

PolTolerances-AC - Maße, Toleranzen und Passungen für (Kunststoff)Teile unter Anwendungsbedingungen

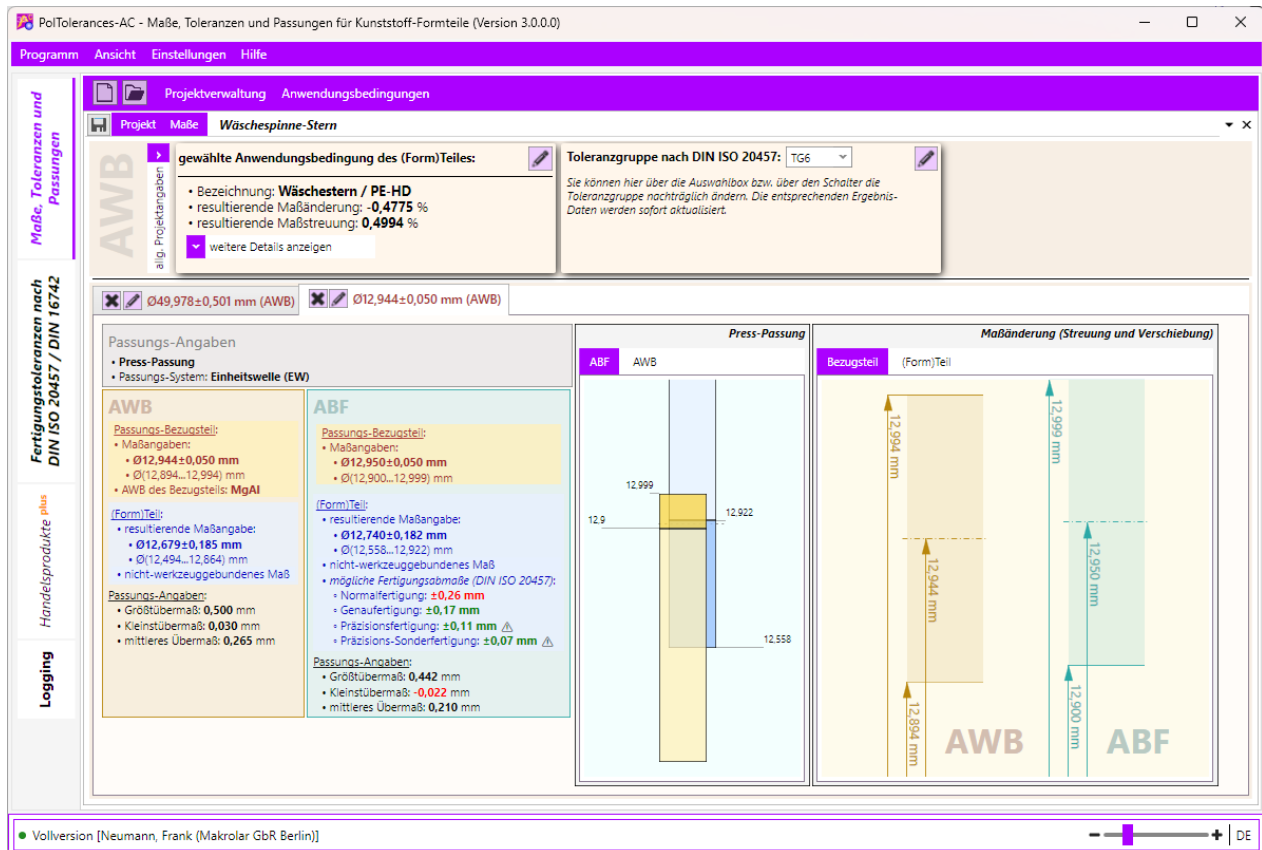
Inhaltsverzeichnis

Maße, Toleranzen und Passungen unter AWB's	3
Einleitung	3
Funktionen (Übersicht)	4
Schnelleinstieg	5
DIN ISO 20457 / DIN 16742	5
Bedienung	5
Verwaltung von Anwendungsbedingungen.....	5
Einleitung.....	6
Bedienung.....	7
neue Anwendungsbedingung erstellen	8
Projektverwaltung	9
neues Projekt erstellen.....	10
Erfassung/Bearbeiten von (Form)Teilmaßen	10
unabhängige Maße	11
Passmaße	12
Daten nachträglich ändern	15
Drucken/Druckvorschau	15
DIN ISO 20457 / DIN 16742 (PolTolerances 3.x).....	16
PolTolerances - Einleitung.....	17
Schnelleinstieg	17
Anwendungs- und Entscheidungshilfen.....	18
Tolerierungsgrundsätze und -empfehlungen	19
Anwendungsbereich	20
Definitionsgleichungen zur Verarbeitungsschwindung	20
Ursachen und Einflussfaktoren auf die VS nicht poröser Kunststoffe	21
Werkzeugbindung der Formteilmaße	21
Prüfung und Gliederung des Steifigkeits- bzw. Härteniveaus von Polymeren ohne Feststoffzusätze	22
Hinweise zur verfahrens- und formmasseabhängigen Einstufung der Toleranzgruppen.....	23
Nennmaßdefinitionen	23
Maßbezugsebenen, Maßänderungsursachen und Formteilabnahmebedingungen ..	24
Hinweise zur Einstufung der Toleranzreihen.....	26
Bedienung	27
Erfassung von Maßen	27
Projektverwaltung	28
Toleranzwerte-Tabellen	29
Ermittlung der realisierbaren Toleranzreihe.....	30
Verarbeitungs-Schwindungsbereiche	31
Realisierbarkeit erforderlicher Funktionsabmaße	31

Maße, Toleranzen und Passungen unter AWB's

Das Hauptfenster des Software-Moduls "Maße, Toleranzen und Passungen".

Im Bild ist beispielhaft ein Projekt zu sehen, bei dem zwei Passungs-Maße unter Anwendungsbedingungen (AWB) erfasst wurden und die resultierenden Maße/Ergebnisse unter Abnahmebedingungen der Fertigung (ABF) dargestellt werden.



Einleitung

Die Basis für die (Form)Teil-Entwicklung, Werkzeugkonstruktion und Fertigung sind (Form)Teil-Einsatzbedingungen bzw. -Anwendungsbedingungen (**AWB**). Sofern für die Funktion der Teile Maßänderungen zeitlich nach der Fertigung von Bedeutung sind, müssen diese bei der Festlegung der Maßlage, Maßverschiebung und Maßstreuung berücksichtigt werden

Ausgehend von anwendungsbedingten bzw. funktionalen Anforderungen an Maße, Toleranzen und Passungen müssen die Werte auf die jeweils andere Maßbezugsebene transformiert werden.

