

Kunststoff-Formteile

Toleranzen und zulässige Abweichungen für Maße

DIN
16901

Plastics mouldings; tolerances and permissible deviations of dimensions

Diese Norm gilt für Neukonstruktionen und soll DIN 7710 Blatt 1 und Blatt 2 ersetzen. Für bestehende Konstruktionen gelten DIN 7710 Blatt 1 und Blatt 2 noch bis zum 31. Dezember 1978, danach werden beide Normblätter zurückgezogen.

Maße in mm

1. Allgemeines

Abweichungen von Maßen sind bei der Fertigung von Kunststoff-Formteilen¹⁾ nicht zu vermeiden. Bei der Festlegung von Toleranzen²⁾ (Gesamt toleranzen) für eine Konstruktion sind neben diesen fertigungsbedingten Maßabweichungen (Fertigungstoleranzen) auch betriebsbedingte und umweltbedingte Maßänderungen zu berücksichtigen.

Nur die fertigungsbedingten Maßabweichungen sind Gegenstand dieser Norm (siehe Abschnitt 4 und Erläuterungen). Maßabweichungen haben mehrere Ursachen:

- Verarbeitungsstreuung
Sie ist abhängig von der Gleichmäßigkeit der Formmasse,
der Einstellung der Maschine und
der Werkzeugtemperatur.
- Zustand des Werkzeuges
Herstelltoleranzen für Werkzeugmaße,
Werkzeugverschleiß und
Lageabweichungen beweglicher Werkzeugteile führen ebenfalls zu Maßabweichungen am Formteil.

Unter Berücksichtigung dieser Gesichtspunkte und zahlreicher Meßergebnisse aus der Praxis sind die Toleranzen und zulässigen Abweichungen in dieser Norm festgelegt. Die Toleranzen für Kunststoff-Formteile können nicht den ISO-Grundtoleranzen entnommen werden, da ihre Zuordnung zu den Nennmaßen anderen Gesetzmäßigkeiten unterliegt.

2. Geltungsbereich

2.1. Diese Norm gilt für Toleranzen und zulässige Abweichungen für Maße von Kunststoff-Formteilen, die aus härtbaren und nicht härtbaren Formmassen³⁾ durch Pressen, Spritzpressen oder Spritzgießen¹⁾ hergestellt sind. Sie gilt nicht für Strangpreß-Erzeugnisse, geblasene Formteile, Tiefziehteile, Sinterteile und spanend hergestellte Formteile⁴⁾.

- Begriffe Formteile, Preßteile, Spritzgußteile, Formmassen, siehe DIN 7708 Blatt 1; Begriffe Pressen, Spritzpressen, Strangpressen und Spritzgießen, siehe DIN 16700.
- Begriffe Toleranz und zulässige Abweichung siehe DIN 7182 Blatt 1.
- Begriffe und Einteilung auf dem Gebiet der hochpolymeren Werkstoffe siehe DIN 7724.
- Für spanend hergestellte Formteile gelten DIN 7160, DIN 7161 und DIN 7172 Blatt 1 (Vornorm).

2.2. Form-, Lage- und Profilabweichungen (z. B. an Gewindeprofilen⁵⁾ und Verzahnungen) sind in dieser Norm nicht enthalten.

2.3. In Tabelle 1 sind die zum Geltungsbereich dieser Norm gehörenden Formstoffe aufgeführt.

3. Fertigungs- und Bestellangaben

Wenn in Fertigungsunterlagen, Bestellunterlagen usw. die zulässigen Abweichungen nach dieser Norm nicht an der Maßzahl angegeben sind (Maße ohne Toleranzangabe), ist auf diese Norm durch die Angabe DIN 16901 und Vorstellen der Toleranzgruppe nach Tabelle 2 hinzuweisen.

Beispiel für Angaben der Toleranzgruppe 140:

140 DIN 16901

4. Toleranzen und zulässige Abweichungen

Die in Tabelle 2 und 3 angegebenen Toleranzen und zulässigen Abweichungen gelten für die Abnahme der Formteile. Spätere Veränderungen der in Abschnitt 4.1 und 4.2 genannten Maße, z. B. infolge Nachschwindung oder Quellung, sind in diesen Angaben nicht enthalten.

