PolTolerances

Toleranzen für Kunststoff-Formteile nach DIN ISO 20457 / DIN 16742

Benutzerhandbuch

Allgemein-, Positions- und Profilformtoleranzen

Beschrieben anhand von PolTolerances 3.5.6.1 · Stand: Oktober 2026

Makrolar GbR Berlin

Inhalt

Inhalt 2
1 Einleitung 3
2 Programmoberfläche 3
3 Toleranzgruppe bestimmen 4
3.1 Punktbewertung 5
3.2 Zuordnungshilfe(n) 5
4 Maße tolerieren 6
4.1 Längenmaße (Größenmaße) 7
4.2 Direkte Positionstolerierung 9
4.3 Profilformabweichungen 9
4.4 Realisierbare Toleranzreihe ermitteln 10
4.5 Realisierbarkeit von Funktionsabmaßen 11
5 Projekte verwalten und drucken 12
5.1 Register „Projekt-Verwaltung“ 12
5.2 Drucken / Druckvorschau 13
6 Nachschlagen 14
6.1 Toleranz-Werte-Tabellen 14
6.2 Verarbeitungs-Schwindungsbereiche 14
7 Norm wählen: DIN ISO 20457 oder DIN 16742 15
8 Fachliche Grundlagen 16
8.1 Tolerierungsgrundsätze und -empfehlungen 16
8.2 Anwendungsbereich der Norm 16
8.3 Verarbeitungsschwindung 17
8.4 Steifigkeits- und Härteniveau der Formstoffe 18
8.5 Einstufung der Toleranzgruppen 18
8.6 Werkzeugbindung der Formteilmaße 19
8.7 Nennmaßdefinitionen 19
8.8 Maßbezugsebenen und Abnahmebedingungen 20
8.9 Toleranzreihen 21
9 Menüs 22
10 Tipps und häufige Fragen 22

1 Einleitung

PolTolerances ermittelt Allgemeintoleranzen für Kunststoff-Formteile nach **DIN ISO 20457** oder **DIN 16742**. Aus Fertigungsverfahren, Formstoff und Schwindungsverhalten bestimmt das Programm die Toleranzgruppe (TG) des Formteils. Für jedes eingegebene Maß zeigt es anschließend das mögliche Fertigungsabmaß und ob dieses mit dem Formteilhersteller vereinbart werden muss.

Neben Längenmaßen (Größenmaßen) behandelt PolTolerances Positionstoleranzen mit zylindrischen Toleranzzonen und Profilformtoleranzen. Zusätzlich hilft es bei der Wahl einer realisierbaren Toleranzreihe und prüft, unter welchen Bedingungen ein gefordertes Funktionsabmaß erreichbar ist. Die Eingaben eines Formteils speichern Sie als Projekt und drucken sie als Protokoll aus.

Für Hersteller und Abnehmer von Kunststoff-Formteilen ist es wichtig, sinnvolle Maßtoleranzen zu vereinbaren. Zu hohe Genauigkeitsforderungen verursachen hohe Kosten für Werkzeuge, Fertigung und Qualitätssicherung. Maß-, Form- und Lageabweichungen von Kunststoff-Formteilen lassen sich nicht mit denen von Metallteilen vergleichen, weil sich die Eigenschaften der Werkstoffe in Fertigung und Anwendung erheblich unterscheiden. DIN ISO 20457 bzw. DIN 16742 helfen, die technisch machbaren Genauigkeiten schon bei der Formteilentwicklung zu berücksichtigen. Die fachlichen Grundlagen dazu fasst Kapitel 8 zusammen.

> **Hinweis:** Das Register **„Handelsprodukte plus“** am linken Fensterrand ist in diesem Handbuch nicht beschrieben. Es hat ein eigenes Handbuch („Handelsprodukte – Benutzerhandbuch“).
>
> **DEMO-Version:** In der DEMO-Version werden nur Nennmaße im Bereich von 5 … 55 mm unterstützt. Das Programm weist im Arbeitsbereich darauf hin.

2 Programmoberfläche

Nach dem Start öffnet PolTolerances das Register **„Projekt / Formteil bearbeiten“**. Links legen Sie die Eigenschaften des Formteils fest, rechts geben Sie die Maße ein.

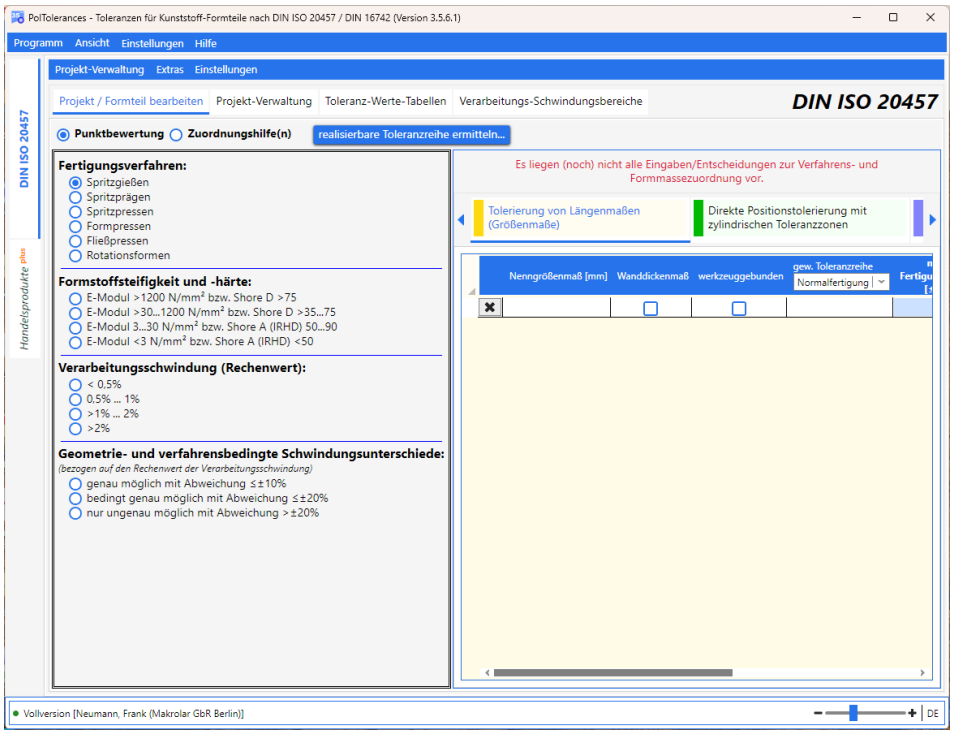


Abbildung 1: PolTolerances nach dem Start

Element	Bedeutung
Menüleiste	**„Programm“**, **„Ansicht“**, **„Einstellungen“** und **„Hilfe“** (Kapitel 9).
Register **„DIN ISO 20457“** (links, senkrecht)	Arbeitsbereich für die Toleranzermittlung. Die Beschriftung zeigt die eingestellte Norm (DIN ISO 20457 oder DIN 16742).
Register **„Handelsprodukte plus“** (links, senkrecht)	Datenbank kommerzieller Kunststoffe, siehe eigenes Handbuch.
Blaue Leiste **„Projekt-Verwaltung · Extras · Einstellungen“**	Projektbefehle, Zusatzwerkzeuge und die Wahl der Norm (Kapitel 4.4, 4.5, 5 und 7).
Register **„Projekt / Formteil bearbeiten“**	Toleranzgruppe bestimmen und Maße tolerieren (Kapitel 3 und 4).
Register **„Projekt-Verwaltung“**	Projekt anlegen, laden, speichern und drucken (Kapitel 5).
Register **„Toleranz-Werte-Tabellen“**	Die Toleranztabellen der Norm zum Nachschlagen (Abschnitt 6.1).
Register **„Verarbeitungs-Schwindungsbereiche“**	Schwindungswerte vieler Formmassen (Abschnitt 6.2).
Statusleiste	Lizenzstatus (z. B. „Vollversion“), Zoom-Regler für die Darstellungsgröße und die eingestellte Sprache („DE“).

3 Toleranzgruppe bestimmen

Die Toleranzgruppe (TG) ist die Grundlage aller Allgemeintoleranzen. PolTolerances bietet zwei Wege, sie zu bestimmen. Sie wählen den Weg oben im Register **„Projekt / Formteil bearbeiten“**:

- **„Punktbewertung“** – Sie bewerten Fertigungsverfahren, Formstoffsteifigkeit, Verarbeitungsschwindung und Schwindungsunterschiede einzeln (Abschnitt 3.1).

- **„Zuordnungshilfe(n)“** – Sie wählen die Formmassegruppe und beantworten wenige Fragen zum Werkstoff (Abschnitt 3.2).

Solange Angaben fehlen, zeigt der Arbeitsbereich in Rot: **„Es liegen (noch) nicht alle Eingaben/Entscheidungen zur Verfahrens- und Formmassezuordnung vor.“** Sind alle Angaben vollständig, erscheint an dieser Stelle **„Allgemeintoleranzen für Längenmaße: Toleranzgruppe TG …“**.

3.1 Punktbewertung

1. Wählen Sie **„Punktbewertung“**.
2. Wählen Sie unter **„Fertigungsverfahren“** das Verfahren, z. B. **„Spritzgießen“**.
3. Wählen Sie unter **„Formstoffsteifigkeit und -härte“** den passenden E-Modul- bzw. Härtebereich.
4. Wählen Sie unter **„Verarbeitungsschwindung (Rechenwert)“** den Schwindungsbereich der Formmasse. Die Werte finden Sie bei Bedarf im Register „Verarbeitungs-Schwindungsbereiche“ (Abschnitt 6.2).
5. Wählen Sie unter **„Geometrie- und verfahrensbedingte Schwindungsunterschiede“**, wie genau sich die Schwindung vorhersagen lässt.

