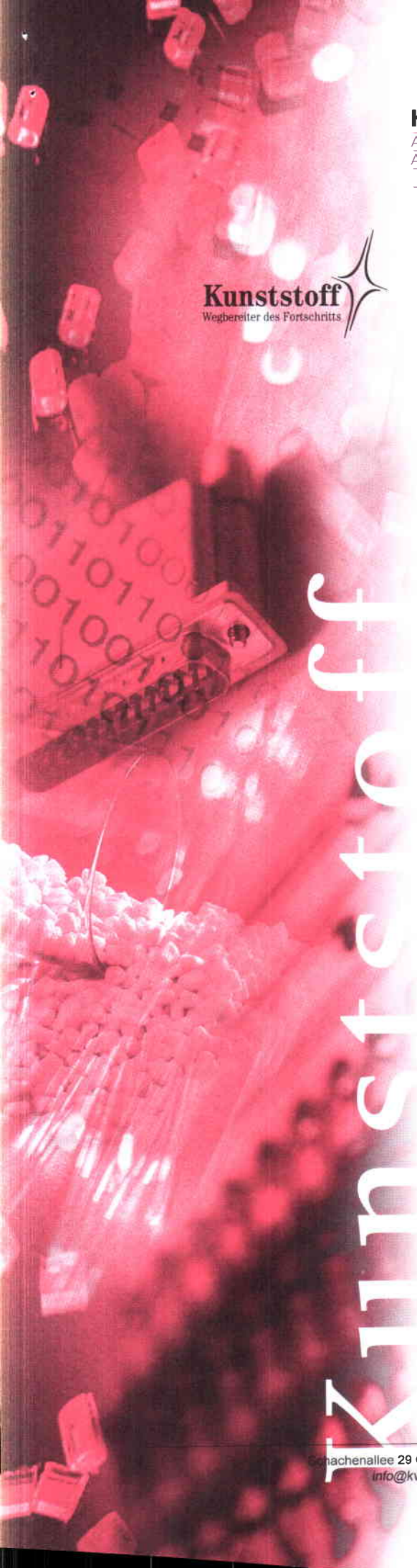


KunststoffVerbandSchweiz
Association Suisse des matières plastiques
Associazione Svizzera delle materie plastiche
Swiss plastics Association

Fachgruppe FABH

Empfehlungsschrift Kunststoff-Toleranzen

der Fachgruppe FABH
Apparatebauer, Bearbeiter und Halbzeuglieferanten

Schachenallee 29 C < CH-5000 Aarau < Tel. +41(0)62 834 00 60 < Fax +41(0)62 834 00 61
info@kvs.ch < www.kvs.ch < www.fabh.ch < www.kunststoff-markt.ch

Empfehlungsschrift Kunststoff-Toleranzen

1. Einleitung

Die physikalischen Eigenschaften der Kunststoffe weichen grundlegend von jenen der Metalle ab. Typische Eigenarten wie

- Wärmedehnung
- Nachkristallisation / Nachschwindung
- Volumenänderung durch Feuchtigkeitsaufnahme
- Spannungsabbau im Langzeitverhalten
- Kriechneigung

erschweren die Einhaltung von Mass-, Form- und Lagetoleranzen. Formteile aus Kunststoff beanspruchen deshalb wesentlich grössere Toleranzen als metallische Werkstücke. Unter Berücksichtigung der zunehmenden Bedeutung der Qualitätssicherung und einer konsequenten Kostenoptimierung sollten dieser Materialgruppe gerecht werdende Toleranzen gewählt werden. Zu enge Toleranzfelder verursachen unnötig hohe Bearbeitungskosten und provozieren nachträglich auftretende Massabweichungen. Aus genannten Gründen lohnt es sich, neben der Materialwahl, dem Design sowie dem späteren Entsorgungsweg, rechtzeitig auch die verfahrensbedingte Herstellbarkeit und die Toleranzenwahl in die Überlegungen einzubeziehen.

