

DIN 16742**DIN**

ICS 83.140.99

Entwurf

Einsprüche bis 2013-02-15
Vorgesehen als Ersatz für
die 2009-10 zurückgezogene
Norm
DIN 16901:1982-11

Kunststoff-Formteile – Toleranzen und Abnahmebedingungen

Plastics mouldings –
Tolerances and acceptance conditions

Moulages plastiques –
Tolérances et conditions de réception

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2012-10-08 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an fnk@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Kunststoffe (FNK) im DIN, 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 32 Seiten

Normenausschuss Kunststoffe (FNK) im DIN
Normenausschuss Technische Grundlagen (NATG) im DIN

Inhalt

Seite

Vorwort	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen.....	7
3 Begriffe	8
4 Symbole und Abkürzungen	8
4.1 Symbole	8
4.2 Abkürzungen	9
5 Tolerierung von Kunststoff-Formteilen	10
5.1 Allgemeines.....	10
5.2 Indirekte Tolerierung durch Allgemeintoleranzen.....	10
5.3 Direkte Tolerierung durch Abmaßangabe am Nennmaß	10
5.4 Radienmessung	10
6 Formmasseeigenschaften	11
6.1 Allgemeines.....	11
6.2 Verarbeitungsschwindung und Schwindungsanisotropie.....	11
6.3 Formstoffsteifigkeit bzw. -härte	12
7 Tolerierung	12
7.1 Tolerierung von Längenmaßen	12
7.2 Tolerierung von Form und Lage.....	17
7.3 Trenngrat/Werkzeugversatz.....	18
7.4 Tolerierung von Winkelmaßen	19
7.5 Tolerierung von Maßketten.....	19
8 Abnahmebedingungen der Formteilmontage (ABF)	19
Anhang A (informativ) Maßbezugsebenen für Anwendung und Fertigung der Formteile.....	21
Anhang B (informativ) Ursachen und Einflussfaktoren auf die Verarbeitungsschwindung nicht poröser Kunststoffe.....	23
Anhang C (informativ) Maßhaltigkeit von Kunststoff-Formteilen — Hilfen für die Zuordnung der Kunststoff-Formmassen.....	24
Anhang D (informativ) Bewertung des Fertigungsaufwandes	27
Anhang E (informativ) Nachweis von Maschinen- oder Prozessfähigkeit	29
Anhang F (informativ) Hauptursachen für Maß-, Form- und Lageabweichungen	30
Anhang G (informativ) Beispiel zur Ermittlung des Nennmaßes zur Anwendung der Tabelle 2	31
Literaturhinweise	32

Bilder

Bild 1 — Werkzeuggebundene Maße	13
Bild 2 — Nicht werkzeuggebundene Maße	13
Bild 3 — Trenngrat/Werkzeugversatz.....	19
Bild A.1 — Maßbezugsebenen für Anwendung und Fertigung der Formteile	21
Bild G.1 — Beispielhafte Skizze zur Ermittlung des Nennmaßes	31

Tabellen

Tabelle 1 — Toleranzgruppen (TG) mit zugeordneten Grundtoleranzgraden (IT) nach DIN EN ISO 286-1	12
Tabelle 2 — Kunststoff-Formteiltoleranzen als symmetrische Grenzabmaße	14
Tabelle 3 — Punktezuordnung der Toleranzgruppen	15
Tabelle 4 — Bewertungsmatrize 1	15
Tabelle 5 — Bewertungsmatrize 2	15
Tabelle 6 — Bewertungsmatrize 3	16
Tabelle 7 — Bewertungsmatrize 4	16
Tabelle 8 — Bewertung des Fertigungsaufwandes	17
Tabelle 9 — Allgemeintoleranzen für Flächenform-, Linienform- und Positionstoleranzen	18
Tabelle B.1 — Ursachen und Einflussfaktoren auf die Verarbeitungsschwindung nicht poröser Kunststoffe ...	23
Tabelle C.1 — Toleranzreihen und Toleranzgruppen	24
Tabelle C.2 — Härteeinstufung	25
Tabelle C.3 — Zuordnung von Duroplastformmassen	26
Tabelle D.1 — Unterscheidungsmöglichkeiten bzw. erforderlicher Aufwand	27

Vorwort

Dieser Norm-Entwurf wurde vom Arbeitsausschuss NA 054-05-13 AA „Toleranzen von Kunststoff-Formteilen“ des Normenausschusses Kunststoffe (FNK) erstellt.