Es werden die folgenden zwei Maßbezugsebenen unterschieden:

- Abnahmebedingungen der Fertigung (**ABF**)
- Anwendungsbedingungen (**AWB**)

Die Maßbezugsebenen sind folgendermaßen definiert:

- **AWB**: Anwendungsbedingungen (alle Nutzungs- und Lagerungsbedingungen während des Anwendungszeitraumes und nach der Fertigung, sofern sie sich auf die Maßhaltigkeit und Funktionserfüllung auswirken)
- **ABF**: Abnahmebedingungen der (Form)Teilfertigung (wenn Formteile nach der Fertigung bis zur Abnahme bei $23^{\circ}\text{C} \pm 2\text{K}$ und $50\% \pm 10\%$ relative Luftfeuchte gelagert, sowie frühestens 16 Stunden und spätestens 72 Stunden nach der Herstellung geprüft werden)

Liegen z.B. die Maße unter Abnahmebedingungen der Fertigung (ABF) vor bzw. wurden entsprechend berechnet, dann können diese für Kunststoff-Formteile mittels der **DIN ISO 20457** (auch Bestandteil dieser Software) zusätzlich bewertet werden. D.h., **ob, wie und unter welchen Bedingungen** die Maße, Toleranzen und Passungen unter ABF realisierbar sind. Das kann u.U. auch dazu führen, dass bereits getroffene Entscheidungen bezüglich (Form-)Teil-Werkstoff und/oder den Zulieferteilen präzisiert werden müssen. Dies wiederum bedingt ggf. Korrekturen/Präzisierungen bezüglich der Werkzeugkonstruktion. Es handelt sich also hierbei i.d.R. um einen iterativen Prozess.

Die Definition von Anwendungsbedingungen (AWB) und den ggf. daraus resultierenden (werkstoffabhängigen) Maßänderungen sind die Grundlage der Berechnung/Transformation auf die jeweils andere Maßbezugsebene.

Maßänderungen (also vorher definierte AWB's) können:

- dem (Form)Teil
- dem jeweiligen Passungs-Bezugsteil *und/oder*
- einzelnen Maßen zugeordnet werden (z.B. für Verschleiß, Dehnung, Stauchung)

Die Funktionen der Software sind **nicht auf Kunststoffteile beschränkt**. Zumal häufig die Anwendung von Kunststoffteilen mit anderen Teilen aus anderen Werkstoffen in Kombination üblich ist (Passungen, Einlegeteile, ...). Also, **auch für Bauteile aus anderen Werkstoffen** ist die Software **uneingeschränkt nutzbar**.

Funktionen (Übersicht)

Schwerpunkte der Software sind Berechnungen zu **Maßen, Toleranzen und Passungen** von (Form-)Teilen **unter Anwendungsbedingungen** (AWB). Die Berechnungen und Konzepte **sind nicht auf Bauteile aus Kunststoff beschränkt**.

- Anwendungsbedingungen (AWB) verwalten (erstellen, bearbeiten, löschen).
- für jede Anwendungsbedingung können mehrere Maßänderungen definiert werden.
- vordefinierte Anwendungsbedingungen können projekt-übergreifend wieder verwendet werden.
- für Maßänderungen wie *Wärmedehnung, Wärmekontraktion und Quellung* sind **zusätzlich** entsprechende **Berechnungsalgorithmen** (für Kunststoffteile) nutzbar.
- Projekte/(Form-)Teile verwalten (erstellen, bearbeiten, löschen).
- ein oder mehrere (Form)Teileinzelmaße innerhalb eines Projektes erfassen und bearbeiten.
- ein oder mehrere Passungen innerhalb eines Projektes erfassen und bearbeiten.
- maßstäbliche grafische Darstellung von Passungen und Einzelmaßen inklusive deren Maßänderungen für beide Maßbezugsebenen (AWB, ABF).
- vorher definierte Anwendungsbedingungen können dem (Form-)Teil, einzelnen Maßen und/oder Passungs-Bezugsteilen individuell zugewiesen werden.
- sofortige Berechnung der Maße, Toleranzen und Passungen unter dem jeweils anderen Maßbezugssystem.
- sofortige Bewertung der Maße im Maßbezugssystem (ABF) durch die entsprechenden Software-Funktionen (nach DIN ISO 20457).
- Anwendungsbedingungen und/oder die Toleranzgruppe (DIN ISO 20457) können im Projekt einfach geändert werden und deren Auswirkungen sofort bewertet werden.
- alle Entscheidungen zu Maßen, Abmaßen, Passungs-Angaben etc. sind jederzeit änderbar. Die Auswirkungen werden sofort sichtbar.
- Drucken der Liste der verwalteten Anwendungsbedingungen mit allen Details.
- Drucken aller Details eines Projektes.
- Verwaltung der vordefinierten Anwendungsbedingungen als Datei.
- Verwaltung der Projekte/(Form)Teile in jeweils einer eigenen Datei.

Die Software enthält darüber hinaus auch **alle Funktionen** zur **DIN ISO 20457 / DIN 16742**. Diese sind

identisch zu unserer Software *PolTolerances* (3.x).

Schnelleinstieg

Die [Verwaltung/Definition von Anwendungsbedingungen](#) (AWB) und die Bearbeitung von (Form)Teilprojekten sind innerhalb der Software zunächst einmal zwei voneinander unabhängige Arbeitsschritte.

Bei der Bearbeitung der (Form)Teilprojekte werden dann die vorher definierten Anwendungsbedingungen dem (Form)Teil, den Passungs-Bezugsteilen und/oder einzelnen Maßen zugeordnet.

Die Software ist so aufgebaut, dass ein komplettes (Form)Teil (wenn dieses z.B. in der Anwendung mit Passteilen verwendet wird) bearbeitet werden kann.

Kurzanleitung:

1. Erstellen Sie ein [neues Projekt](#) mit den grundlegenden Entscheidungen/Angaben
2. nachdem das Projekt mit den grundlegenden Daten vorliegt, fügen Sie ggf. [ein Passmaß hinzu](#)
3. danach fügen Sie ggf. noch [ein unabhängiges Maß hinzu](#)

Sie können zu jeder Zeit Ihre Änderungen in Dateien speichern. Wenn noch nicht geschehen, werden Sie aufgefordert den Dateinamen und den Ablageort festzulegen.

DIN ISO 20457 / DIN 16742

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

- Sowohl die Software **PolTolerances-AC** als auch **PolTolerances (3.x)** unterstützt die direkte Tolerierung von Längenmaßen einschließlich Allgemeintoleranzen, die direkte Positionstolerierung mit zylindrischen Toleranzonen und Toleranzen für Profilformabweichungen nach o.g. Norm. Es handelt sich hierbei um Berechnungen/Betrachtungen bei Abnahmebedingungen der Formteilmfertigung (ABF).
- Detailinformationen hierzu und finden Sie in dieser Hilfe unter "[DIN ISO 20457 / DIN 16742 \(PolTolerances 3.x\)](#)".