Diese Empfehlungsschrift liefert Anhaltspunkte für die Festlegung von wirtschaftlich herstellbaren sowie reproduzierbaren Fertigungs-Toleranzen in den Bereichen

▪ **Spangebend hergestellte Kunststoffteile**	**Kapitel 2**
▪ **Kunststoff-Zuschnitte**	**Kapitel 3**
▪ **Apparate- und Behälterbau aus Kunststoff**	**Kapitel 4**
▪ **Kunststoff-Thermoformen**	**Kapitel 5**

2. Spangebend hergestellte Kunststoffteile

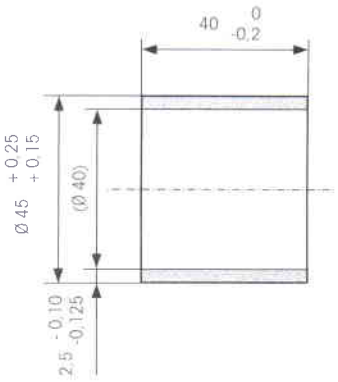
2.1 Vorgehen bei der Festlegung der Toleranzen

Aufgrund der Materialeigenschaften von Kunststoffen ist bei der Vermassung spangebend hergestellter Produkte von der Verwendung der ISO-Grundtoleranzgrade IT6, IT7 und IT8 abzusehen. Unter Einhaltung der nachfolgenden Empfehlung ist die Funktion der Bauteile in der Regel zuverlässig gewährleistet. Bei der Wahl von engeren ISO-Grundtoleranzgraden wird die vorgängige Kontaktaufnahme mit dem Kunststoff-Spezialisten empfohlen.

2.2 Kunststoffgerechte Vermassung

- Bei dünnwandigen Drehteilen wie Lagerbüchsen und Ringen sind anstatt Aussen- und Innendurchmesser, Aussendurchmesser und Wandstärke zu vermassen.
- Unbearbeitete Oberflächen am Endprodukt sind zu vermeiden. Die grosse Toleranzbreite bei den Nennmassen und die oft unregelmässige Oberfläche der Halbzeuge verunmöglichen die Einhaltung der Masshaltigkeit sowie der Form- und Lagetoleranzen.

Beispiel einer kunststoffgerechten Vermassung an einer Gleitbüchse



2.3 Festlegung der Masskategorie

Die Einteilung in die Masskategorie erfolgt unter Berücksichtigung der eigenschaftsabhängigen Masshaltigkeit des gewählten Kunststoffs.

- **Masskategorie A** Hohe Masshaltigkeit
- **Masskategorie B** Reduzierte Masshaltigkeit

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

2.4 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

2.5 Bestimmung des ISO-Passtoleranzfelds nach SN EN 20286-2

Die Bestimmung des ISO-Passtoleranzfelds ist abhängig von der Bauteilfunktion. Es ist zu bedenken, dass in der Regel die Funktion auch bei der Wahl einer grosszügigeren Toleranz gewährleistet bleibt.

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

Tabelle 2b

Empfohlene Allgemeintoleranz für Drehteile nach SN EN 22768-1

	Nennmassbereich in mm							
Genauigkeitsgrade	bis 6	über 6 bis 30	über 30 bis 120	über 120 bis 400	über 400 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	+/- 2.5	+/- 4	+/- 6	+/- 8	+/- 10

Empfehlung: Für maschinenbautechnische Teile mit Vermassung ohne Toleranzangabe 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 Allgemeintoleranz für Frästeile nach SN EN 22768-1

	Nennmassbereich in mm							
Genauigkeitsgrade	bis 6	über 6 bis 30	über 30 bis 120	über 120 bis 400	über 400 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	+/- 2.5	+/- 4	+/- 6	+/- 8	+/- 10

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

3. Kunststoff-Zuschnitte

3.1 Rohmasse von Kunststoff-Halbzeugen

Unbearbeitete Halbzeuge wie rohe Stäbe, Rohre und Platten sind mehrheitlich mit einer herstellungsbedingten Materialzugabe versehen. Bei einigen Materialien und Formaten können sich jedoch die effektiven Masse auch unter dem Nennmass bewegen. In Zweifelsfällen empfiehlt sich die Nachfrage beim Anbieter.

3.2 Toleranzen bei Plattenzuschnitten

Die Wahl des Toleranzbereichs bei Zuschnitten und Abschnitten erfolgt in Abhängigkeit der Plattendicke oder des Durchmessers vom Rohmaterial. Mit dem Einsatz geeigneter Maschinen und Bearbeitungsprozesse können höhere Genauigkeitsgrade, wie nachfolgend aufgeführt, erreicht werden. Im Bedarfsfall empfiehlt sich auch hier die Rücksprache mit dem Anbieter.