Bedingungen für die Abnahme:

Die Abnahme darf frühestens 24 Stunden nach Herstellung des Kunststoff-Formteils oder einer etwa erforderlichen Nachbehandlung erfolgen. Als Klima für die Abnahme gilt das Normalklima 23/50 DIN 50 014 [(23 ± 2) °C und (50 ± 5) % relative Luftfeuchte]⁶⁾. Eine Nachbehandlung (Konditionierung oder Wärmebehandlung) ist zwischen Lieferer und Abnehmer zu vereinbaren. Bei einer gegebenenfalls erforderlichen Nachbehandlung ist vor Beginn von Messungen der Angleich des Formteils an das Normalklima abzuwarten.

4.1. Maße ohne Toleranzangabe

Die in Tabelle 1, Spalte 6, angegebenen Zahlen weisen auf die entsprechende Toleranzgruppe der Tabelle 2 hin. Die in Tabelle 2 angegebenen Werte für Toleranzen und zulässige Abweichungen gelten für Maße ohne Toleranzangabe am Nennmaß.

⁵⁾ Als Richtlinie gilt: Toleranzklasse „grob“ für metrische Gewinde nach DIN 13 Blatt 14 und Whitworthgewinde nach DIN 259 Blatt 2.

⁶⁾ Bei anderen Temperaturen und relativen Luftfeuchten müssen die gemessenen Werte durch Berücksichtigung des Längenausdehnungs-Koeffizienten des Kunststoffes entsprechend korrigiert werden.

Fortsetzung Seite 2 bis 7
Erläuterungen Seite 8 bis 12

Fachnormenausschuß Kunststoffe (FNK) im Deutschen Normenausschuß (DNA)
Ausschuß Toleranzen und Passungen im DNA

4.2. Maße mit Toleranzangabe

In der Tabelle 1, Spalten 7 und 8 sind für Maße mit Toleranzangabe zwei Reihen vorgesehen. Die darin angegebenen Zahlen weisen auf die entsprechende Toleranzgruppe der Tabelle 2 hin. Die Toleranzen der Reihe 1 sind ohne besonderen Aufwand einzuhalten. Die Toleranzen der Reihe 2 erfordern einen höheren Fertigungsaufwand (siehe Erläuterungen) und sind deshalb nur in Sonderfällen vorzusehen, z. B. für wichtige Einbau- und Anschlußmaße.

Die Toleranzen der Reihen 1 und 2 sind als zulässige Abweichungen nach den technischen Erfordernissen als Plus-Abweichungen oder als Minus-Abweichungen oder als Plus-Minus-Abweichungen an der Maßzahl einzutragen.

Beispiel für die Aufteilung von Toleranzen in zulässige Abweichungen.

Toleranz 0,8 kann folgende zulässige Abweichungen haben:

+ 0,8 oder 0 oder ± 0,4 oder + 0,6 oder + 0,3
0 - 0,8 - 0,2 oder - 0,5 usw.

Anmerkung: Wenn gefordert wird, daß die Toleranzen unter Einflüssen eingehalten werden⁷⁾, die auf das Formteil aus der Umgebung einwirken oder durch den Betriebszustand des Formteils bedingt sind, ist dies zwischen Lieferer und Abnehmer ausdrücklich zu vereinbaren und in Zeichnungen, Bestellunterlagen usw. anzugeben. Die Erfüllung solcher Forderungen bedingt kostenerhöhende Sondermaßnahmen, wie Abstimmung der Werkzeugmaße, Nachbehandlung und Nachbearbeitung der Formteile.

4.3. Werkzeuggebundene Maße *a* (siehe Bild 1)

Werkzeuggebundene Maße der Tabelle 2 sind jeweils Maße im gleichen Werkzeugteil.

4.4. Nicht werkzeuggebundene Maße *b* und *c* (siehe Bild 1)

Nicht werkzeuggebundene Maße der Tabelle 2 sind Maße, die durch das Zusammenwirken beweglicher Werkzeug-elemente geformt werden, z. B. Wanddicken- und Bodendickenmaße oder Maße, welche durch Beilagen oder Schieber beeinflußt werden.

Anmerkung: Die Toleranzen für diese Maße sind größer als die für werkzeuggebundene Maße, da die beweglichen Werkzeugteile beim Schließen des Werkzeuges nicht immer die gleiche Endlage erreichen, besonders bei Formmassen mit grober (langfaseriger) Struktur des Füllstoffes.