Je nach Art des Projektes, werden Maße im Maßbezugssystem (ABF) angegeben bzw. berechnet. Wenn möglich, werden diese Maßangaben unmittelbar durch die Software-Funktionen (nach DIN ISO 20457) bewertet und die Ergebnisse angezeigt.

Bedienung

Die Software ist für alle möglichen Aufgabenstellungen zur Betrachtung von Maßen, Toleranzen und Passungen unter Anwendungsbedingungen (AWB) sowie unter Abnahmebedingungen der Fertigung (ABF) geeignet.

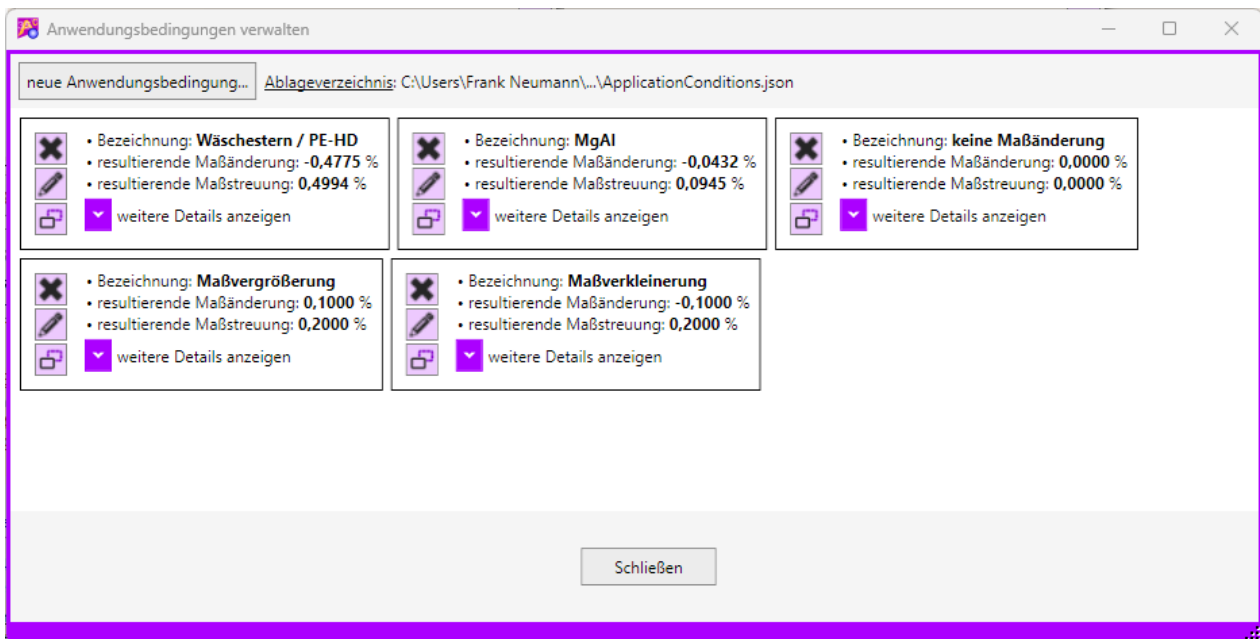
Die Funktionen der Software sind nicht auf Kunststoffteile beschränkt. Zumal häufig die Anwendung von Kunststoffteilen mit anderen Teilen aus anderen Werkstoffen in Kombination üblich ist (Passungen, Einlegeteile, ...). Die Software ist also auch für Bauteile aus anderen Werkstoffen uneingeschränkt nutzbar.

Nachfolgend werden die wichtigsten Funktionen der Bedienung beschrieben.

[Verwaltung von Anwendungsbedingungen](#)
[Projektverwaltung](#)
[Drucken/Druckvorschau](#)

Verwaltung von Anwendungsbedingungen

Zunächst müssen Anwendungsbedingungen (AWB) definiert werden, um Maße und Passungen in das jeweils andere Maßbezugssystem transformieren zu können.



Sie können u.a.:

- **neue** Anwendungsbedingungen erstellen
- eine ausgewählte AWB nachträglich **bearbeiten**
- eine ausgewählte AWB **löschen**
- eine AWB als Vorlage für eine weitere AWB **klonen**
- die Liste aller AWB's drucken

Hinweise:

- Anwendungsbedingungen sind durch ihre Bezeichnung eindeutig. D.h., Sie müssen pro erfasster AWB eine eindeutige Bezeichnung festlegen
- Die Zuordnung zu Projekten, Passteilen und/oder Maßen erfolgt über diese Bezeichnung
- Wenn Sie eine AWB einem Projekt zugewiesen haben und die AWB löschen, geht die Zuordnung im Projekt verloren. Beim nächsten Laden des Projektes wird darauf dann hingewiesen.
- die AWB's werden in einer "lesbaren" Datei gespeichert. Erstellen Sie ggf. entsprechende Kopien zur Datensicherung.
- das Ablageverzeichnis für die Datei kann über die "Einstellungen" der Anwendung geändert werden

Einleitung

Allgemeines

Sofern für die Funktion der (Kunststoff)Teile Maßänderungen zeitlich nach der Fertigung von Bedeutung sind, müssen diese bei der Festlegung der Maßlage, Maßverschiebung und Maßstreuung berücksichtigt werden.

Die Bestimmung von Maßänderungen bei Anwendungsbedingungen (AWB) erfordert die Berücksichtigung von Bedingungsparametern und Werkstoffkennwerten. Sofern die Nutzer nicht über entsprechende Eigenwerte und Erfahrungen verfügen, können sie sich eine Orientierungsgrundlage mit dem nachfolgend beschriebenen Bestimmungsschema erarbeiten. **Dabei gilt der Grundsatz, dass zu jedem Zeitpunkt der Anwendungszeit die funktional erforderliche Maßhaltigkeit zu gewährleisten ist.**