		Nennmassbereich in mm							
Plattendicke in mm	Genauigkeitsgrade	bis 6	über 6 bis 30	über 30 bis 120	über 120 bis 400	über 400 bis 1000	über 1000 bis 2000	über 2000 bis 4000	über 4000
bis 50	grob	+/- 0.2	+/- 0.5	+/- 0.8	+/- 1.2	+/- 2	+/- 3	+/- 4	+/- 5
über 50	sehr grob	+/- 0.5	+/- 1	+/- 1.5	+/- 2.5	+/- 4	+/- 6	+/- 8	+/- 10

Beispiel Zuschnitt, Dicke 60 mm, Format 67 mm x 200 mm
Toleranzen → Dicke unbearbeitet (60 +3.5 / + 0.5)
→ Breite 67 +/- 1.5
→ Länge 200 +/- 2.5

3.3 Toleranzen bei Stangenabschnitten

		Nennmassbereich in mm						
Stangendurchmesser in mm	Genauigkeitsgrade	bis 6	über 6 bis 30	über 30 bis 120	über 120 bis 400	über 400 bis 1000	über 1000 bis 2000	über 2000 bis 4000
bis 50	grob	+/- 0.2	+/- 0.5	+/- 0.8	+/- 1.2	+/- 2	+/- 3	+/- 4
über 50 bis 120	sehr grob	+/- 0.5	+/- 1	+/- 1.5	+/- 2.5	+/- 4	+/- 6	+/- 8
über 120 bis 200		+ 5 / - 0	+ 5 / - 0	+ 5 / - 0	+ 5 / - 0	+ 5 / - 0	+ 5 / - 0	+ 8 / - 0
über 200		+ 8 / - 0	+ 8 / - 0	+ 8 / - 0	+ 8 / - 0	+ 8 / - 0	+ 8 / - 0	+ 8 / - 0

Beispiel Abschnitt, Durchmesser 60 mm, Länge 180 mm
Toleranzen → Ø unbearbeitet (60 +1.6 / + 0.3)
→ Länge 180 +/- 2.5

4. Apparate- und Behälterbau aus Kunststoff

4.1 Geltungsbereich

Diese Richtlinie gilt für Bauteile, Apparate und Konstruktionen aus thermoplastischen Kunststoffen und insbesondere für PVC hart, PE, PP, PC und PMMA. Die Toleranzangaben beziehen sich auf die Hauptabmessungen! Einzelteile unterliegen den ordentlichen Toleranzen. Der Genauigkeitsgrad sollte bereits in der Angebotsphase zwischen dem Abnehmer und dem Hersteller vereinbart werden.

4.2 Empfohlene Allgemeintoleranz für Masse nach DVS 1606, Tafel 1

		Nennmassbereich in mm							
Genauigkeitsgrade	Anwendungsgebiet	315 - 1000	1000 - 2000	2000 - 3000	3000 - 5000	5000 - 8000	8000 - 12000	12000 - 20000	über 20000
A	Konstruktionen mit geringer Wärmeeinbringung durch Schweissen	+/- 2	+/- 3	+/- 4	+/- 5	+/- 6	+/- 7	+/- 8	+/- 8
B	Konstruktionen mit viel Wärmeeinbringung durch Schweissen (zum Beispiel Hohlkasten-Bauart)	+/- 4	+/- 6	+/- 8	+/- 10	+/- 12	+/- 14	+/- 15	+/- 16
C	Konstruktionen, welche eine grössere Abweichung zulassen	+/- 8	+/- 12	+/- 15	+/- 18	+/- 21	+/- 23	+/- 25	+/- 27

4.3 Empfohlene Allgemeintoleranz für Winkelmasse nach DIN 8570, Blatt 1

	Nennmassbereich in mm (Länge des kürzeren Schenkels)			
Genauigkeitsgrade	-315	315 - 1000	1000 - 2000	über 2000
A	+/- 1	+/- 2	+/- 4	+/- 7
B	+/- 2	+/- 4	+/- 7	+/- 10
C	+/- 4	+/- 7	+/- 10	+/- 14
D	+/- 7	+/- 10	+/- 14	+/- 20

Für die zulässige Abweichung der Winkelmasse gilt der kürzere Schenkel des Winkels als Bezugsschenkel. Dieser ist stets auf den Scheitelpunkt zu beziehen. Die Längen der Abweichung für Winkelmasse werden am äussersten Punkt des Bezugsschenkels gemessen. Als Abweichung ergibt sich entweder das Mass e_1 oder e_2. Für Winkel über 45° gilt e_1, für Winkel unter 45° gilt e_2.