Beim Eintragen der zulässigen Abweichungen an der Maßzahl ist zu beachten, daß die in Schließrichtung liegenden Maße eines Werkzeuges sich alle in gleichem Sinne ändern, d. h. z. B., daß auch die Bodendicke zunimmt, wenn die Gesamthöhe eines Formteiles zunimmt.

Für nicht werkzeuggebundene Maße in Schließrichtung des Werkzeuges können beim Pressen die in Tabelle 2 angegebenen Werte, falls erforderlich, erweitert werden. Das Maß ist dann mit dieser Toleranzangabe zu versehen. Die Größe der Toleranz ist zwischen Lieferer und Abnehmer zu vereinbaren und in die Zeichnung einzutragen.

4.5. Einengung der Toleranzen

Für einzelne Maße können feinere als die in der Tabelle 2 angegebenen Toleranzen durch Sondermaßnahmen erreicht werden, diese müssen mit dem Lieferer vereinbart werden (siehe Erläuterungen). Für die Belange der Feinwerktechnik gilt zur Zeit Tabelle 2, letzte Zeile, die auf Formteile beschränkt ist, deren äußere Abmessungen nicht größer als 160 mm sind.

4.6. Ausformschräge

Da alle zulässigen Abweichungen für die eingetragenen Nennmaße gelten, muß aus der Zeichnung ersichtlich sein, an welcher Stelle der Ausformschräge das Nennmaß gilt.

⁷⁾ Dazu gehören z. B. Temperatur, Luftfeuchte, Gase und Dämpfe, Flüssigkeiten.

4.7. Durchbiegung, Verwindung, Winkelabweichung
Durchbiegung, Verwindung und Winkelabweichung, die nach dem Ausformen auftreten, sind unter anderem von der Gestalt des Formteiles abhängig. Deshalb können Toleranzen nicht angegeben werden, sie sind mit dem Lieferer zu vereinbaren.

Diese Verformungserscheinungen treten besonders leicht bei sperrigen und großen, flachen Teilen auf (siehe Bild 2).

Ist die Durchbiegung nur nach einer Richtung zulässig, dann ist dies in der Zeichnung besonders zu vermerken.

4.8. Zuordnung der Toleranzgruppen

Die Formstoffe werden auf Grund der für sie ermittelten Schwindungs-Kennwerte Toleranzgruppen zugeordnet (Tabelle 1, Spalte 5; siehe auch Erläuterungen).

4.9. Schwindungs-Kennwert

Der Schwindungs-Kennwert ist die Summe (Absolutbetrag) aus radialer Verarbeitungsschwindung und Verarbeitungsschwindungsdifferenz⁸⁾:

Summe (Absolutbetrag) aus radialer Verarbeitungsschwindung und Verarbeitungsschwindungsdifferenz ‰	Schwindungs-Kennwert
0 bis 1	0–1
über 1 bis 2	1–2
über 2 bis 3	2–3
über 3 bis 4	3–4

5. Allgemeine Hinweise

5.1. Toleranz und Wirtschaftlichkeit

Feine Toleranzen bedingen verschiedene kostenerhöhende Maßnahmen. Zur wirtschaftlichen Herstellung der Formteile sollen daher keine feineren Toleranzen als für den Zweck technisch notwendig, vorgesehen werden (siehe Erläuterungen).

5.2. Verhalten der Formstoffe

5.2.1. Im allgemeinen haben Formteile aus Formmassen mit organischen Füllstoffen eine größere Nachschwindung bzw. Quellung als solche aus Formmassen mit anorganischen Füllstoffen.

5.2.2. Formteile aus Aminoplast-Formmassen haben eine größere Nachschwindung als solche aus Phenoplast-Formmassen mit ähnlichem Füllstoff.

⁸⁾ Verarbeitungsschwindung

Unter Verarbeitungsschwindung VS versteht man den Unterschied zwischen den Maßen des Werkzeuges bei $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ und denen des durch Spritzgießen oder Spritzpressen hergestellten Kunststoff-Formteils, das nach seiner Herstellung 24 Stunden lang im Normklima $23/50$ DIN 50 014 (d. h. $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ und $(50 \pm 5)\%$ relative Luftfeuchte) gelagert und unmittelbar danach gemessen ist.

Radiale Verarbeitungsschwindung

Die radiale Verarbeitungsschwindung VSR ist die Verarbeitungsschwindung in Spritzrichtung.