Die Toleranzgruppe erscheint sofort rechts oben. Fahren Sie mit der Maus über das Symbol **„i“** daneben, sehen Sie die Einzelbewertung, z. B. „Punkte-Einzelbewertung nach DIN ISO 20457: P1=1, P2=1, P3=1, P4=1“.

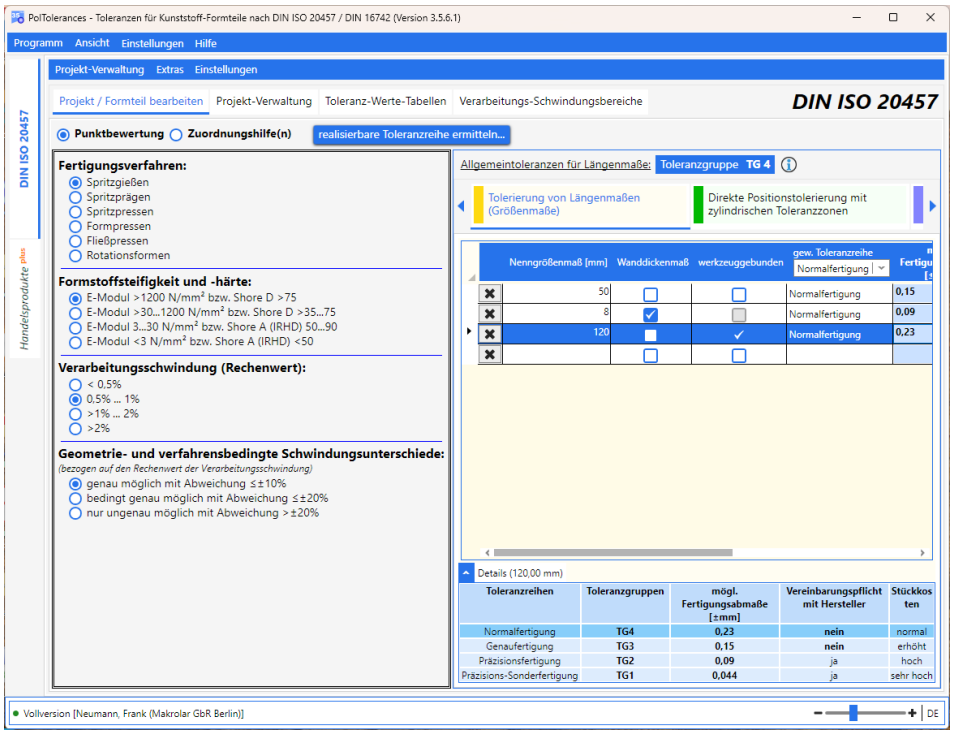


Abbildung 2: Punktbewertung abgeschlossen: Toleranzgruppe TG 4, darunter drei eingegebene Längenmaße

> **Hinweis:** Hinweise zur Einstufung der einzelnen Bewertungsgrößen – Formstoffsteifigkeit, Rechenwert der Verarbeitungsschwindung und Schwindungsschwankungen (genau, bedingt genau oder nur ungenau möglich) – finden Sie in den Abschnitten 8.3 bis 8.5.

3.2 Zuordnungshilfe(n)

Die Zuordnungshilfe ist hilfreich, wenn Sie die Formmasse, aber nicht die einzelnen Bewertungsgrößen kennen.

1. Wählen Sie **„Zuordnungshilfe(n)“**.
2. Wählen Sie unter **„Formmassegruppen“** die Gruppe Ihrer Formmasse, z. B. **„Teilkristalline Thermoplaste“**. Unter jedem Gruppennamen stehen Beispiele der zugehörigen Kunststoffe (z. B. PE, PP, PA6, POM).
3. Im unteren Bereich zeigt PolTolerances das passende Fertigungsverfahren und stellt Fragen zu Füll- und Verstärkungsstoffen, E-Modul, Verarbeitungsschwindung und Schwindungsunterschieden. Beantworten Sie jede Frage.

Die Kästchen im unteren Bereich haben drei Zustände: Ein gefülltes Kästchen bedeutet „noch nicht entschieden“. Klicken Sie das Kästchen an, bis es den gewünschten Zustand zeigt (leer = nein, Haken = ja). Erst wenn alle Fragen entschieden sind, erscheint die Toleranzgruppe.

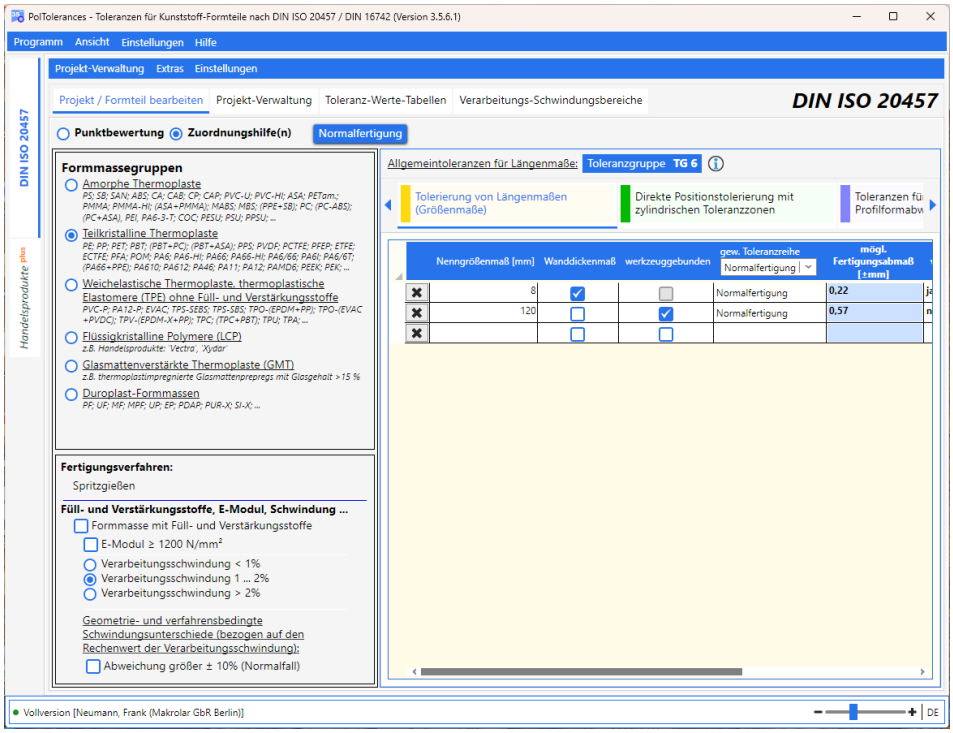


Abbildung 3: Zuordnungshilfe für einen teilkristallinen Thermoplast ohne Füllstoffe: Toleranzgruppe TG 6

4 Maße tolerieren

Rechts im Register **„Projekt / Formteil bearbeiten“** liegen drei Unterregister. Sind nicht alle Registerköpfe sichtbar, blättern Sie mit den blauen Pfeilen links und rechts neben den Registern.

Unterregister	Inhalt
„Tolerierung von Längenmaßen (Größenmaße)“ (gelb)	Allgemeintoleranzen für Längenmaße (Abschnitt 4.1).
„Direkte Positionstolerierung mit zylindrischen Toleranzzonen“ (grün)	Positionstoleranzen als Durchmesser der Toleranzzone (Abschnitt 4.2).
„Toleranzen für Profilformabweichungen“ (violett)	Flächen- und Linienformtoleranzen (Abschnitt 4.3).

4.1 Längenmaße (Größenmaße)

1. Doppelklicken Sie in der Tabelle auf die Zelle **„Nenngrößenmaß [mm]“**, geben Sie das Maß ein und drücken Sie die Eingabetaste. Darunter erscheint automatisch eine neue leere Zeile für das nächste Maß.
2. Haken Sie **„Wanddickenmaß“** an, wenn das Maß eine Wanddicke ist, oder **„werkzeuggebunden“**, wenn das Maß nur von einer Werkzeughälfte gebildet wird. Bei einem Wanddickenmaß ist „werkzeuggebunden“ nicht wählbar.
3. Lesen Sie in **„mögl. Fertigungsabmaß [±mm]“** die erreichbare Toleranz und in **„vereinbarungspfl.“**, ob sie mit dem Formteilhersteller vereinbart werden muss.
4. Geben Sie optional ein **„Funktionsabmaß [±mm]“** ein, also die Toleranz, die das Bauteil funktional braucht, und eine **„Bemerkung“**.

Was werkzeuggebundene Maße sind und welche Nennmaße vereinbarungspflichtig sind, erläutern die Abschnitte 8.6 und 8.7.

Die Tabelle ist breiter als der Arbeitsbereich. Mit der Bildlaufleiste unter der Tabelle erreichen Sie die rechten Spalten. Mit der Schaltfläche **„✕“** am Zeilenanfang löschen Sie ein Maß.

Spalte	Bedeutung
Nenngrößenmaß [mm]	Das Nennmaß aus der Zeichnung.
Wanddickenmaß	Kennzeichnet Wanddicken.
werkzeuggebunden	Kennzeichnet werkzeuggebundene Maße (W); sonst gilt das Maß als nicht werkzeuggebunden (NW).
gew. Toleranzreihe	Gewählte Toleranzreihe: Normalfertigung, Genaufertigung, Präzisionsfertigung oder Präzisions-Sonderfertigung.
mögl. Fertigungsabmaß [±mm]	Erreichbares Abmaß in der gewählten Toleranzreihe.
vereinbarungspfl.	„ja“: Das Abmaß muss mit dem Formteilhersteller vereinbart werden.
Funktionsabmaß [±mm]	Optional. **Grün** hinterlegt: erreichbar. **Rot** hinterlegt: in der gewählten Toleranzreihe nicht erreichbar.
Bemerkungen	Freier Text, z. B. die Funktion des Maßes.

Unter der Tabelle zeigt der Bereich **„Details (… mm)“** für das markierte Maß alle vier Toleranzreihen mit Toleranzgruppe, möglichem Fertigungsabmaß, Vereinbarungspflicht und relativen Stückkosten.