Änderungen

Gegenüber der 2009-10 zurückgezogenen Norm DIN 16901:1982-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Herstellung einer weitgehenden Kompatibilität mit internationalem Toleranz- und Passungssystem nach ISO 1, ISO 286-1, ISO 286-2, ISO 1101, ISO 1660, ISO 5458, ISO 5459, ISO 8015, ISO 10135, ISO 14253-1, ISO 14405-1, ISO 14405-2, ISO 14406, ISO 17450-1 und ISO 17450-2;
- b) Ersatz einer permanent zu aktualisierenden Formmasseliste durch die Typenzuordnung mittels genauigkeitsrelevanter Eigenschaften;
- c) Einstufung des mobilisierbaren Fertigungsaufwandes (Prozessstabilität, Qualitätssicherung) für das erforderliche Genauigkeitsniveau aus einer realistischen Analyse des Leistungsvermögens des Formteilherstellers in Toleranzreihen (Aufwandsreihen).

Einleitung

Im Vergleich zu Metallwerkstoffen muss bei Kunststoffen meist mit deutlich größeren Maß-, Form- und Lageabweichungen bei Anwendung und Fertigung der Formteile gerechnet werden. Aufgrund besonderer Eigenschaften der Kunststoffe (z. B. große Verformbarkeit, geringe Steifigkeit) sind die funktionalen Genauigkeitsanforderungen weitaus geringer als bei Metallen anzusetzen, um ausreichend maßhaltige Formteile wirtschaftlich herzustellen.

Wegen der besonderen Struktur der Kunststoffe und deren stofflichen Modifizierungsmöglichkeiten ist das Eigenschaftsbild völlig verschieden von dem der Metalle. Maßhaltigkeitsrelevante Eigenschaften der Kunststoffe bei der Formteilanwendung und bei der Verarbeitung durch Urformverfahren (Spritzgießen, Pressen) erfordern daher eine deutlich andere Bewertung und Quantifizierung geometrischer Toleranzen im Vergleich zu Metallwerkstoffen. Die für Metalle gültigen Toleranznormen können daher nicht oder nur sehr eingeschränkt für Kunststoffkonstruktionen übernommen werden. Daraus folgt die Notwendigkeit dieser Norm für Fertigungstoleranzen der Kunststoff-Formteile.

Das spezielle Eigenschaftsbild der Kunststoffe bedingt die Berücksichtigung von drei unterschiedlichen Maßbezugsebenen, die in Anhang A definiert und bezüglich der Haupteinflussfaktoren charakterisiert sind.

Bei den Kooperationsbeziehungen zwischen Formteilentwicklung, Formteilverfertigung und Werkzeugbau ist folgende sachlogische Bearbeitungsfolge einzuhalten:

- a) Der Formteilkonstrukteur entscheidet bei Berücksichtigung der Formteilanforderungen über die funktional erforderlichen Toleranzen, die sich aus den Anwendungsbedingungen und der Montage ergeben.
- b) Der Formteilverhersteller bestätigt zur Einhaltung der Relation

„funktional bedingte Toleranz $\geq$ fertigungstechnisch mögliche Toleranz“

die fertigungstechnisch möglichen Toleranzen für die Abnahmebedingungen der Formteilverfertigung, wobei wirtschaftliche Vereinbarungen (z. B. Preiszuschläge) u. U. einzubeziehen sind. In der Konstruktionsdokumentation sind immer die funktional erforderlichen Toleranzen zu fixieren. Dadurch werden unsinnig genaue und unwirtschaftliche „Angst- oder Gewohnheitstoleranzen“ vermieden.

- c) Nach Auftragserteilung sind zwischen Formteilkonstrukteur, Formteilverhersteller und Werkzeugbau bzw. Werkzeugkonstrukteur Rechenwerte der Verarbeitungsschwindung zu vereinbaren, wobei u. U. externe Erfahrungen (z. B. vom Formmassehersteller) genutzt werden.