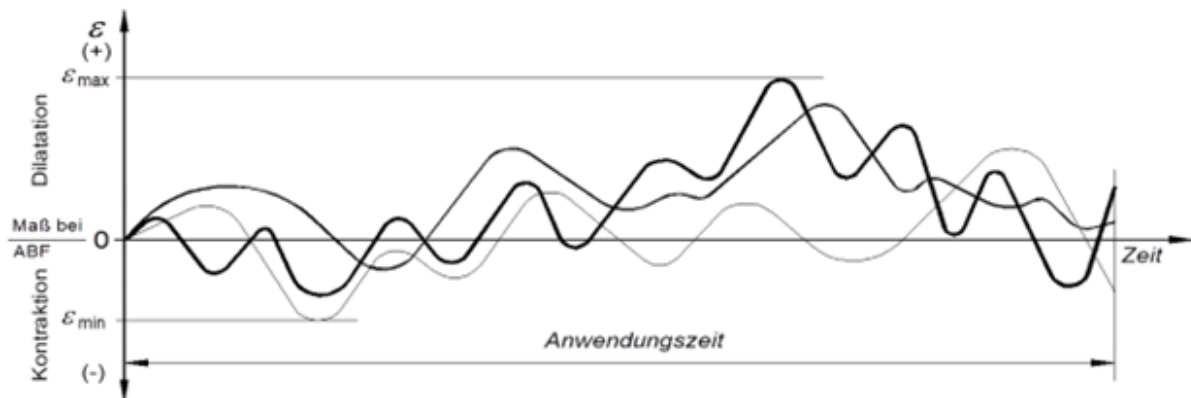
Wegen der Temperaturabhängigkeit der Kennwerte müssen ggf. Bezugstemperaturen beachtet werden. Werkstoffkennwerte können aus Datenblätter der Hersteller oder anderen Quellen entnommen

werden. Auch in der Software sind eine große Anzahl von Kunststoffhandelstypen integriert.

Die Bedingungsparameter ergeben sich durch die konkrete Anwendungsumgebung der Teile. Dazu gehören die Raumklimare, die Freiluftklimagebiete der Erde sowie spezielle Anwendungsbedingungen durch Wärmequellen (z.B. Motorwärme, Glashauseffekt, Heizwärme) und Wärmesenken (z.B. Kühlgeräte, Kühlräume).

Relative Maßänderungen nach den Abnahmebedingungen der Fertigung (ABF)

Beliebig viele und verschiedenartige Verläufe der Maßänderungen in der Anwendungszeit werden durch die Extremwerte $\epsilon_{\max}$ und $\epsilon_{\min}$ begrenzt.



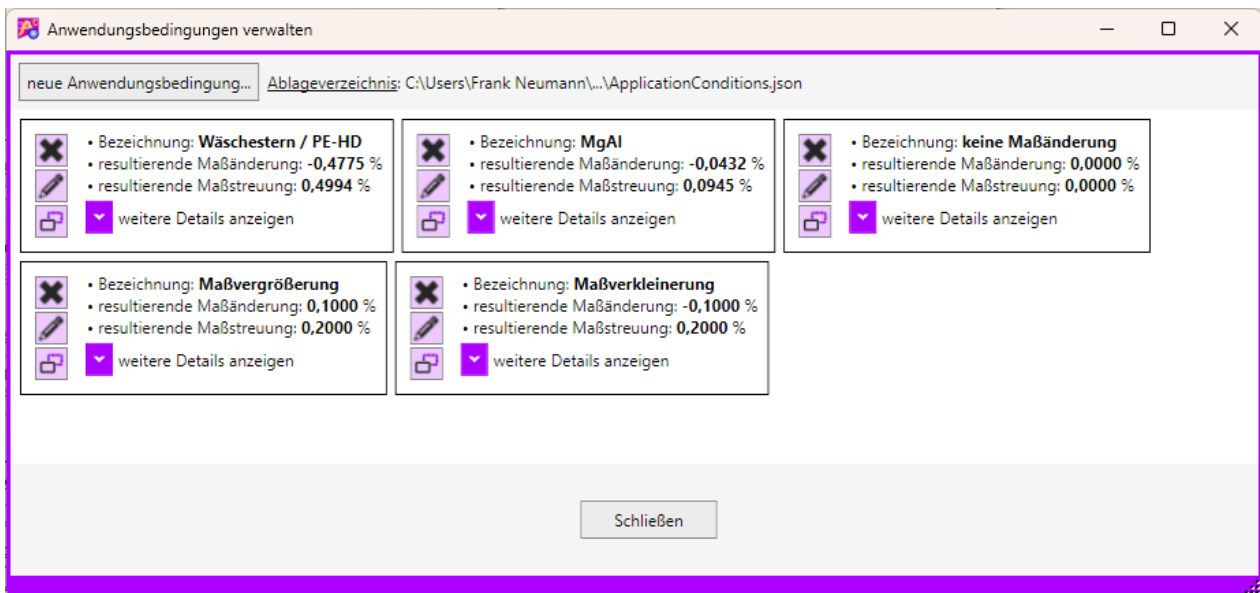
Bei Annahme von normalverteilten Verläufen wird die mittlere relative Maßverschiebung und die relative Maßstreuung berechnet.

Falls Maßänderungen durch mechanische Beanspruchungen zu beachten sind, müssen diese nach Dehnung und Stauchung differenziert werden. Desgleichen sind eventuelle Verschleißangaben durch Verschleißraten V in %, unterschieden für Innenteile (Wellen) und Außenteile (Bohrungen), zu berücksichtigen.

Berechnungs-Module als Unterstützung zur Festlegung von Anwendungsbedingungen sind in der Software integriert.