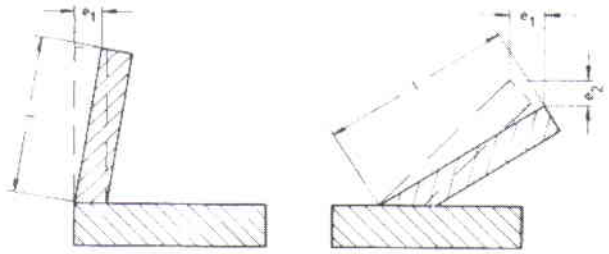


Bild 1. Abweichung für Winkelmaße, Begriffe; e_1 bzw. e_2: Längenabweichung für Winkelmaße, l: Länge des kürzeren Schenkels.

5. Kunststoff-Thermoformen

5.1 Beschreibung

Thermoformen wird auch als Warmformen oder Tiefziehen bezeichnet. Es werden mehrere Verfahren angewendet, die sich nach Art der Umformung und Einsatz der mechanischen Formhilfen unterscheiden. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen Positivformung (Kontur auf der Innenseite des Formteils) und Negativformung (Kontur auf der Aussenseite des Formteils). Die Formung erfolgt mit Formstempel (mechanisch vorstrecken) und mit Vakuum oder Druckluft (formen).

Beim Thermoformen wird das Material am Rand des Werkzeugs (Kavität) festgehalten und damit ein Nachführen verhindert. Damit unterliegt der Kunststoff einer grossen Dehnung, welche mehrere hundert Prozent betragen kann. Die Toleranzhaltigkeit von Thermoform-Teilen ist abhängig von Streckverhältnis, Wanddickenverteilung, Werkzeug und verwendetem Material. Eine generelle Toleranzentabelle kann deshalb nicht erstellt werden. Die nachfolgende Tabelle liefert Richtwerte zum Konstruieren von Thermoformteilen.

Richtwerte für Thermoformen

(Quelle: KATZ 01.94)

	Kurzzeichen	Lineare Wärmeausdehnung	Spezifische Wärmekapazität	Dauer-Gebrauchs-Temperatur		Einfrier-Temperatur ET	Kristallit-Schmelzbereich	Vortrocknen von Platten (1.5 - 2 h / mm)	Umform-Temperatur gemessen an der Folienoberfläche		Materialfaktor für Heizzeit (1)	Materialfaktor für Kühlzeit (1)	Verarbeitungs-Schwindung (2)
				min.	max.				Druckluft	Vakuum			
		10^{-6} / °C	kJ / kg x K	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C			%
Polystyrol standard	PS	75	1.3	-10	70	80			120 - 150	165 - 190	1.3	0.97	0.5
Polystyrol schlagfest	SB	70	1.3	-40	70	80			120 - 160	150 - 200	1	1	0.5
Butadien-Styrol / PS (Styrolux)	BDS / PS	90	1.3	-20	70	90			115 - 125	140 - 170	1	1	0.5
Orientiertes PS	OPS	70	1.3	-60	79	99			115	115	1	0.7	0.5
Acrylnitril-Butadien-Styrol	ABS	90	1.3	-45	85	100		75	130 - 160	160 - 220	1.3	1.3	0.6 - 0.7
Acrylnitril-Styrol-Acrylester	ASA	95	1.3	-40	75	90		85	120 - 160	160 - 190	1.3	1.3	0.3 - 0.7
Styrol-Acrylnitril	SAN	80	1.3	-20	80	95			135 - 170	165 - 190	1.6	1.12	0.4 - 0.7
Polyvinylchlorid hart	PVC-U	75	0.9		65	90			120 - 140	155 - 200	1.7	2.55	0.4 - 0.5
Polyethylen hoher Dichte	HDPE	200	2.1/2.7	-50	95	105	125+15		140 - 170	170 - 200	2.5	2.5	1.2 - 7.0
Polypropylen	PP	150	2.0	0(-30)	110	140	158+10		150 - 165	160 - 200	2.1	2.1	1.5 - 1.8
Polymethylmethacrylat extrudiert	PMMA XT	70	1.47	-40	70	95		70	140 - 160	160 - 190	1.5	1.5	0.5 - 0.8
Polymethylmethacrylat gegossen	PMMA GS	70	1.47	-40	80	100			140 - 170	170 - 200	1.6	1.6	0.5 - 0.8
Polyacetal	POM	100	1.5	-40	100	120	165+10		145 - 170	170 - 180	3.7	1.85	1.5 - 2.5
Polycarbonat	PC	65	1.17	-100	130	150		100	150 - 180	180 - 220	1.5	0.9	0.9 - 1.1
Polyestercarbonat	PAR	72	1.1	-40	145	170		110	180 - 210	210 - 235	2.6	2.21	0.8
Polyphenylenoxid	PPO	70	1.4	-30	80	120			180 - 230	200 - 250	1.8	1.44	0.5 - 0.7
Polyamid 12	PA12	150	1.6	-70	80	150	175+10	80	160 - 180	170 - 180	2.5	2	1.2 - 1.8
Polyethylenterephtalat amorph	PETG	51	1.1		63	82			100 - 120	110 - 190	1.25	0.88	0.4 - 0.5
Polyethylenterephtalat amorph	APET	80	1.05	-40	70	86		65	100 - 120	110 - 120	1.25	0.88	0.4 - 0.5
Polyethylenterephtalat kristallin	CPET	70	1.1	-20	220	86	255+3		130 - 145				0.5 - 2.0
Polysulfon	PSU	56	1.3	-70	150	178		120	210 - 230	220 - 250	2.9	2.32	0.5 - 0.7
Polyethersulfon	PES	55	1.1		180	220		180	230 - 270	265 - 290			0.6
Polyphenylensulfid	PPS	29			240	260	280+8		260 - 270	260 - 275	3.5	0.87	0.7
Polyacrylnitril	A/MA/B	66	2.0	-200	70	88			135 - 150	160 - 220	1.3	1.69	0.2 - 0.5
Celluloseacetat	CA	110	1.6	-40	80	98		65	145 - 170	165 - 180	1.5	1.5	0.4 - 0.8
Cellulosediacetat	CDA			-20	60	70		60	115 - 130	120 - 140			0.2 - 0.3
Celluloseacetobutyrat	CAB	120	1.6	-40	60	120		90	140 - 170	170 - 200	1.5	1.5	0.4 - 0.8
Polyvinyldenfluorid	PVDF	120	0.96	-40	120	150	170+8		170 - 200	170 - 240	3	3	0.9 - 3.2
Polyetherimid	PEI	56			170	215		150 4h/mm	230 - 290	240 - 330	2.7	0.62	0.6 - 0.8
PET-Elastomer	TPE			-50	105	108				135 - 143	1.5	1.5	1.25