Abhängig von der Formstofffestlegung, Formteilvergestaltung und Werkzeugauslegung hat die Verarbeitung der Kunststoffe erheblichen Einfluss auf die Maßhaltigkeit der Formteile. Die Verarbeitungsmaschinen der Urformverfahren sind komplexe thermodynamisch-rheologische Verbundsysteme, die trotz moderner Fertigungstechnik noch weitgehend empirisch betrieben und optimiert werden.

Maßrelevante Eigenschaften der Kunststoffe sind u. a. die extreme Spannweite der typabhängigen Steifigkeit bzw. Härte sowie der Verarbeitungsschwindung. Instationäre und inhomogene Werkzeug- und Formteilvertemperaturen in Verbindung mit fließtechnisch bedingten Orientierungen von Mikrostrukturen und Zusatzstoffen führen zu Eigenschaftsanisotropien, die einen mehr oder weniger ausgeprägten Verzug (Verwölbung, Verwindung, Verwerfung) der Formteile bewirken. Damit sind Form-, Lage- und Winkelabweichungen in höchst komplexer Weise verbunden, die im Vergleich zu Metallen eine Normung erheblich erschweren.

Abhängig von der Funktion des Teiles kann mit unvermeidbaren verfahrensbedingten Abweichungen gerechnet werden. Die Vorgehensweise wie bei Abweichungen zu verfahren ist, ist verhandlungspflichtig.

- Abweichung durch gestalterische Maßnahmen (Versteifungsrippen, Materialverdickung, Formveränderungen, etc.) eliminieren;
- Abweichung durch festgelegte Vorhaltung in Werkzeug korrigieren;
- Abweichung belassen und durch Grenzmustervereinbarung bzw. Zeichnungskorrektur dokumentieren;
- Abweichung belassen und durch "Fertigungsabweichung" dokumentieren.

ANMERKUNG Verfahrensbedingte Abweichungen können sowohl durch günstige Gestaltung des Formteils als auch durch Optimierung des Fertigungsprozesses reduziert werden.

Bei Anwendung dieser Norm gilt das Unabhängigkeitsprinzip nach DIN EN ISO 8015.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt ausschließlich für Neukonstruktionen ab Ausgabedatum dieser Norm.

Gegenstand der vorliegenden Norm sind ausschließlich fertigungstechnisch mögliche Formteiltoleranzen von Kunststoff-Formteilen die durch Urformverfahren mit geschlossenen Werkzeugen hergestellt wurden.

Die in dieser Norm festgelegten Grenzabmaße und Toleranzen für Größenmaßelemente, Abstände von Größenmaßelementen und Profilformtoleranzen ohne Toleranzangabe auf der Zeichnung gelten für das Spritzgießen, Spritzprägen, Spritzpressen und Pressen von nicht porösen Formteilen aus Thermoplasten, thermoplastischen Elastomeren und Duroplasten. Für spezielle Verfahrensvarianten ist eine sinnngemäße Anwendung der Norm möglich, wenn dies vereinbart wurde.

Poröse Formstoffe (z. B. Schaumstoffe) sowie andere Verarbeitungs- und Bearbeitungsverfahren gehören nicht in den Anwendungsbereich dieser Norm. Gleiches gilt auch für Verfahrenskombinationen aus Urform- und Umformverfahren (z. B. Spritzgießblasen). Zulässige Toleranzen für poröse Formstoffe sind zu vereinbaren.

Werden Toleranzen außerhalb des Geltungsbereiches der Norm gefordert, sind diese mit dem Formteilhersteller zu vereinbaren und auf der Zeichnung zu spezifizieren.

Abweichungen der Formteiloberflächenqualität wie Einfallstellen, unerwünschte Fließstrukturen und Rauheiten sowie Bindenähte sind nicht Gegenstand dieser Norm.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 406-10, *Technische Zeichnungen — Maßeintragung; Begriffe, allgemeine Grundlagen*

DIN EN ISO 286-1, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — ISO-Toleranzsystem für Längenmaße — Teil 1: Grundlagen für Toleranzen, Abmaße und Passungen*

DIN EN ISO 286-2, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — ISO-Toleranzsystem für Längenmaße — Teil 2: Tabellen der Grundtoleranzgrade und Grenzabmaße für Bohrungen und Wellen*