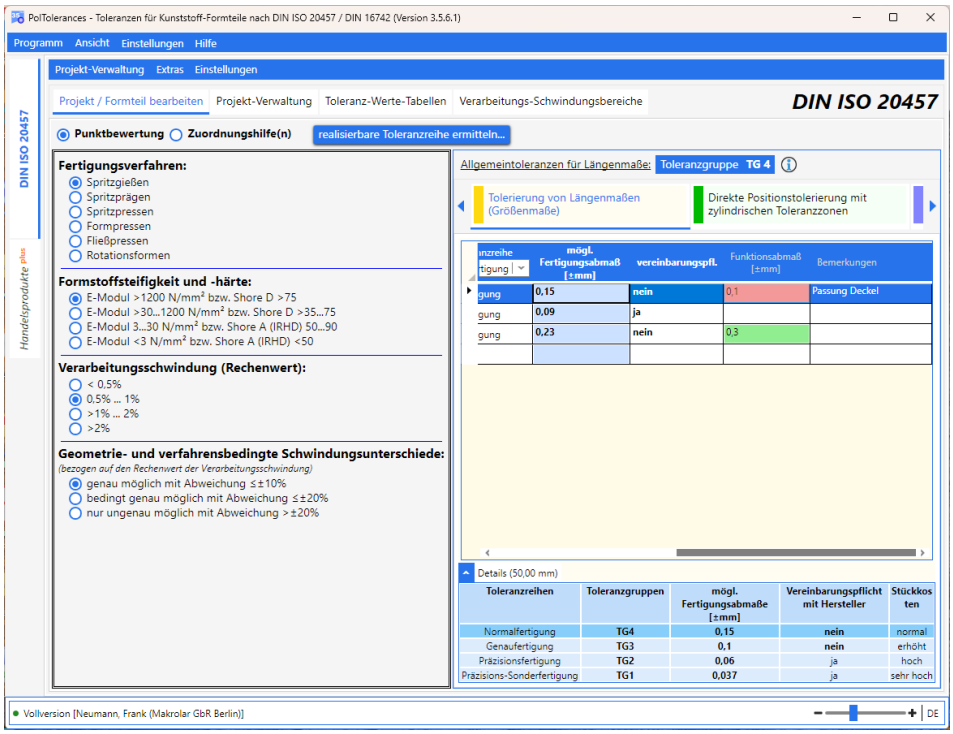


Abbildung 4: Funktionsabmaß ±0,1 mm bei 50 mm ist in Normalfertigung nicht erreichbar (rot); die Details zeigen ±0,1 mm in Genaufertigung

Ist ein Funktionsabmaß rot, zeigen die Details, welche Toleranzreihe es erreicht. Über die Auswahlliste in der Spalte **„gew. Toleranzreihe“** wählen Sie für dieses Maß eine andere Toleranzreihe. Beachten Sie, dass genauere Toleranzreihen höhere Stückkosten verursachen und vereinbarungspflichtig sein können (Spalte „Vereinbarungspflicht mit Hersteller“ in den Details).

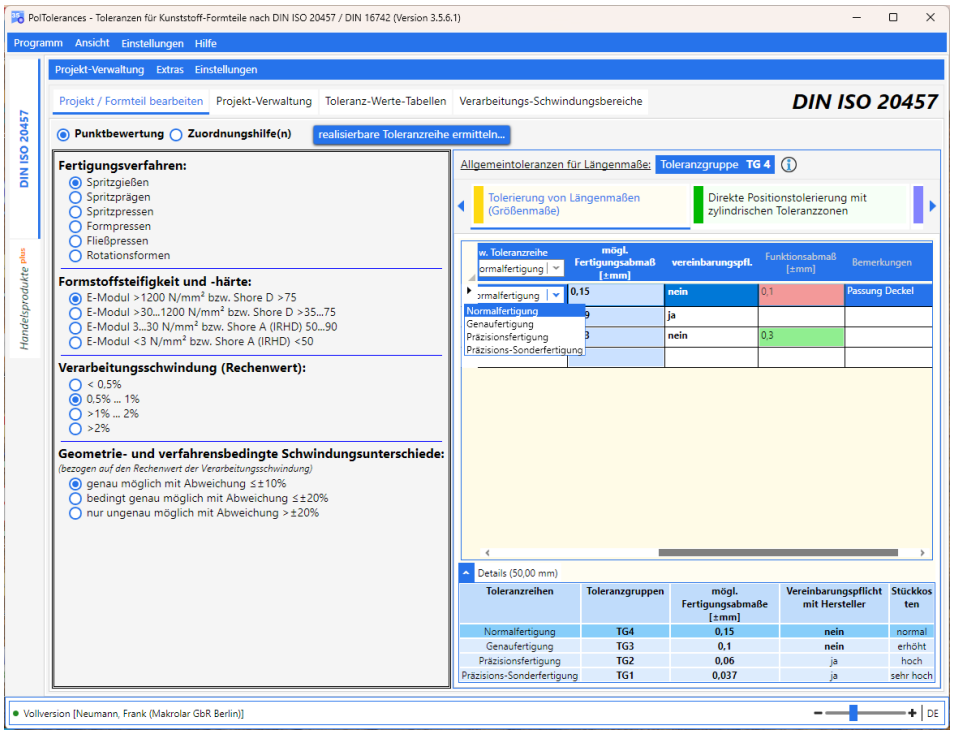


Abbildung 5: Toleranzreihe für ein einzelnes Maß wählen

4.2 Direkte Positionstolerierung

Hier ermitteln Sie Positionstoleranzen mit zylindrischer Toleranzzone, z. B. für die Lage von Bohrungen. Das Programm weist darauf hin, dass **direkt tolerierte Positionstoleranzen mit dem Formteilhersteller zu vereinbaren sind**.

1. Öffnen Sie das Unterregister **„Direkte Positionstolerierung mit zylindrischen Toleranzzonen“**.
2. Doppelklicken Sie auf **„Abstandsnennmaß [mm]“** und geben Sie den Abstand ein. Haken Sie bei Bedarf **„werkzeuggebunden“** an.
3. Lesen Sie in **„mögl. Toleranz-Ø [mm]“** den erreichbaren Durchmesser der Toleranzzone.
4. Geben Sie optional in **„erforderl. Tol-Ø [mm]“** den benötigten Durchmesser ein. Wie bei den Längenmaßen bedeutet Grün „erreichbar“ und Rot „nicht erreichbar“.

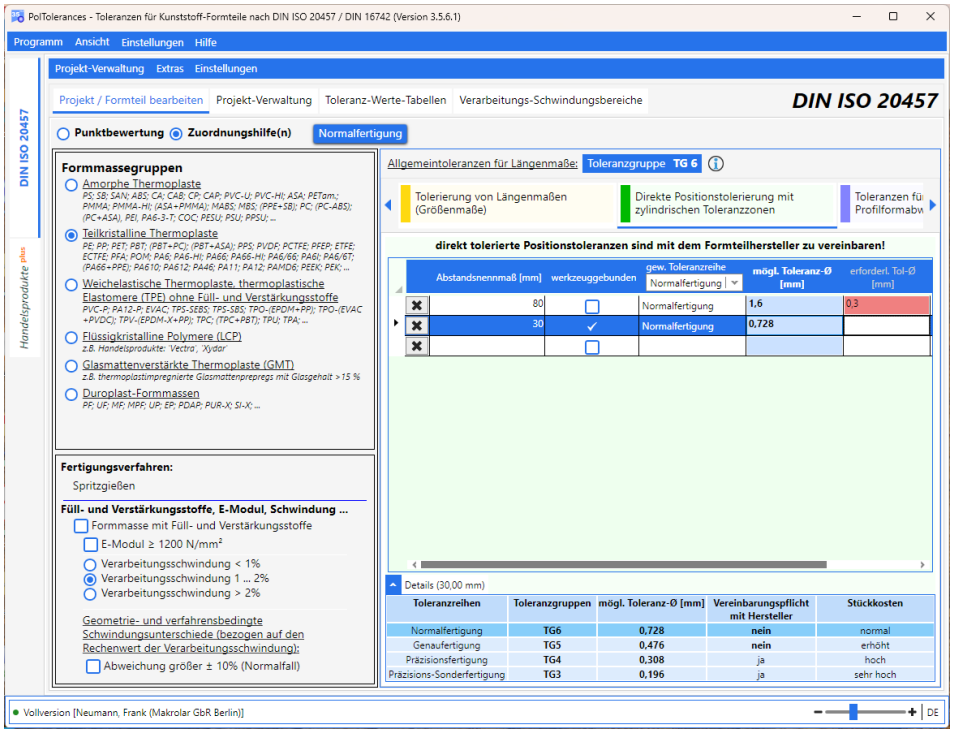


Abbildung 6: Positionstoleranzen: gefordertes Ø 0,3 mm bei 80 mm Abstand ist nicht erreichbar

4.3 Profilformabweichungen

Hier ermitteln Sie Toleranzen für Flächen- und Linienformen. Auch **Profilformtoleranzen sind mit dem Formteilhersteller zu vereinbaren**.

1. Öffnen Sie das Unterregister **„Toleranzen für Profilformabweichungen“**.
2. Doppelklicken Sie auf **„Abstandsnennmaß [mm]“** und geben Sie das Maß ein. In **„Toleranzwert [mm]“** erscheint die Allgemeintoleranz.
3. Wählen Sie, ob es sich um eine **„Flächen-Formtoleranz“** oder eine **„Linien-Formtoleranz“** handelt, und ergänzen Sie bei Bedarf eine Bemerkung.