Bedienung

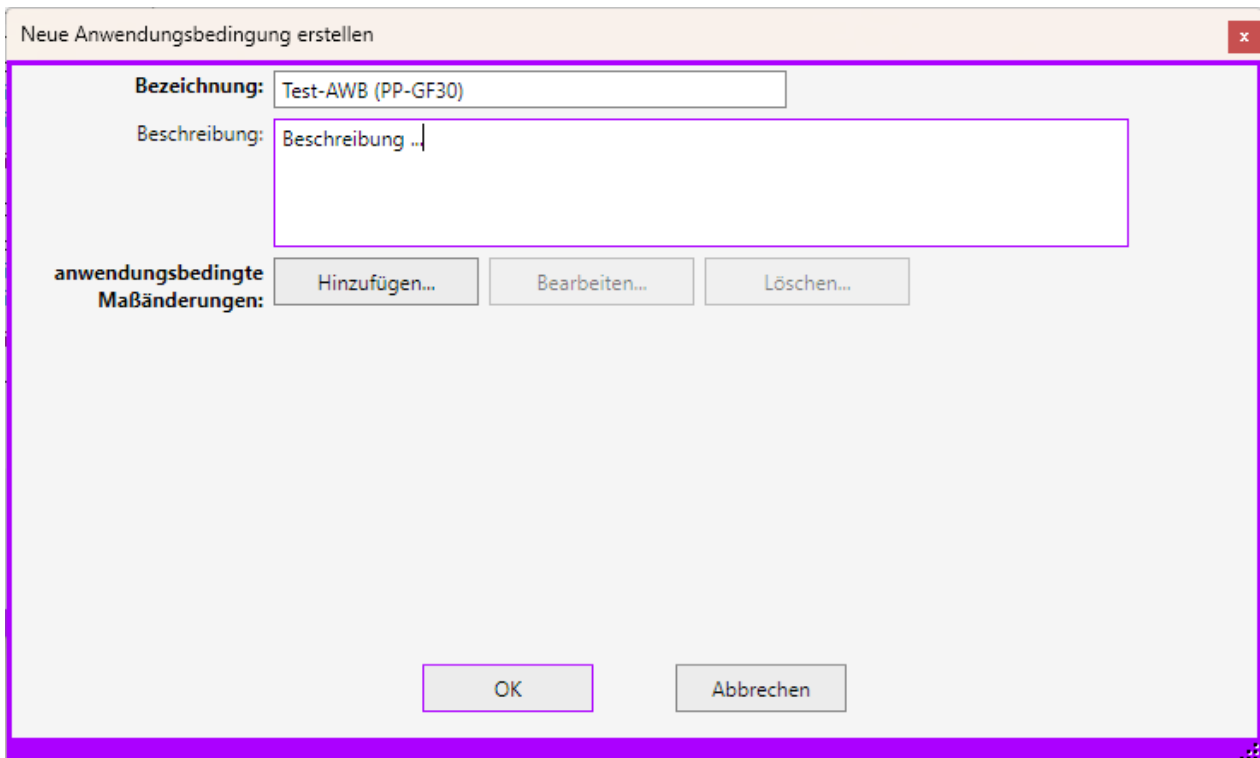
1. Wählen Sie im Modul-Hauptfenster oder im Hauptmenü "Anwendungsbedingungen" die Funktion "Verwalten..."
2. Es wird ein weiteres Fenster mit den bisher erfassten AWB's angezeigt
3. Hier können Sie nun eine neue AWB hinzufügen oder eine bestehende bearbeiten
4. Weiterhin können Sie hier auch eine AWB als Vorlage für eine andere AWB kopieren und anschließend bearbeiten



Klicken Sie oben auf [neue Anwendungsbedingung...], um eine weitere AWB zu erstellen.

siehe auch: [neue Anwendungsbedingung erstellen](#)

neue Anwendungsbedingung erstellen



1. Geben Sie die Bezeichnung der AWB ein. Diese muss eindeutig sein.
2. Optional können Sie eine Beschreibung ergänzen
3. Durch Klick auf den Schalter [Hinzufügen...], können Sie ein oder mehrere Maßänderungen erfassen
4. Wenn Sie mit der Erfassung der Maßänderungen fertig sind, klicken Sie auf [OK], um die AWB zu speichern

[Daten nachträglich ändern](#)

neues Projekt erstellen

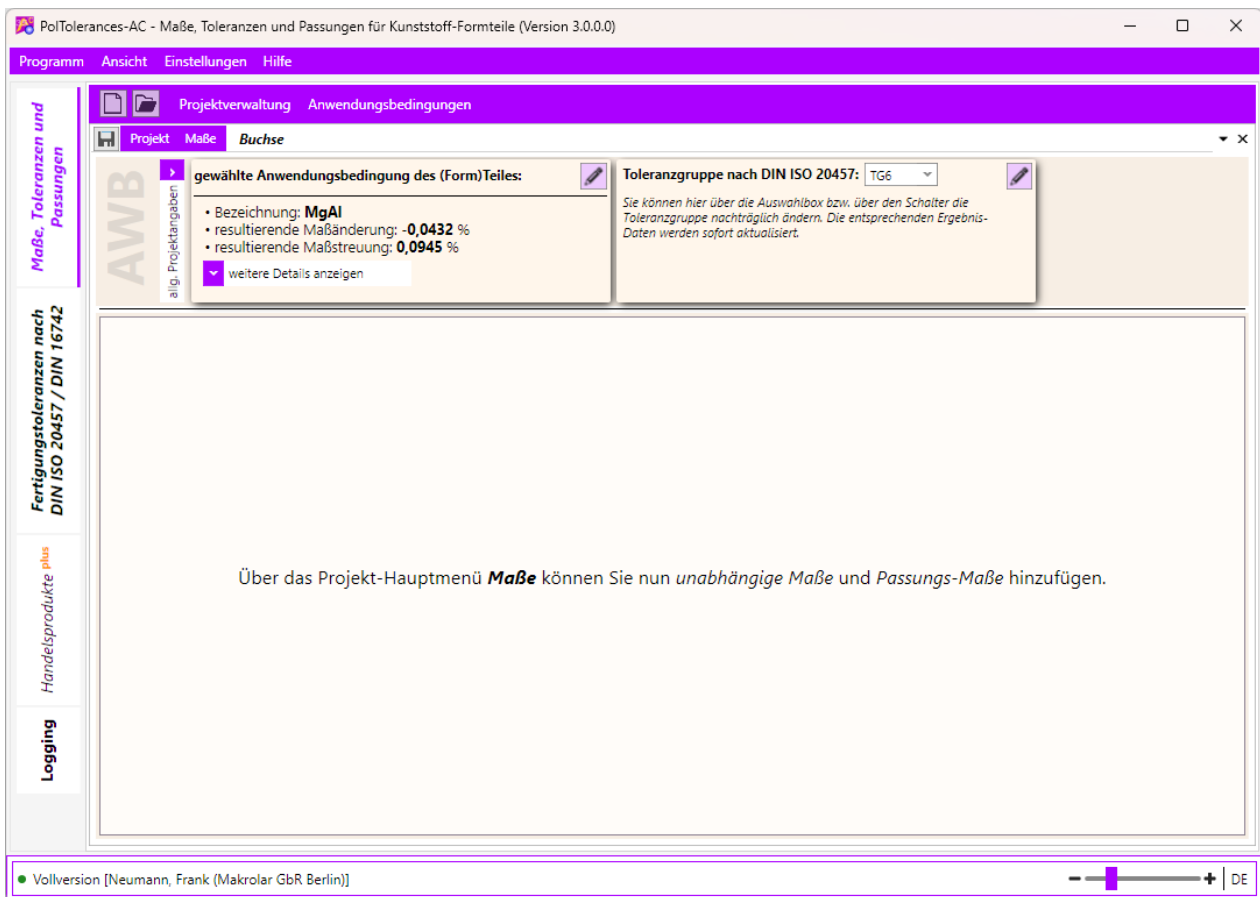
1. Wählen Sie im Hauptmenü des Software-Moduls unter Projektverwaltung den Menüpunkt "*neues Projekt...*"
2. Es wird ein Wizard-Fenster geöffnet. Folgend Sie den Anweisungen am Bildschirm.
3. Geben Sie dem Projekt einen Namen und fügen Sie optional eine Beschreibung und Angaben zum Werkstoff hinzu
4. Wählen Sie den allgemeinen Projekt-Typ aus
5. Abhängig vom Projekt-Typ muss die für das (Form)Teil bestimmende AWB und/oder die Toleranzgruppe nach DIN ISO 20457 zugeordnet werden
6. Haben Sie noch keine AWB erstellt, dann können Sie dies in diesem Kontext tun.
7. Klicken Sie am Ende auf [*Fertigstellen*]