Tangentiale Verarbeitungsschwindung

Die tangentielle Verarbeitungsschwindung VST ist die Verarbeitungsschwindung quer zur Spritzrichtung.

Verarbeitungsschwindungsdifferenz

Die Verarbeitungsschwindungsdifferenz Δ VS ist die Differenz zwischen radialer und tangentialer Verarbeitungsschwindung

$$\Delta \text{ VS} = \text{VSR} - \text{VST}$$

5.2.3. Formteile aus teilkristallinen nichthärtbaren Formmassen (Thermoplasten) haben eine größere Nachschwindung als solche aus amorphen nichthärtbaren Formmassen (Thermoplasten).

5.2.4. Formteile aus gefüllten bzw. verstärkten nichthärtbaren Formmassen (Thermoplasten) haben eine geringere Verarbeitungs-Schwindung und Nachschwindung als Formteile aus nicht gefüllten Formmassen.

5.2.5. Bei einigen Formstoffen treten unter Umständen Maßänderungen der Formteile durch Substanzabgabe oder Substanzaufnahme aus der Umgebung (Quellung) auf, die im Formteil ungleich sein können und dadurch seine Durchbiegung, Verwindung und seinen Verzug bewirken.

5.2.6. Temperaturabhängige Maßänderungen sind bei der Festlegung der Toleranzen und zulässigen Abweichungen dann zu berücksichtigen, wenn die Formteile zusammen mit anderen Bauteilen verwendet werden, deren Werkstoffe unterschiedliche Längenausdehnungs-Koeffizienten haben.

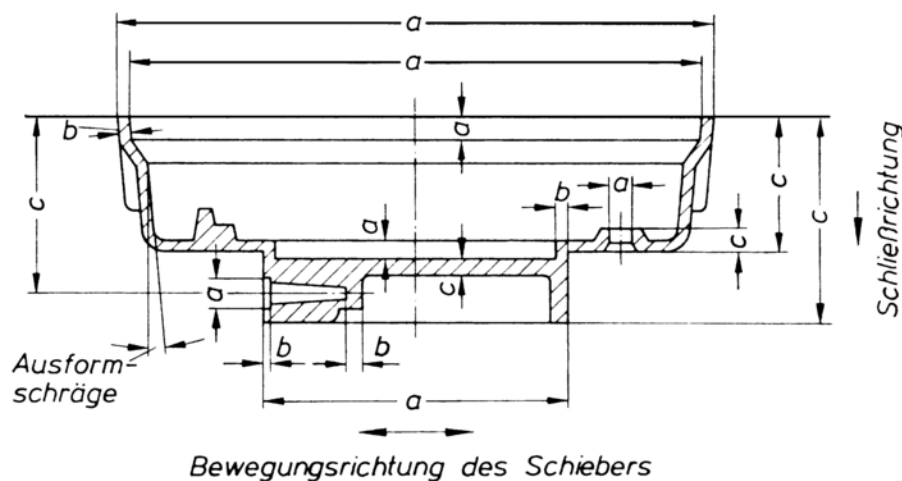
5.2.7. Anwendungstechnisch bedingte Temperaturerhöhungen können zu beschleunigter Nachschwindung führen. Diese

Nachschwindung kann zum Teil durch Wärmebehandeln vorweggenommen werden.

5.2.8. Die Nachschwindung der Formteile ist gestaltsabhängig und kann innerhalb des Formteiles unter Umständen unterschiedlich sein. Auch die Verarbeitungsbedingungen beeinflussen die Nachschwindung.

Mit geringer Verarbeitungsschwindung hergestellte Formteile aus nichthärtbaren teilkristallinen Formmassen haben im allgemeinen eine um so größere Nachschwindung, je mehr die Schwindung behindert wurde.

5.2.9. Während bei Formteilen aus härtbaren Formmassen (Duroplaste) die Verarbeitungsschwindung wenig von der Wanddicke der Teile beeinflusst wird, werden bei Formteilen aus nichthärtbaren Formmassen (Thermoplaste) mit kleineren Wanddicken häufig erheblich niedrigere Schwindungswerte festgestellt als bei Formteilen mit größeren Wanddicken. Bei Formteilen mit größeren Wanddicken ergeben sich also größere Schwindungswerte und damit auch größere Streubreiten für die Maße.