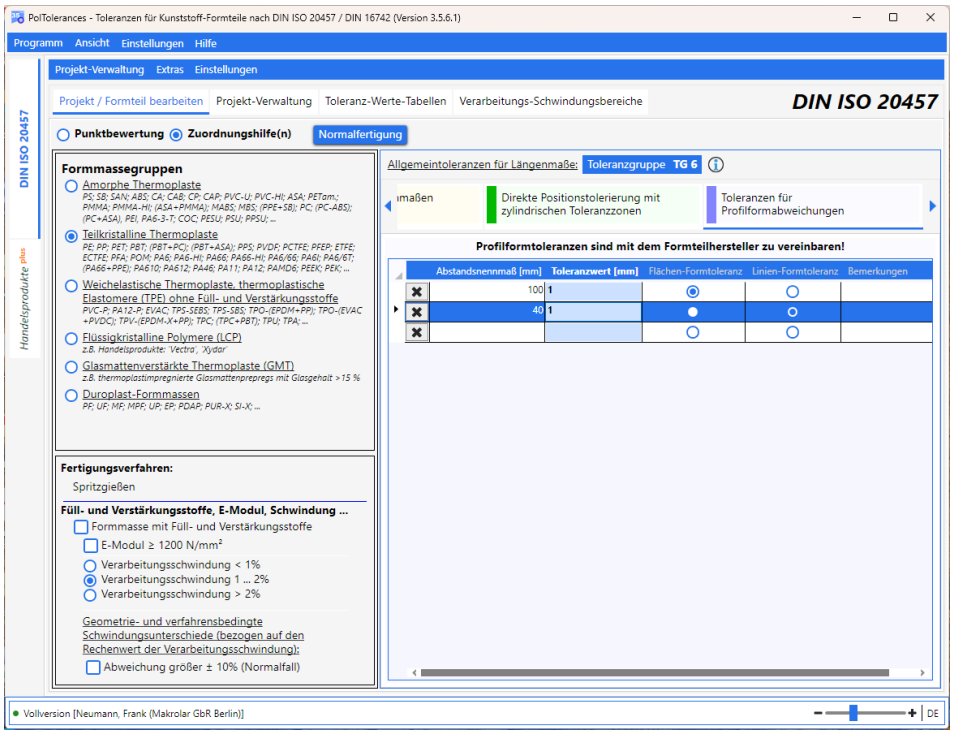


Abbildung 7: Profilformtoleranzen für zwei Abstandsnennmaße

4.4 Realisierbare Toleranzreihe ermitteln

Welche Toleranzreihe ein Formteilhersteller erreichen kann, hängt von Konstruktion, Werkstoff, Maschinen, Personal und Qualitätssicherung ab. Die Checkliste **„realisierbare Toleranzreihe“** fasst diese Bedingungen zusammen.

1. Klicken Sie auf **„realisierbare Toleranzreihe ermitteln…“** (oben im Register) oder wählen Sie **„Extras“ → „realisierbare Toleranzreihe ermitteln…“**.
2. Beantworten Sie die Fragen der acht Abschnitte: 1. Formteilkonstruktion, 2. Formmasse und Recyclateinsatz, 3. Fertigungsbedingungen, 4. Personal für Maschinenbedienung, 5. Einlegeteile (Inserts) und Handling, 6. Werkzeuge, 7. Qualitätssicherung, 8. Verpackung und Transport. In jedem rot umrandeten Block wählen Sie genau eine Möglichkeit.
3. Sobald alle Angaben vorliegen, zeigt der Dialog oben das **„Ergebnis“**, z. B. „Normalfertigung“.
4. Schließen Sie den Dialog. Mit **„Eingaben zurücksetzen“** beginnen Sie neu.

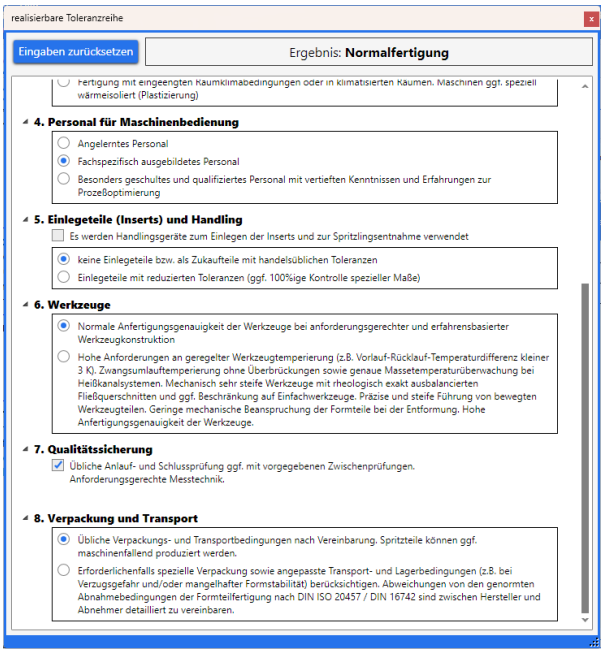


Abbildung 8: Checkliste mit dem Ergebnis „Normalfertigung“

Die Bedeutung der vier Toleranzreihen und die Voraussetzungen für Genau- und Präzisionsfertigung beschreibt Abschnitt 8.9. Die Checkliste berücksichtigt die Auswahlkriterien für das Thermoplastspritzgießen aus Anhang D der Norm über einen erweiterten Auswahlalgorithmus.

Das Ergebnis erscheint anschließend auf der Schaltfläche oben im Register und wird mit dem Projekt gedruckt.

4.5 Realisierbarkeit von Funktionsabmaßen

Dieses Werkzeug beantwortet die umgekehrte Frage: **Unter welchen Bedingungen** (Fertigungsverfahren, Formstoffsteifigkeit, Verarbeitungsschwindung, Schwindungsunterschiede und Toleranzreihe) **ist ein gefordertes Funktionsabmaß erreichbar?**

1. Wählen Sie **„Extras“ → „Realisierbarkeit von Funktionsabmaßen…“**.
2. Wählen Sie das Register **„für Längenmaße“** oder **„für Positionsabstandsmaße“**.
3. Geben Sie **„Nenngrößenmaß [mm]“** und **„erforderliches Funktionsabmaß [±mm]“** ein und legen Sie fest, ob es sich um ein **„Wanddickenmaß“** bzw. ein **„werkzeug-gebundenes Maß“** handelt.
4. Klicken Sie auf **„Suchen/Aktualisieren“**. Die Tabelle listet alle Kombinationen, mit denen das Funktionsabmaß erreicht wird.
5. Grenzen Sie die Liste oben über **„Fertigungsverfahren“**, **„Formstoffsteifigkeit“** und **„Verarbeitungs-Schwindung“** ein. **„Filter zurücksetzen“** hebt die Einschränkung auf.

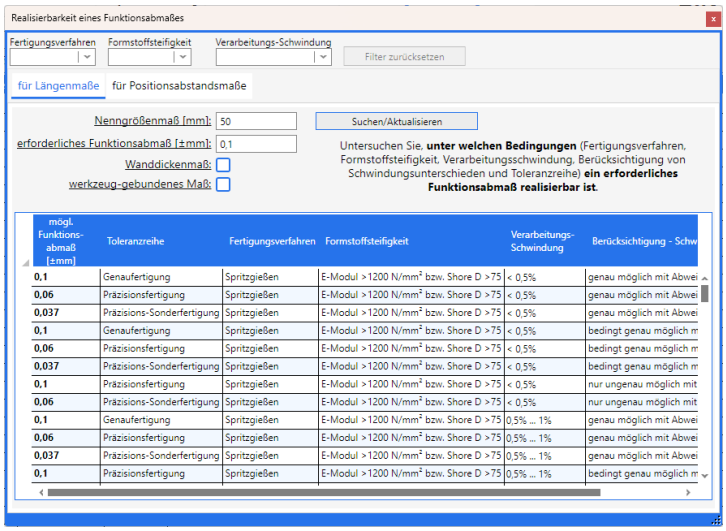


Abbildung 9: Bedingungen, unter denen ±0,1 mm bei 50 mm erreichbar sind

5 Projekte verwalten und drucken

5.1 Register „Projekt-Verwaltung“

Ein Projekt enthält alle Eingaben zu einem Formteil: die Toleranzgruppe, die Maße aller drei Unterregister und die Checkliste zur realisierbaren Toleranzreihe.

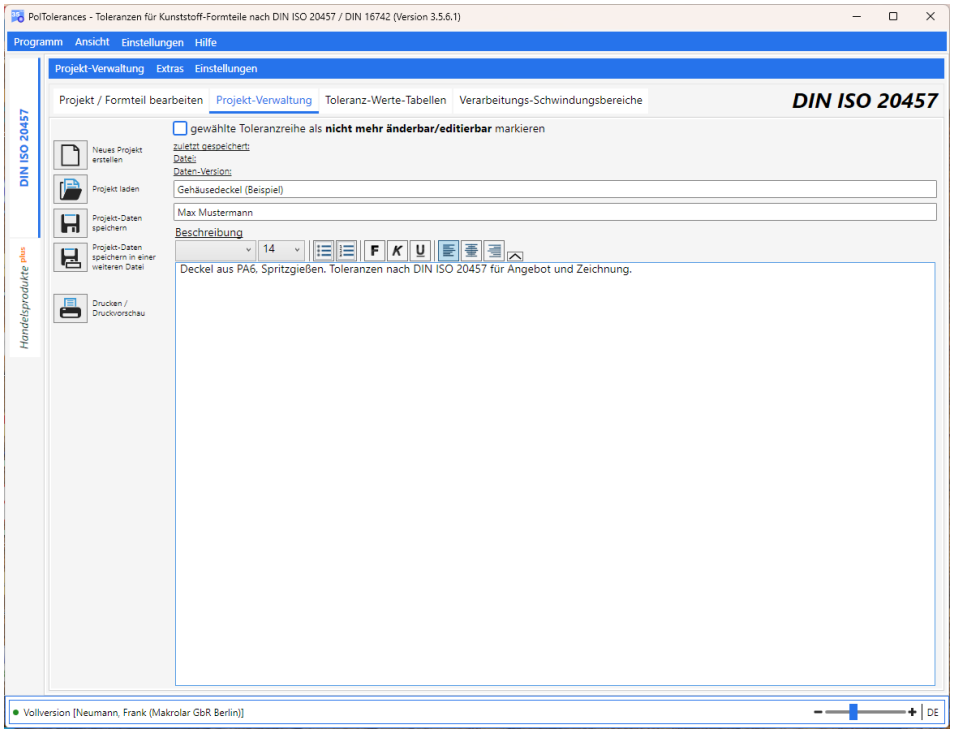


Abbildung 10: Register „Projekt-Verwaltung“ mit Bezeichnung, Bearbeiter und Beschreibung

Schaltfläche / Feld	Bedeutung
Neues Projekt erstellen	Beginnt ein leeres Projekt.
Projekt laden	Öffnet ein gespeichertes Projekt.
Projekt-Daten speichern	Speichert das Projekt in der aktuellen Datei.
Projekt-Daten speichern in einer weiteren Datei	Speichert das Projekt unter einem neuen Dateinamen.