Anschließend können [unabhängige Maße](#) und [Passungs-Maße](#) hinzugefügt werden

Erfassung/Bearbeiten von (Form)Teilmaßen

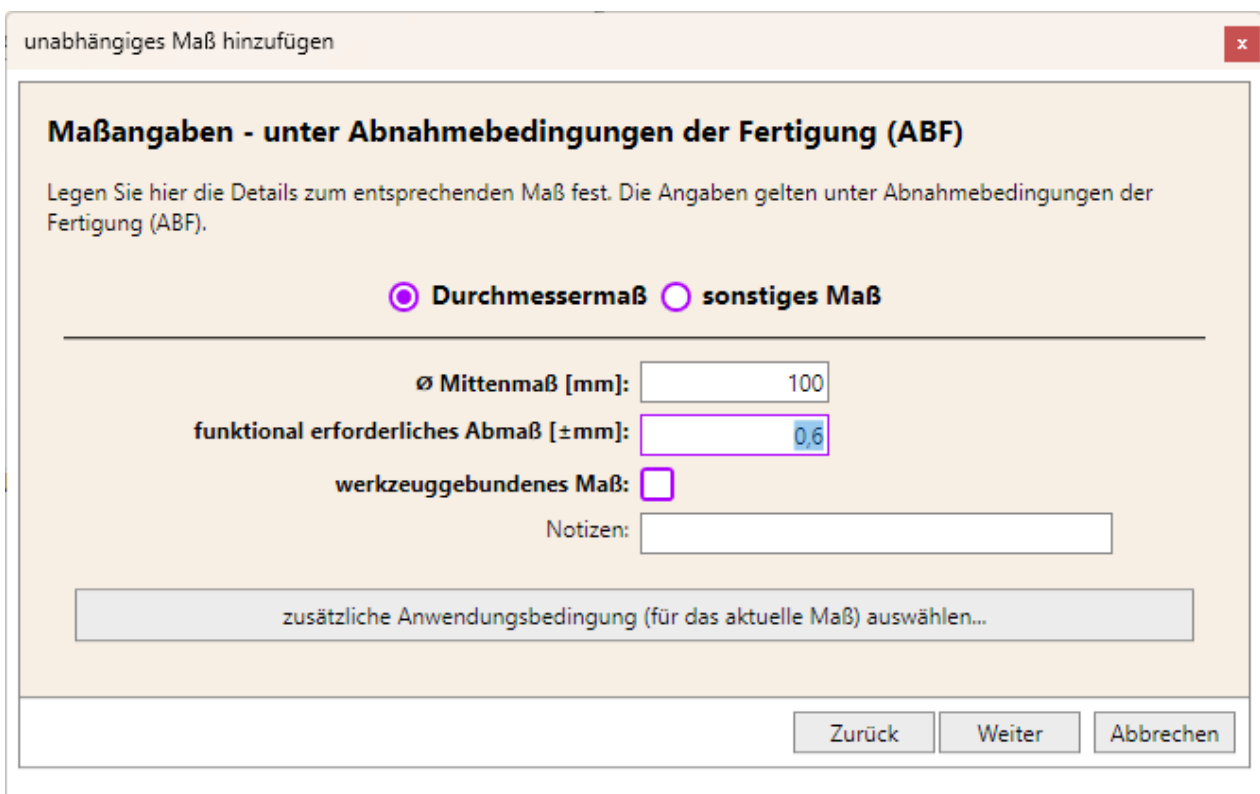
Sobald Sie ein neues Projekt erstellt haben, können mehrere unabhängige Maße und Passmaße für ein (Form)Teil erfasst und bearbeitet werden.

[unabhängige Maße](#)
[Passmaße](#)