DIN EN ISO 291:2008-08, *Kunststoffe — Normalklimate für Konditionierung und Prüfung (ISO 291:2008); Deutsche Fassung EN ISO 291:2008*

DIN EN ISO 294-4, *Kunststoffe — Spritzgießen von Probekörpern aus Thermoplasten — Teil 4: Bestimmung der Verarbeitungsschwindigkeit*

DIN EN ISO 527 (alle Teile), *Kunststoffe — Bestimmung der Zugeigenschaften*

DIN EN ISO 868:2003-10, *Kunststoffe und Hartgummi — Bestimmung der Eindruckhärte mit einem Durometer (Shore-Härte) (ISO 868:2003); Deutsche Fassung EN ISO 868:2003*

DIN EN ISO 1043 (alle Teile), *Kunststoffe — Kennbuchstaben und Kurzzeichen*

DIN EN ISO 1101, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Geometrische Tolerierung — Tolerierung von Form, Richtung, Ort und Lauf*

DIN EN ISO 5458, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Form- und Lagetolerierung — Positionstolerierung*

DIN EN ISO 5459, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Geometrische Tolerierung — Bezüge und Bezugssysteme*

DIN EN ISO 8015, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Grundlagen — Konzepte, Prinzipien und Regeln*

DIN EN ISO 14405-1, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Dimensionelle Tolerierung — Teil 1: Längenmaße*

DIN EN ISO 14405-2, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Geometrische Tolerierung — Teil 2: Andere als lineare Maße*

DIN EN ISO 18064, *Thermoplastische Elastomere — Nomenklatur und Kurzzeichen*

DIN ISO 48, *Elastomere und thermoplastische Elastomere — Bestimmung der Härte (Härte zwischen 10 IRHD und 100 IRHD)*

ISO 2577, *Plastics — Thermosetting moulding materials — Determination of shrinkage*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach DIN EN ISO 8015 und die folgenden Begriffe.

3.1 Konstruktionsdokumentation
die zur vollständigen konstruktiven Beschreibung vom Bauteilen, Baugruppen oder Maschinen und Geräten notwendigen Unterlagen und Daten

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies sind zunächst 3D-Datensätze und Zeichnungen sowie Stücklisten. Unter Umständen werden diese durch Mess- und Prüfvorschriften ergänzt. 3D-Datensätze oder Zeichnungen allein beschreiben nur in seltenen Ausnahmefällen Kunststoff-Formteile vollständig.

Anmerkung 2 zum Begriff: Weitere Informationen siehe DIN EN ISO 17450-1 und DIN EN ISO 17450-2.

4 Symbole und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Kennbuchstaben und Kurzzeichen nach DIN EN ISO 1043, DIN EN ISO 18064 und die folgenden Symbole und Abkürzungen.

4.1 Symbole

C	Toleranzmittenmaß
C_A	Toleranzmittenmaß für Formteilanwendung
C_F	Toleranzmittenmaß für Formteilmontage
C_W	Toleranzmittenmaß für Werkzeugkonturfertigung
L_F	Formteilmaß
L_W	Werkzeugkonturmaß
N_F	Nennmaß für Formteilzeichnungen
P_g	Gesamtpunktzahl

P_i	Punktbewertung der Einzeleinflüsse
T	Toleranz
t	Form- und Lagetoleranz
T_A	Formteilanwendungstoleranz
T_F	Formteilmfertigungstoleranz
T_W	Werkzeugkonturfertigungstoleranz
VS	Verarbeitungsschwindung
$VS_{\perp}$	Verarbeitungsschwindung quer zur Schmelzefließrichtung
$VS_{\parallel}$	Verarbeitungsschwindung parallel zur Schmelzefließrichtung
$VS_{\max}$	höchste Verarbeitungsschwindung
$VS_{\min}$	geringste Verarbeitungsschwindung
VS_R	mittlerer Rechenwert der Verarbeitungsschwindung
ΔL	Maßverschiebung
ΔL_A	anwendungsbedingte Maßverschiebung
ΔL_V	verarbeitungsbedingte Maßverschiebung
ΔS	Streuung der Verarbeitungsschwindung
ΔVS	Differenz aus $VS_{\perp}$ und $VS_{\parallel}$