Schaltfläche / Feld	Bedeutung
Drucken / Druckvorschau	Öffnet die Druckvorschau des Projekts (Abschnitt 5.2).
zuletzt gespeichert / Datei / Daten-Version	Informationen zur geladenen Projektdatei.
Projekt-Bezeichnung, Bearbeiter	Name des Formteils bzw. Projekts und der bearbeitenden Person.
Beschreibung	Freier Text mit einfacher Formatierung (Schriftgröße, Aufzählungen, fett, kursiv, unterstrichen, Ausrichtung).
gewählte Toleranzreihe als nicht mehr änderbar/editierbar markieren	Markiert die gewählte Toleranzreihe als nicht mehr änderbar.

Dieselben Befehle finden Sie in der blauen Leiste unter **„Projekt-Verwaltung“**.

5.2 Drucken / Druckvorschau

Klicken Sie auf **„Drucken / Druckvorschau“**. Die Vorschau zeigt das Protokoll des Projekts: Kopfdaten, verwendete Norm, Methode der Zuordnung mit allen Eingaben, die Tabellen der Längenmaße, Positionstoleranzen und Profilformabweichungen sowie die Checkliste zur realisierbaren Toleranzreihe mit Ergebnis.

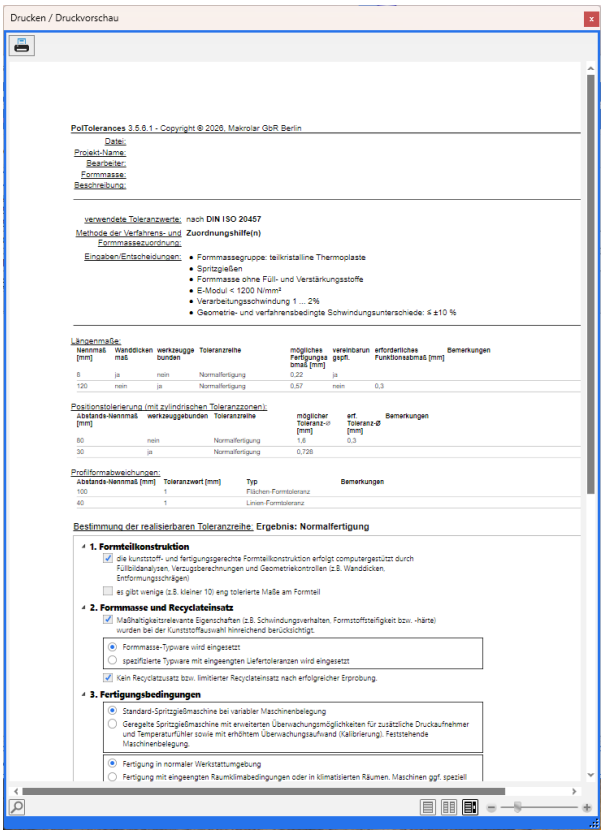


Abbildung 11: Druckvorschau eines Projekts

Über das Drucker-Symbol oben links drucken Sie das Protokoll. Unten rechts wechseln Sie die Seitenansicht und ändern die Vergrößerung.

6 Nachschlagen

6.1 Toleranz-Werte-Tabellen

Das Register **„Toleranz-Werte-Tabellen“** zeigt die Tabellen der eingestellten Norm in drei Unterregistern:

- **„Grenzabmaße für Größenmaße“** – Grenzabmaße je Toleranzgruppe, getrennt nach nicht werkzeuggebundenen (NW) und werkzeuggebundenen (W) Maßen, über die Nennmaßbereiche.
- **„Ø zylindr. Toleranzzonen“** – Durchmesser der Toleranzzonen für Positionstoleranzen.
- **„Profilform-Toleranzen“** – Allgemeintoleranzen für Profilformabweichungen in Abhängigkeit vom Nennmaß.

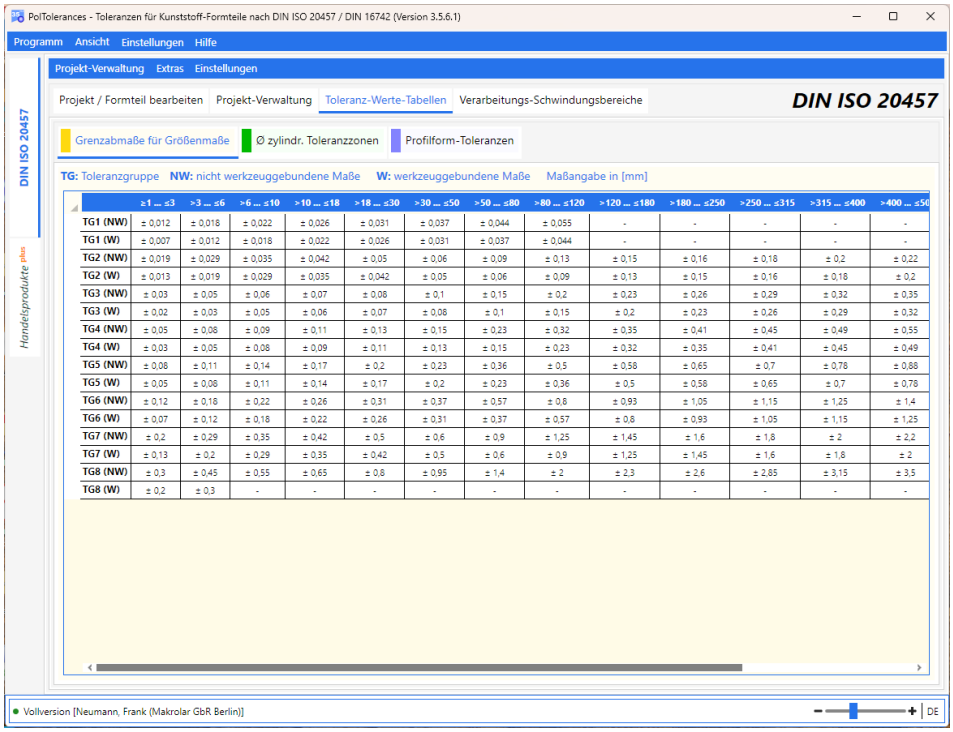


Abbildung 12: Grenzabmaße für Größenmaße (Maßangaben in mm)

6.2 Verarbeitungs-Schwindungsbereiche

Das Register **„Verarbeitungs-Schwindungsbereiche“** listet die Verarbeitungsschwindung vieler Formmassen je Fertigungsverfahren. Sie helfen bei der Punktbewertung (Abschnitt 3.1).

1. Geben Sie im Feld **„Formmasse-Suchtext“** einen Teil des Kurzzeichens ein, z. B. **„PA6“**, und drücken Sie die Eingabetaste.
2. Schränken Sie die Liste bei Bedarf über **„Fertigungsverfahren“** ein.

> **Hinweis:** Nicht alle in der Formmasse-Liste gezeigten Kombinationen mit Füll- und Verstärkungsstoffen sind praktisch verfügbar.

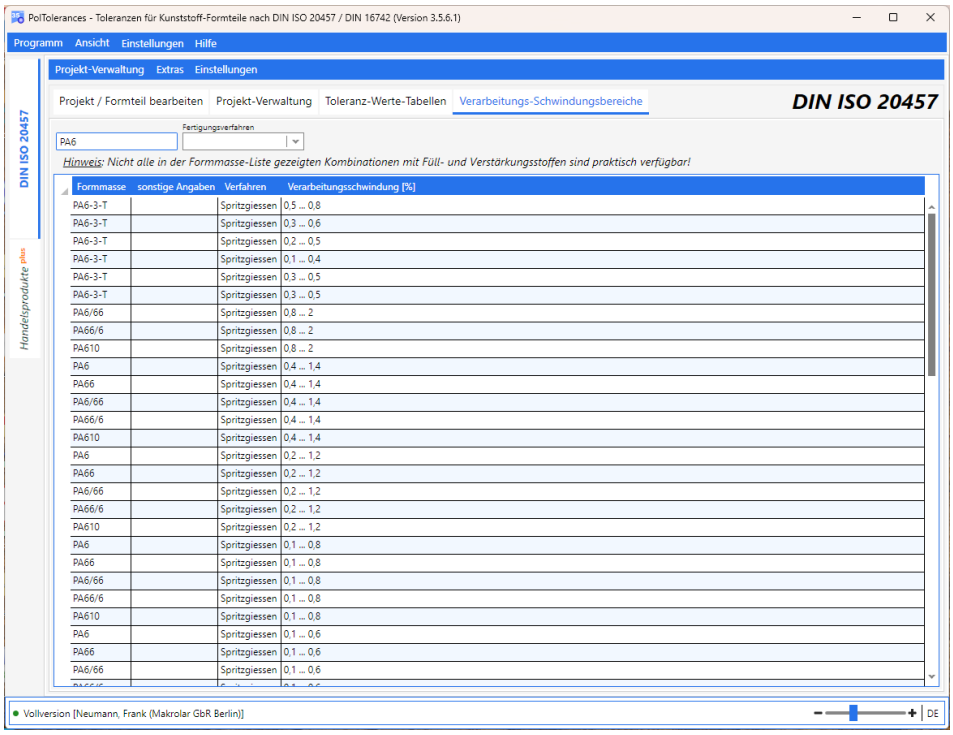


Abbildung 13: Verarbeitungsschwindung für Formmassen mit „PA6“ im Kurzzeichen

7 Norm wählen: DIN ISO 20457 oder DIN 16742

PolTolerances rechnet wahlweise nach DIN ISO 20457 oder nach DIN 16742. Wählen Sie in der blauen Leiste **„Einstellungen“** und dort **„Toleranzwerte nach DIN ISO 20457“** oder **„Toleranzwerte nach DIN 16742“**. Die gewählte Norm ist mit einem Haken markiert und steht rechts oben im Arbeitsbereich sowie auf dem senkrechten Register am linken Fensterrand.