- a werkzeuggebundene Maße
- b nicht werkzeuggebundene Maße
- c nicht werkzeuggebundene Maße in Schließrichtung des Werkzeuges

Bild 1. Werkzeuggebundene und nicht werkzeuggebundene Maße

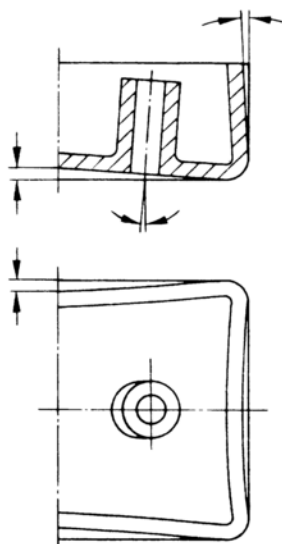


Bild 2. Durchbiegung, Verwindung, Winkelabweichung

Tabelle 1. Zuordnung der Toleranzgruppen zu den Kunststoffen unter Berücksichtigung der Schwindungs-Kennwerte

1	2	3	4	5	6	7	8
Kurzzeichen für Basis-material	Formteile ¹⁾ hergestellt aus:	Formmassen ¹⁾		Schwindungs-Kennwert	Toleranzgruppen für Maße		
		Typ bzw. Ordnungsnummer	nach DIN		ohne Toleranz-angabe	mit Toleranz-angaben	
						Reihe 1	Reihe 2
EP	Epoxidharz-Formmassen	870, 871, 872	16 912	²⁾	²⁾	²⁾	²⁾
PF	Phenoplast-Formmassen mit anorganischem Füllstoff mit organischem Füllstoff	11.5, 12, 13.5, 13.9, 15, 16	7708 Blatt 2 ³⁾	0—1	130	120	110
		30.5, 31, 31.5, 31.9, 32, 33, 51, 51.5, 51.9, 52, 52.9, 71, 74, 75, 83, 84		1—2	140	130	120
UF MF	Aminoplast-Formmassen und Aminoplast/Phenoplast-Formmassen mit organischem Füllstoff mit anorganischem Füllstoff mit organischem und anorganischem Füllstoff	131, 131.5, 150, 152, 152.7, 153, 153.5, 154, 180, 181, 181.5	7708 Blatt 3	1—2	140	130	120
		155, 156		0—1	130	120	110
		157, 182, 183		1—2	140	130	120
UP	Polyesterharz-Formmassen	801, 802, 803, 804	16 911	1—2	140	130	120
UP	Polyester-Harzmatten	830, 830.5, 831, 831.5, 832, 832.5, 833, 833.5	16 913 (Vornorm)	²⁾	²⁾	²⁾	²⁾
	Kaltformmassen	212, 214	7708 Blatt 4	1—2	140	130	120
ABS	Formmassen auf Basis Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymeren			0—1	130	120	110
CA	Celluloseacetat-Formmassen	431, 432, 433, 434, 435	7742	1—2	140	130	120
CAB	Celluloseacetobutyrat-Formmassen	411, 412, 413	7743	1—2	140	130	120
CAP	Celluloseacetopropionat-Formmassen			1—2	140	130	120
CP	Cellulosepropionat-Formmassen			1—2	140	130	120
PA	6-Polyamid-Formmassen ⁴⁾ (ungefüllt)			1—2	140	130	120
	66-Polyamid-Formmassen ⁴⁾ (ungefüllt)			1—2	140	130	120
	610-Polyamid-Formmassen ⁴⁾ (ungefüllt)			1—2	140	130	120
	11-Polyamid-Formmassen ⁴⁾ (ungefüllt)			1—2	140	130	120
	12-Polyamid-Formmassen ⁴⁾ (ungefüllt)			1—2	140	130	120
	glasfaserverstärkte 6, 66, 610, 11 und 12-Polyamid-Formmassen ⁴⁾			0—1	130	120	110

¹⁾ Einordnung entspricht dem Stand von 1972. In Schiedsfällen ist der am Formstoff ermittelte Schwindungs-Kennwert maßgebend.

²⁾ Z. Z. liegen noch keine Angaben vor

³⁾ DIN 7708 Blatt 2 Entwurf Februar 1972

DIN 7740 Blatt 2 Entwurf September 1969

DIN 7741 Blatt 1 Entwurf Februar 1972

DIN 7745 Entwurf Mai 1972

DIN 7749 Entwurf August 1968