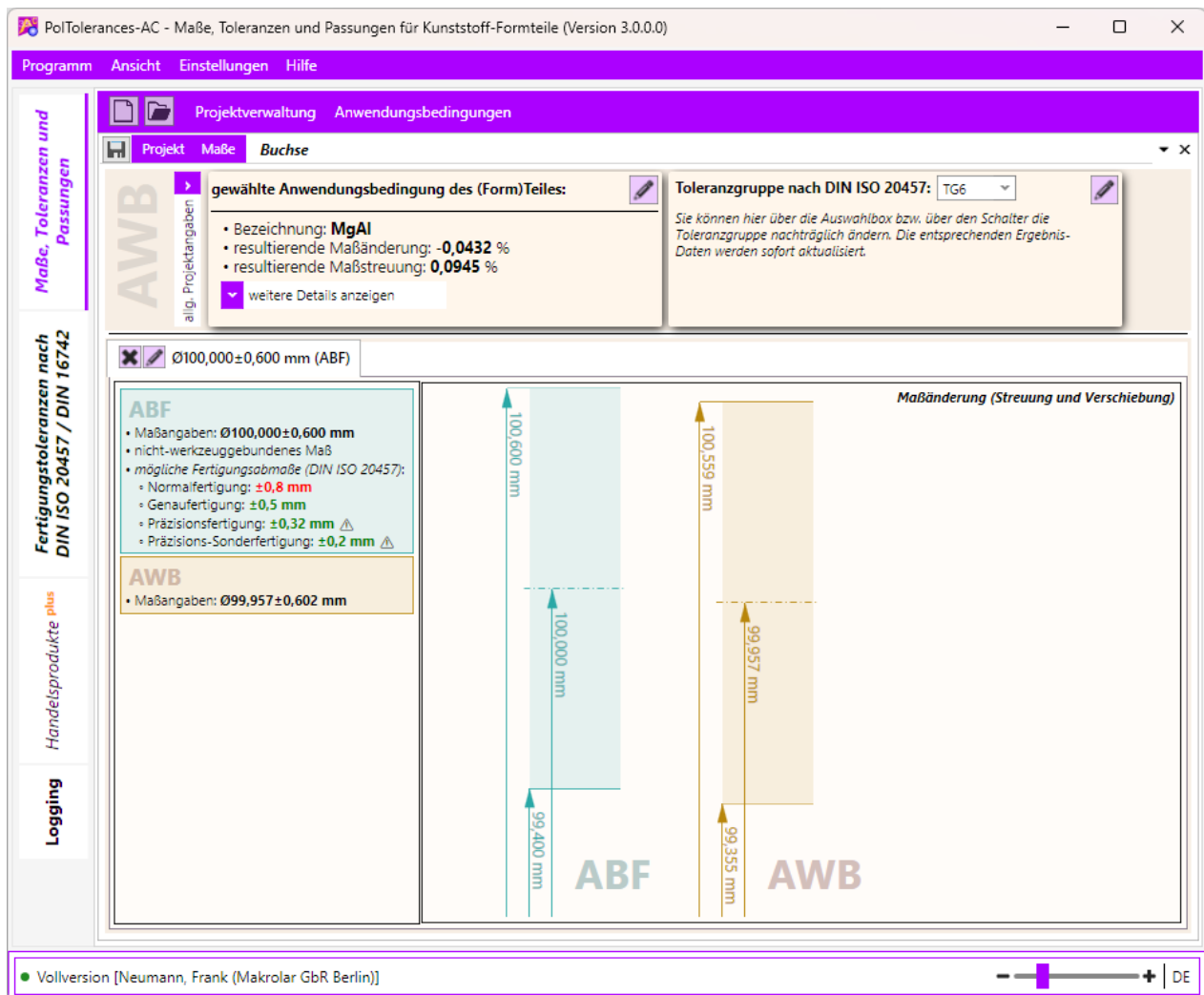


unabhängige Maße

1. Wählen Sie im Projekt-Hauptmenü den Menüpunkt "neues unabhängiges Maß..."
2. Es wird ein Wizard-Fenster geöffnet
3. Folgen Sie den Anweisungen am Bildschirm
4. Klicken Sie am Ende auf [Fertigstellen]



Das neue Maß wird als Register im Hauptfenster des Moduls hinzugefügt.



Passmaße

1. Wählen Sie im Projekt-Hauptmenü den Menüpunkt "*neues Passungs-Maß...*"
2. Es wird ein Wizard-Fenster geöffnet
3. Folgen Sie den Anweisungen am Bildschirm
4. Klicken Sie am Ende auf [*Fertigstellen*]

Zunächst die grundlegende Eingaben zum (Form)Teil und die genauen Angaben zum Passungs-Bezugsteil im gewählten Maßbezugssystem.

Passmaß

Maßangaben für (Form)Teil und Partner-Pasteil

Zunächst erfassen Sie die grundlegenden Maß-Angaben des (Form)Teils. Und Sie müssen die genauen Maßangaben zum Partner-Pasteil (Passungsbezugsteil) festlegen.

Beachten Sie: Ihre folgenden Eingaben/Entscheidungen gelten unter **Abnahme-Bedingungen der Fertigung (ABF)**.

☒ **Durchmessermaß**
☐ **sonstiges Maß**

☐ (Form)Teilmaß ist ein 'werkzeuggebundenes' Maß

Partner-Pasteil (Passungsbezugsteil für das Passungssystem)

$\varnothing$ Mittenmaß [mm]:

funktional erforderliches Abmaß [$\pm$ mm]:

Notizen:

☐ das Partner-Pasteil ist der umschließende Teil der Passung

 Passungs-System: **Einheitswelle (EW)**

Zurück

Weiter

Abbrechen

Anschließend folgen die Eingaben zur Passung. Die resultierenden Maßangaben des (Form)Teils werden berechnet und angezeigt.

Passmaß

Art und Dimensionierung der Passung

Geben Sie an, ob es sich um eine Spiel- oder Press-Passung handelt. Definieren Sie Größt- und Kleinst-Spiel bzw. Größt- und Kleinst-Übermaß.

☒ Spiel-Passung
 ☐ Press-Passung

Höchstspiel (Größtspiel) [mm]:

Mindestspiel (Kleinstspiel) [mm]:

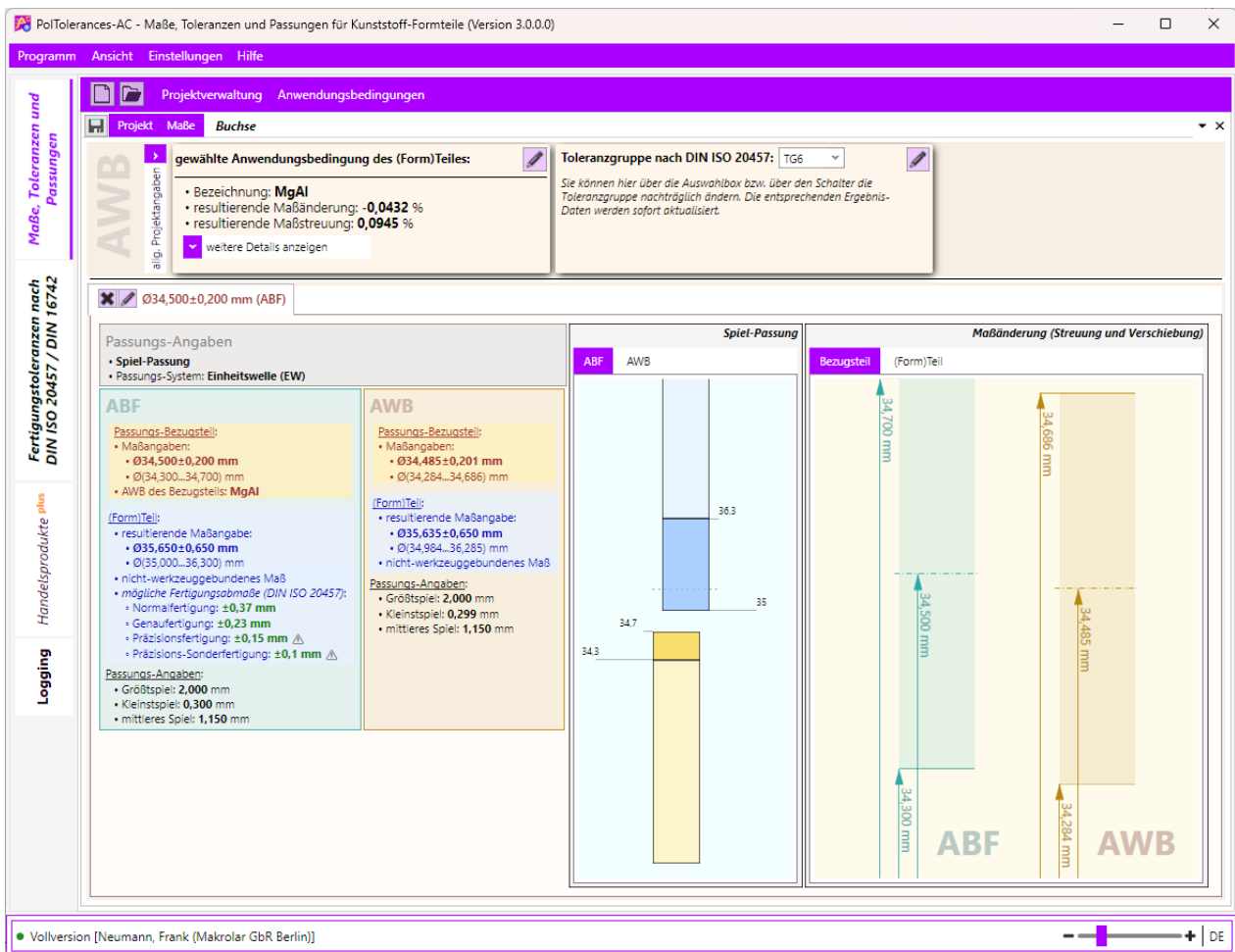
mittleres Spiel [mm]:

Maßangaben (Passungs-Bezugsteil):

resultierende Maßangaben: Ø35,650±0,650 mm

Zurück
Weiter
Abbrechen

Das neue Passmaß wird als Register im Hauptfenster des Moduls hinzugefügt.



