Produkte zu verstehen. Die Angaben sowie unsere konkreten anwendungstechnischen Hinweise in Wort und Schrift befreien Sie nicht von einer eigenen Prüfung der Produkte auf ihre Eignung für den von Ihnen beabsichtigten Einsatzzweck. Unsere Angaben sind unverbindlich - auch soweit sie Schutzrechte Dritter betreffen - und können zu keiner Haftung führen. Die Gewährleistung für die Qualität unserer Produkte sowie unsere Haftung richten sich im Übrigen nach den Ihnen bekannten Allgemeinen Verkaufs- und Lieferbedingungen der KUNDERT AG.