4.2 Abkürzungen

ABF	Abnahmebedingungen der Formteilmfertigung
ABW	Abnahmebedingungen der Werkzeugfertigung
AWB	Anwendungsbedingungen
GA	Grenzabmaß
IRHD	Grad der Internationalen Gummihärte (en: International rubber hardness degree)
IT	Grundtoleranzgrad
NW	nicht werkzeuggebundene Maße
TG	Toleranzgruppe
W	werkzeuggebundene Maße

5 Tolerierung von Kunststoff-Formteilen

5.1 Allgemeines

Für Formteilzeichnungen bzw. entsprechende CAD-Datensätze ist generell eine Tolerierung mittels symmetrischer Grenzabmaße ($\pm GA$) vorgesehen. Asymmetrische Toleranzen an Passteilen können durch die formale Nennmaßmodifizierung auf Toleranzmittenmaß C in eine symmetrische Toleranzfeldlage umgewandelt werden: $100_{-0,6} = 99,7 \pm 0,3$.

Bei Kunststoffteilen hat eine Abstimmung des Mess-Konzeptes zu erfolgen. Insbesondere bei nicht formstabilen Teilen ist das Mess-Konzept von besonderer Bedeutung. (Funktionsorientierung, Bezugssystem und Überbestimmung, Gravitationseinfluss, Vorspannung, etc.)

Wenn nichts anderes festgelegt ist, dürfen Kunststoff-Formteile bei denen die Allgemeintoleranzen nicht eingehalten sind, nicht automatisch zurückgewiesen werden, wenn die Funktion nicht beeinträchtigt ist.

Im Kunststoffbereich ist in der DIN EN ISO 291 als Normklima $23\text{ °C} \pm 2\text{ K}$ festgelegt. Im Schriftfeld ist der Hinweis: Tolerierung ISO 8015 (AD) – DIN EN ISO 291:2008-08 anzugeben.

5.2 Indirekte Tolerierung durch Allgemeintoleranzen

Allgemeintoleranzen sind im oder am Schriftfeld anzugeben, zum Beispiel: DIN 16742 – TG6.

5.3 Direkte Tolerierung durch Abmaßangabe am Nennmaß

Abnahmem Maße sind alle Maße die mit Abmaßen nach DIN 406-10 versehen sind. Alle Maße die keine Toleranzen haben werden im Prüfprotokoll nicht berücksichtigt.

Für Formteilmaße mit begründet hohen Maßhaltigkeitsanforderungen muss die Maßtoleranz durch Abmaße direkt angegeben werden. Dabei ist hinsichtlich der Maßbegrenzungslinien oder -punkte zu beachten, dass es sich um Prüfmaße (Kontrollmaße, Abnahmem Maße) handelt. Aus wirtschaftlichen Gründen soll die Anzahl direkt tolerierter Maße pro Formteil möglichst gering gehalten werden. Tolerierung von Entformungsschrägen

Entformungsschrägen (auch Aushebeschrägen) sind fertigungsbedingte Neigungen am Formteil in Entformungsrichtung beweglicher Werkzeugteile (Stempel, Schieber, Backen), die als integraler Bestandteil der Formteilzeichnungen bzw. der CAD-Datensätze vom Formteilkonstrukteur für Werkzeugkonstruktionen und Werkzeugbau sowie Teilefertigung vorgegeben sind. Konstruktiv vorgegebene Neigungsmaßdifferenzen sind nicht Bestandteil von Maßtoleranzen sowie von Form- und Lageabweichungen.

Zur direkten Tolerierung von geneigten Flächen mit Abmaßen ist der jeweilige Maßbezugspunkt mit Ortskoordinaten eindeutig anzugeben.

5.4 Radianmessung

Zur Messung von Radian müssen mindestens 90° vom Radius als messbare Kontur vorhanden sein.

ANMERKUNG Die Tolerierung von Radian sollte unter Berücksichtigung der Messunsicherheiten (DIN EN ISO 14253-1) oder alternativ durch eine Formkonturbemaßung erfolgen.

5.6 Messung von Freiformflächen

Zur Messung von Freiformflächen ist eine Formkonturbemaßung erforderlich.