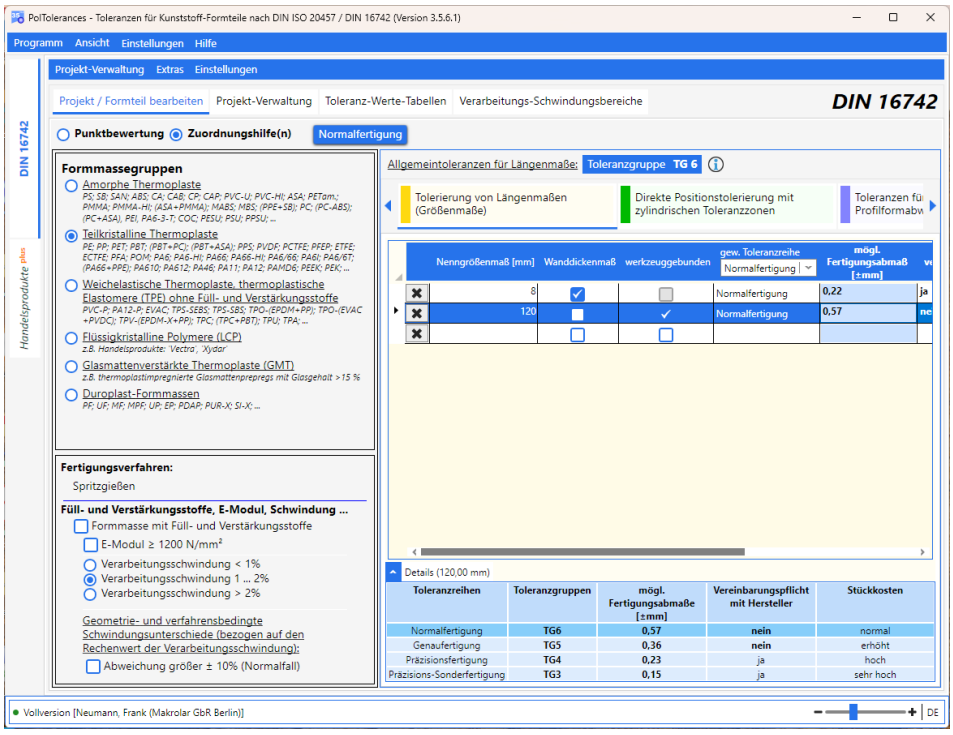


Abbildung 14: Arbeitsbereich mit Toleranzwerten nach DIN 16742

Ihre Eingaben bleiben beim Umschalten erhalten. Die Norm erscheint auch im Ausdruck unter „verwendete Toleranzwerte“.

8 Fachliche Grundlagen

Dieses Kapitel fasst die normativen und fachlichen Hintergründe zusammen, die für die Einstufung der Formteile und die Bewertung der Ergebnisse wichtig sind. Die Angaben beziehen sich auf DIN ISO 20457 bzw. DIN 16742; maßgebend ist immer der Normtext.

8.1 Tolerierungsgrundsätze und -empfehlungen

- Es gilt der **Unabhängigkeitsgrundsatz** nach DIN EN ISO 8015. Abweichungen davon (z. B. die Hüllbedingung) müssen zwischen den Vertragspartnern vereinbart werden.
- Formteilzeichnungen bzw. CAD-Datensätze entsprechen der **Nenngeometrie**. Toleranzen werden symmetrisch zur Nenngeometrie als Grenzabmaße angegeben. Asymmetrische Toleranzen an Größenmaßen (z. B. Passmaße) werden durch Nennmaßmodifizierung auf das Toleranzmittenmaß in eine symmetrische Lage umgerechnet, z. B. 100 −0,6 → 99,7 ± 0,3.
- Die Verifikation des Formteils für die Qualitätssicherung ist eindeutig festzulegen. Besonders bei nicht formstabilen Teilen ist das Messkonzept wichtig (siehe DIN ISO 10579).
- Wenn nichts anderes vereinbart ist, dürfen Formteile bei Nichteinhaltung der Allgemeintoleranzen nicht automatisch zurückgewiesen werden, sofern die Funktion nicht beeinträchtigt ist.
- Konstruktiv vorgegebene Neigungsmaßdifferenzen durch **Entformungsschrägen** gehören nicht zu den Maßtoleranzen und den Form- und Lageabweichungen. Für Funktionsmaße an geneigten Flächen müssen Messpunkte festgelegt werden, um Zweipunktmaße zu definieren.
- Zur Spezifikation von **Radien** müssen mindestens 90° des Kreissegments als messbare Kontur vorhanden sein; alternativ können Radien mit Profilformtoleranzen toleriert werden.
- **Freiformflächen** sind mit einer Profilformtoleranz zu spezifizieren; die Verifikation ist abzustimmen.
- Direkt tolerierte **Winkel und Kanten** sind vereinbarungspflichtig. Nicht direkt tolerierte Winkel und Kanten werden bei der Verifikation vernachlässigt.
- **Trenngrat** und **Werkzeugversatz** sind bezüglich der Lage der Trennlinien zwischen Abnehmer und Hersteller zu vereinbaren.
- Die üblichen Verfahren der **Toleranzanalyse von Maßketten** setzen den starren Körper voraus. Bei Kunststoff-Formteilen ist diese Bedingung wegen der geringen Formstoffsteifigkeit und des Verzugs meist nicht hinreichend erfüllt.

8.2 Anwendungsbereich der Norm

DIN ISO 20457 / DIN 16742 dient zur Festlegung fertigungstechnisch möglicher Toleranzen (**Fertigungstoleranzen**) und zum Vergleich mit **Funktionstoleranzen**, um zu prüfen, ob eine konstruktiv erforderliche Maßgenauigkeit erreichbar ist.

- **Erfasste Toleranzen:** Grenzabmaße für Größenmaße (Zweipunktmaße) als indirekte Tolerierung (Allgemeintoleranzen) und als direkte Tolerierung (Abmaßangabe am Nenngrößenmaß); für Form- und Lageabweichungen Profilformtoleranzen als Allgemeintoleranzen und Positionstoleranzen mit zylindrischen Toleranzzonen für die direkte Tolerierung.
- **Verfahren:** Urformverfahren mit allseitig geschlossenen Werkzeugen wie Spritzgießen, Spritzprägen, Spritzpressen und Pressen von nicht porösen Formteilen aus Thermoplasten, thermoplastischen Elastomeren und Duroplasten sowie das Rotationsformen von Thermoplasten. Für spezielle

Verfahrensvarianten ist eine sinngemäße Anwendung nach Vereinbarung mit dem Formteilhersteller möglich.

- **Nicht erfasst:** poröse Formstoffe (z. B. Schaumstoffe), andere Verarbeitungs- und Bearbeitungsverfahren sowie Kombinationen aus Urform- und Umformverfahren (z. B. Spritzgießblasen, Spritzgießstreckformen).
- **Oberflächenqualität** wie Einfallstellen, unerwünschte Fließstrukturen, Rauheiten und Bindenähte ist nicht Gegenstand der Norm.

Werden Toleranzen außerhalb des Geltungsbereichs gefordert, sind sie mit dem Formteilhersteller zu vereinbaren und auf der Zeichnung zu spezifizieren.

8.3 Verarbeitungsschwindung

Die Verarbeitungsschwindung (VS) beschreibt den Unterschied zwischen Werkzeugkonturmaß und Formteilmaß. Sie und ihre Schwankungen bestimmen wesentlich die erreichbare Maßgenauigkeit.

Definitionsgleichung	Erläuterung
$VS = (1 - LF / LW) \cdot 100\ \%$	VS Verarbeitungsschwindung; LF Formteilmaß; LW Werkzeugkonturmaß
$\Delta VS = \lvert VS\perp - VS\parallel \rvert$	Betrag der VS-Differenz infolge Schwindungsanisotropie; VS⊥ quer, VS∥ parallel zur Schmelzfließrichtung
$\Delta S = VSmax - VSmin$	Streubereich (Schwindungsschwankung) der VS; VSmax, VSmin Extremwerte durch die jeweiligen Einflussbedingungen
$VSR = 0{,}5 \cdot (VSmax + VSmin)$	Rechenwert der VS als Mittelwert aus VSmax und VSmin

Ursachen und Einflussfaktoren auf die Verarbeitungsschwindung nicht poröser Kunststoffe:

Ursache	verringert die VS	erhöht die VS
Dichtezunahme durch thermische Kontraktion (Abkühlung von Entformungs- auf Raumtemperatur) und Verdichtung durch Druck	hoher wirksamer Druck auf Formmasse und Kontur bis zum Entformen (Nachdruck); geringe Entformungstemperatur (lange Kühlzeit, geringe Konturtemperatur); geringer Wärmeausdehnungskoeffizient (hartelastische Polymere)	geringer oder vorzeitig zurückgenommener Nachdruck; hohe Entformungstemperatur (kurze Kühlzeit, hohe Konturtemperatur); großer Wärmeausdehnungskoeffizient (weich- bzw. gummielastische Polymere)
Dichtezunahme durch Strukturordnung (Kristallisation, Gelierung)	amorphe Polymere; geringer Kristallinitätsgrad durch schnelles Erstarren (geringe Konturtemperatur, dünnwandige Teile); hoher Geliergrad weichmacherhaltiger Polymere	teilkristalline Polymere; hoher Kristallinitätsgrad durch langsames Erstarren (hohe Konturtemperatur, dickwandige Teile) oder Nukleierungszusätze; geringer Geliergrad weichmacherhaltiger Polymere
Dichtezunahme durch molekularen Aufbau und Vernetzung (Härtung, Vulkanisation, Polyreaktion)	hoher Vernetzungsgrad und dadurch geringere Wärmeausdehnung (lange Härte- bzw. Vulkanisationszeit, hohe Massetemperatur); weitgehend vorvernetzte Formmassen (z. B. Prepolymere)	geringer Vernetzungsgrad und dadurch höhere Wärmeausdehnung (kurze Härte- bzw. Vulkanisationszeit, geringe Massetemperatur); unvernetzte Vorprodukte (Oligomere) bzw. Monomere

Ursache	verringert die VS	erhöht die VS
Steifigkeits- bzw. Härteveränderung durch Zusatzstoffe (Füll- und Verstärkungsstoffe, Weichmacher)	Zusatzstoffe mit geringer Wärmeausdehnung (z. B. anorganische Füll- und Verstärkungsstoffe); keine oder wenig Weichmacher	Zusatzstoffe mit hoher Wärmeausdehnung (z. B. organische Füll- und Verstärkungsstoffe); Weichmacherzusätze

8.4 Steifigkeits- und Härteniveau der Formstoffe

Die Einstufung der Formstoffsteifigkeit und -härte für die Punktbewertung ist unproblematisch, weil die Daten bei Formmasseherstellern und in Datenbanken verfügbar sind. Liegen Werte an einer Bereichsgrenze, entscheidet der Nutzer über die Zuordnung. Gliederung für Polymere ohne Feststoffzusätze:

Härtegrad	E [N/mm²]	Shorehärte	IRHD	Polymere
hart	> 5000 … 20 000	–	–	LCP (selbstverstärkende Molekülanisotropie)
hart	> 1200 … 5000	> 75 D	–	zähharte bis sprödharte Thermoplaste, Duroplaste, Hartgummi
halbhart	> 300 … 1200	> 60 … 75 D	–	elastomerähnliche (weichelastische) Thermoplaste, thermoplastische Elastomere und Gummi in unterschiedlichen Härtegraden
halbhart	> 30 … 300	> 35 … 60 D	–	wie oben
weich	3 … 30	50 … 90 A	50 … 90	wie oben
sehr weich	< 3	< 50 A	< 50	wie oben

E: Ursprungs-E-Modul aus der Kurzzeitzugprüfung nach DIN EN ISO 527; Shorehärte: Eindringhärte nach DIN EN ISO 868 (Verfahren A und D); IRHD: internationaler Gummihärtegrad nach DIN EN ISO 48. Alle Prüfungen bei 23 °C mit normalkonditionierten Prüfkörpern. Zum Vergleich Stahl: E = 200 000 N/mm². Gefüllte bzw. verstärkte Polymere werden über ihren E-Modul zugeordnet.

8.5 Einstufung der Toleranzgruppen

- **Verfahren:** Spritzverfahren ermöglichen eine größere Fertigungsgenauigkeit als Pressverfahren.
- **Rechenwert der Verarbeitungsschwindung:** Ohne eigene Erfahrung sollte die Einstufung mit dem Formteilhersteller abgestimmt werden. Richtwerte enthält das Register „Verarbeitungs-Schwindungsbereiche“ (Abschnitt 6.2).
- **Schwindungsschwankungen:** Ihre Einschätzung ist wegen vieler Einflussfaktoren oft schwierig; die beste Hilfe kann der Formteilhersteller geben. Im Zweifel wählen Sie „nur ungenau möglich“ und prüfen danach, ob eine genauere Toleranzreihe infrage kommt.
- **Rotationsformen** von Thermoplasten ist normativ der Toleranzgruppe TG 9 zugeordnet.
- **Mehrkomponententeile:** Für jedes Material wird die Toleranzgruppe ermittelt und als eigene Allgemeintoleranz angegeben (z. B. harte Komponente TG 5, weiche Komponente TG 7). Bei materialübergreifenden Größenmaßen ist das ungenauere Material maßgebend.

Einstufungshilfen der Norm für die Schwindungsschwankungen:

Einstufung	Bedeutung

Einstufung	Bedeutung
genau möglich	Rechenwerte der VS sind bekannt, z. B. aus Erfahrung, systematischen Messungen oder Simulation. Die Schwindungsanisotropie ist bedeutungslos oder in der jeweiligen Maßrichtung hinreichend genau berücksichtigt. Mögliche Abweichungen vom Rechenwert betragen höchstens ± 10 %.
bedingt genau möglich	Rechenwerte sind in Bereichen bis höchstens ± 20 % bekannt.
nur ungenau möglich	Rechenwerte der VS sind nur als grobe Richtwertbereiche bekannt, die Schwindungsanisotropie kann nicht oder nur ungenügend berücksichtigt werden, und es fehlen praktische Erfahrungen. Mögliche Abweichungen vom Rechenwert liegen über ± 20 %.

8.6 Werkzeugbindung der Formteilmaße

Unterschiedliche Verformungen und Lageabweichungen von Werkzeugteilen durch Druckbeanspruchung werden durch die Unterscheidung von **werkzeuggebundenen** und **nicht werkzeuggebundenen** Maßen erfasst. Werkzeuggebundene Maße entstehen im selben Werkzeugteil. Nicht werkzeuggebundene Maße entstehen durch das Zusammenwirken mehrerer Werkzeugteile – z. B. über die Trennebene hinweg oder durch Schieber – und streuen deshalb tendenziell stärker. Neben der Steifigkeit der Werkzeugkonstruktion haben die Verarbeitungsbedingungen großen Einfluss. Die folgenden Darstellungen der Maße x sind der DIN 16742 entnommen.

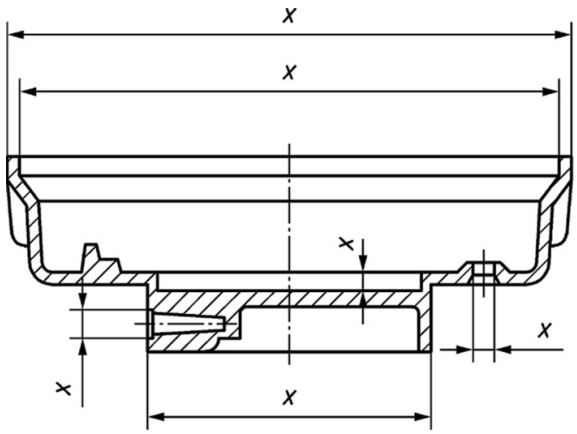


Abbildung 15: Werkzeuggebundene Maße (x), nach DIN 16742

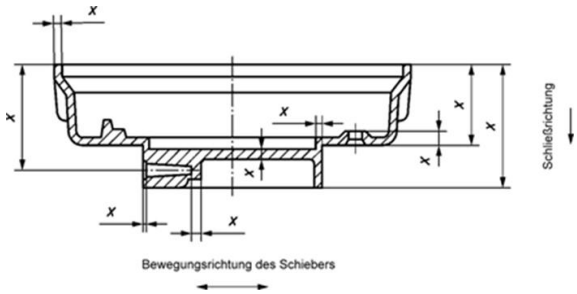


Abbildung 16: Nicht werkzeuggebundene Maße (x), nach DIN 16742

8.7 Nennmaßdefinitionen

- **Nenngrößenmaße** (Längenmaße, Zweipunktmaße) für Grenzabmaße nach Tabelle 2 der Norm sind Toleranzmittenmaße für Zeichnungen und CAD-Datensätze.

- **DP-Maße** (Abstandsmaße) sind Nennmaße für Positionstoleranzen nach Tabelle 9 und Profilformtoleranzen nach Tabelle 10. Ein Bauteil kann ein oder mehrere Bezugssysteme haben; maßgebend ist die weiteste Entfernung des tolerierten Elements vom Ursprung des verwendeten Bezugssystems. Dieses muss nicht mit dem Koordinatensystem des Bauteils oder der Baugruppe übereinstimmen. Anhang G der Norm enthält ein Beispiel.
- Für den Abstand paralleler, zueinander versetzter Flächen ist als Nenngrößenmaß das DP-Maß für Grenzabmaße nach Tabelle 9 vorgesehen.
- Nennmaße **unter 1 mm und über 1000 mm** sowie Grenzabmaße für **Wanddicken** sind vereinbarungspflichtig.
- Für **Allgemeintoleranzen** gelten ausschließlich die Grenzabmaße für nicht werkzeuggebundene Formteilmaße.
- Allgemeintoleranzen werden in der Konstruktionsdokumentation z. B. so angegeben: **DIN 16742 – TG6**.

8.8 Maßbezugsebenen und Abnahmebedingungen

Die Maßstreuungen bei Fertigung und Anwendung erfordern drei eng verbundene **Maßbezugsebenen**: Teileanwendung, Teilefertigung und Werkzeugfertigung. Für jede Ebene gelten andere physikalische Zusammenhänge; der Konstruktionsentwurf wird gedanklich entgegen der Richtung der Maßentstehung bearbeitet – von der Anwendung über die Formteilfertigung zur Werkzeugkontur. Je Ebene werden Lage (Toleranzmittenmaß C), Verschiebung (Maßverschiebung Δl, mit Vorzeichen) und Streuung (Toleranz T) betrachtet: Formteilanwendungstoleranz TA (Gesamttoleranz), Formteilfertigungstoleranz TF und Konturfertigungstoleranz TW. Das Prinzip ist in Anhang A der DIN 16742 erläutert.