(1) Für Oberflächenformung (OFF) und sehr scharfe Ausformungen: Faktor 1.5

(2) Verararbeitungsschwindung = $\frac{\text{Länge Werkzeug - Länge Ziehteil}}{\text{Länge Werkzeug}} \times 100$

6. Zu beachtende Punkte

6.1 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.

6.2 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 anzuwenden. In kritischen Fällen sollten die anzuwendenden Messmethoden zwischen Anwender und Hersteller vereinbart werden.

6.3 Geometrische Form

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

7. Zusammenfassung

Beim Konstruieren mit Kunststoff sollten die nachfolgenden Kriterien in die Überlegungen einbezogen werden:

- Wahl einer zweckmässigen und kunststoffgerechten Konstruktion
- Wahl eines wirtschaftlich herstellbaren und reproduzierbaren Toleranzfeldes. Die Funktion eines Bauteils aus Kunststoff bleibt in der Regel auch bei einem grosszügiger ausgelegten Toleranzfeld gewährleistet
- Berücksichtigung von nachträglichen Massveränderungen durch Schwindung, Feuchtigkeitsaufnahme, Wärmedehnung und Restspannungen im Material
- Die Gewährleistungsdauer der Toleranzhaltigkeit sollte zwischen Hersteller und Verbraucher vereinbart werden
- Im Zweifelsfall empfiehlt sich die Rücksprache mit dem Hersteller.

8. Quellen

Diese Empfehlungsschrift wurde nicht aufgrund einer bestimmten Literatur oder Quelle verfasst. Sie basiert auf Erfahrungen von Fachbetrieben sowie aus öffentlich zugänglichen Richtlinien und Normen wie

- Schweizerische Normenvereinigung SNV, www.snv.ch
- International Organization for Standardization ISO, www.iso.org
- Deutsches Institut für Normung DIN, www.din.de
- Deutscher Verband für Schweisstechnik DVS, www.dvs-ev.de
- Kunststoff-Ausbildungs- und Technologie-Zentrum KATZ, www.katz.ch

Kunststoff Verband Schweiz (KVS)

Fachgruppe FABH
(Apparatebauer, Bearbeiter und Halbzeuglieferanten)

Vorstand FABH

Aarau, Juni 2005
Z:\KVS\Fachgruppen\FABH\Aktivitäten\Toleranzen\Fachblatt-Toleranzen-2.doc