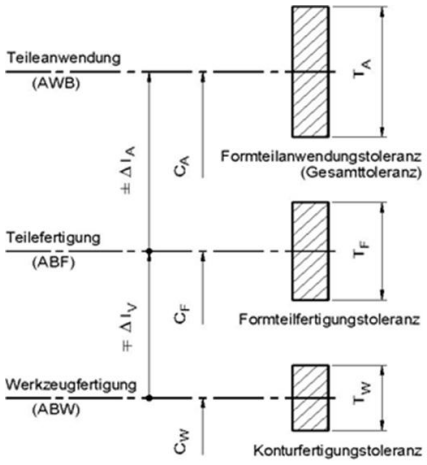


Abbildung 17: Maßbezugsebenen für Anwendung und Fertigung von Kunststoffteilen

Anwendungsbedingungen (AWB) sind alle Nutzungs- und Lagerungsbedingungen nach der Fertigung, soweit sie Maßhaltigkeit und Funktion beeinflussen. Erfolgt die Montage erst lange nach der Fertigung, können Lagerungs- und Montagebedingungen als Sonderfall der AWB gelten. Bei weichen oder gummiartigen Formstoffen und bei Baugruppen aus gleichen Werkstoffen ist ihr Einfluss häufig vernachlässigbar; grundsätzlich sind die AWB aber situations- und funktionsabhängig zu bestimmen. Ursachen anwendungsbedingter Maßänderungen sind:

- Klimaeinwirkungen durch Umgebungstemperatur, Luftfeuchtigkeit, Niederschläge und Sonneneinstrahlung
- nutzungsbedingte Energieeinwirkung durch Wärmequellen und energiereiche Strahlung
- Diffusionskontakt mit Dämpfen und Flüssigkeiten sowie Migrationskontakt mit Feststoffen

- Werkstoffabtrag (Verschleiß) durch Reibung, Kavitation, Erosion sowie biologische Einwirkungen
- mechanische Verformung durch äußere Kräfte und Momente sowie durch Relaxation innerer Spannungen
- molekulare und mikromorphologische Strukturumwandlungen

Ursachen fertigungsbedingter Längenmaßabweichungen:

- formmasseabhängige und fertigungsbedingte Streuung der Verarbeitungsschwindung
- Unsicherheit der Rechenwerte der Verarbeitungsschwindung für die Werkzeugkonturberechnung, besonders bei großer Schwindung und Schwindungsanisotropie
- unterschiedliche Rückverformung der Teile nach dem Entformen, abhängig von der Formstoffsteifigkeit
- herstellungsbedingte Maßstreuung der Werkzeugkonturen einschließlich Härteverzug und Oberflächenbeschichtung
- Verformungen und Lageabweichungen von Werkzeugteilen durch Druckbeanspruchung
- Werkzeugkonturverschleiß

Formteilverzug (Verwölbung, Verwindung, Verwerfung) ist die physikalische Ursache für Form-, Lage- und Winkelabweichungen. Er entsteht durch lokale und richtungsabhängige Schwindungsunterschiede (Schwindungsanisotropie) und bei extremem Nach- oder Pressdruck durch Rückverformung elastischer Eigenspannungen. Verzug ist grundsätzlich nicht vermeidbar, aber minimierbar.

Abnahmebedingungen der Formteilfertigung (ABF): Nach DIN 16742 und DIN EN ISO 291 gelten die Prüfmaße als Abnahmewerte, wenn die Formteile nach der Fertigung bei 23 °C ± 2 K und 50 % ± 10 % relativer Luftfeuchte gelagert und frühestens 16 h, spätestens 72 h nach der Herstellung geprüft werden. Bei Abweichungen davon sind Maßlage und Maßabweichungen, Prüfverfahren, Prüfzeitraum sowie Lagerungs- und Prüfbedingungen zwischen Hersteller und Abnehmer gesondert zu vereinbaren und zu dokumentieren. Abweichungen können sich ergeben durch:

- Folgeoperationen mit Stoffauftrag (Lackieren, Beschichten) oder Stoffabtrag (Spanen, Schleifen, Polieren)
- Tempern (Vorwegnahme der Nachschwindung, Abbau innerer Spannungen, Nachhärten) oder Folgeoperationen mit deutlicher thermischer Belastung (Lackieren, Lötbad)
- Konditionieren, z. B. Wässern (Vorwegnahme der Quellung, Erhöhung der Zähigkeit)
- geringe Maßstabilität des Formstoffs, z. B. Umwandlung der kristallinen Phase (PB) oder Quellung und Weichmachung dünnwandiger Teile aus hydrophilen Polymeren (PA6, PA66, PA46, Biopolymere)

Abnahmebedingungen der Werkzeugfertigung (ABW): Die geprüften Kontrollmaße der Werkzeugkonturen gelten bei einer Bezugstemperatur von 23 °C ± 2 K als Abnahmewerte und schließen den Härteverzug ein.

8.9 Toleranzreihen

Toleranzreihe	Bedeutung
Reihe 1 – Normalfertigung	Fertigung mit Allgemeintoleranzen ist unter Umständen realisierbar. Maßhaltigkeitsforderungen bilden keinen besonderen Qualitätsschwerpunkt.
Reihe 2 – Genaufertigung	Fertigung und Qualitätssicherung sind auf höhere Maßhaltigkeitsforderungen ausgerichtet.

Toleranzreihe	Bedeutung
Reihe 3 – Präzisionsfertigung	Fertigung und Qualitätssicherung sind vollständig auf sehr hohe Maßhaltigkeitsforderungen ausgerichtet.
Reihe 4 – Präzisions-Sonderfertigung	Wie Reihe 3, aber mit intensivierter Prozessüberwachung.

Wichtig: Die Toleranzreihen 3 und 4 sind immer vereinbarungspflichtig.

Nur unbedingt erforderliche kleine Funktionstoleranzen rechtfertigen den Aufwand der Reihen 3 und 4, der mit deutlichem Preisaufschlag abgegolten werden muss. Abnehmer und Hersteller sollten deshalb zuerst klären, ob die Toleranzforderungen erfüllbar sind. Zu prüfen sind:

- maßhaltigkeitsgerechte Gestaltung und Dimensionierung des Formteils
- ausreichend steife sowie thermisch und rheologisch ausbalancierte Werkzeuge
- Betrieb der Maschinen und Anlagen durch ausreichend qualifiziertes Personal einschließlich Qualitätssicherung
- Lieferbedingungen der Formmassen hinsichtlich maßhaltigkeitsrelevanter Eigenschaften, besonders der Schwindungsschwankungen

Die Checkliste „realisierbare Toleranzreihe“ (Abschnitt 4.4) unterstützt diese Prüfung.

9 Menüs

Menü	Befehle
Programm	**Beenden**; **Info über…**
Ansicht	Wechsel zwischen **„Toleranzen für Kunststoff-Formteile nach DIN ISO 20457 / DIN 16742“** und **„Handelsprodukte“**; **Originalgröße (100 %)**.
Einstellungen	**Server-Verbindung…**; **Lizenz aktivieren…**; **Lizenz zurücksetzen…**; **Language/Sprache…** (Sprache der Oberfläche).
Hilfe	**auf Software-Update prüfen…**; **zu unserer Internetseite…**; **für die Software registrieren…**; **Online-Hilfen anzeigen**; **lokale Hilfe anzeigen…** (Taste F1); **lokale Hilfe (Handelsprodukte-DB) anzeigen…**
Projekt-Verwaltung (blaue Leiste)	**Neues Projekt erstellen…**; **Projekt laden…**; **Projekt speichern**; **Projekt speichern unter…**; **Drucken / Druckvorschau**.
Extras (blaue Leiste)	**realisierbare Toleranzreihe ermitteln…** (Abschnitt 4.4); **Realisierbarkeit von Funktionsabmaßen…** (Abschnitt 4.5).
Einstellungen (blaue Leiste)	**Toleranzwerte nach DIN ISO 20457**; **Toleranzwerte nach DIN 16742** (Kapitel 7).

10 Tipps und häufige Fragen

Frage	Antwort
Es erscheint keine Toleranzgruppe, sondern ein roter Hinweis.	Es fehlen Angaben. Wählen Sie in jeder Gruppe der Punktbewertung eine Möglichkeit bzw. entscheiden Sie in der Zuordnungshilfe alle Fragen (kein gefülltes Kästchen mehr).

Frage	Antwort
„werkzeuggebunden“ lässt sich nicht anhaken.	Das Maß ist als Wanddickenmaß gekennzeichnet. Bei Wanddickenmaßen ist „werkzeuggebunden“ nicht wählbar.
Das Funktionsabmaß ist rot hinterlegt.	Das Abmaß ist in der gewählten Toleranzreihe nicht erreichbar. Prüfen Sie in den Details, welche Toleranzreihe es erreicht, oder nutzen Sie „Realisierbarkeit von Funktionsabmaßen“ (Abschnitt 4.5).
Ich sehe nicht alle Spalten der Tabelle.	Blättern Sie mit der Bildlaufleiste unter der Tabelle nach rechts.
Das Formteil ist nicht formstabil oder hat Freiformflächen. Was ist zu beachten?	Legen Sie Messkonzept und Verifikation mit dem Formteilhersteller fest; Freiformflächen werden mit Profilformtoleranzen spezifiziert (Abschnitt 8.1).
Ein Teil wird aus zwei Werkstoffen gefertigt.	Ermitteln Sie für jedes Material eine eigene Toleranzgruppe; bei materialübergreifenden Maßen gilt das ungenauere Material (Abschnitt 8.5).
Größere Maße werden nicht berechnet.	In der DEMO-Version werden nur Nennmaße von 5 … 55 mm unterstützt.
Welche Schwindung hat meine Formmasse?	Siehe Register „Verarbeitungs-Schwindungsbereiche“ (Abschnitt 6.2) oder das Datenblatt im Modul „Handelsprodukte plus“.