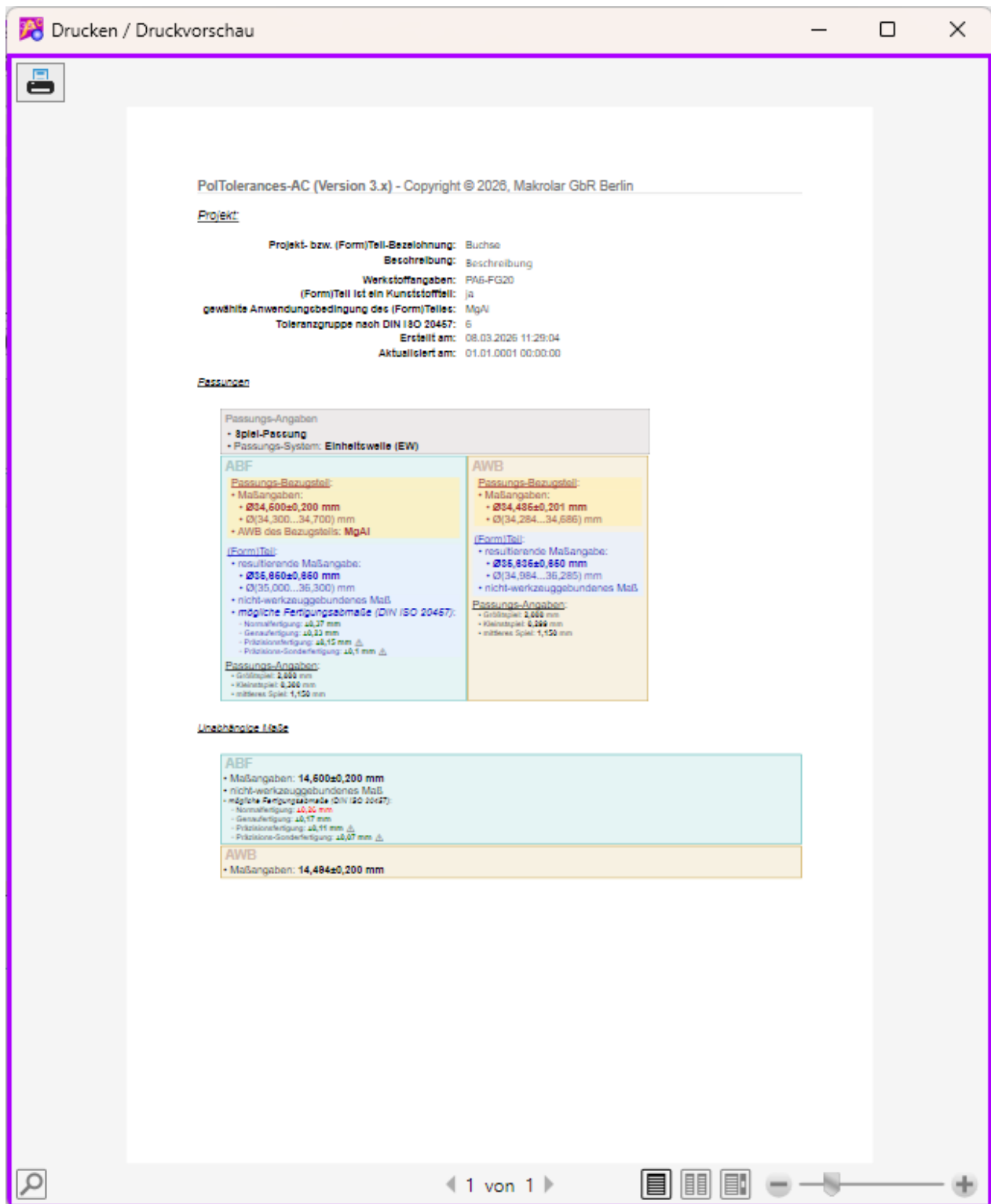
Daten nachträglich ändern

Nach Erstellung eines Projektes können die folgenden Daten nachträglich verändert werden. Unmittelbar nach Änderung der Daten werden - wenn möglich - alle Ergebnisse sofort aktualisiert und angezeigt.

- Anwendungsbedingung für das Projekt
- Toleranzgruppe (DIN ISO 20457) für das Projekt
- unabhängige Maße
 - Mittenmaß und Abmaß
 - maßbezogene AWB
- Passmaße
 - Mittenmaß und Abmaß des Passungs-Bezugsteiles
 - AWB des Passungs-Bezugsteiles
 - Größt-/Kleinst-Spiel bzw. Größt-/Kleinst-Übermaß
- Projektbezeichnung
- Projektbeschreibung (optional)
- Projektwerkstoffangaben (optional)

Drucken/Druckvorschau

Jedes Projekt kann einzeln ausgedruckt werden. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, alle erfassten Anwendungsbedingungen einschließlich aller Detailinformationen auszudrucken. Für beide Optionen steht jeweils eine Druckvorschau zur Verfügung.



DIN ISO 20457 / DIN 16742 (PolTolerances 3.x)

Mit der Software **PolTolerances-AC** haben Sie auch **alle Funktionen der Software PolTolerances 3.x** mit erworben.

In den nachfolgenden Abschnitten finden Sie die Software-Beschreibung von **PolTolerances 3.x**.

Im Bild ist die Hauptansicht des Software-Modules "Fertigungstoleranzen nach DIN ISO 20547/DIN 16742" zu sehen.

PolTolerances-AC - Maße, Toleranzen und Passungen für Kunststoff-Formteile (Version 2.0.0.4)

Programm Ansicht Einstellungen Hilfe

Projekt-Verwaltung Extras Einstellungen

Projekt / Formteil bearbeiten Projekt-Verwaltung Toleranz-Werte-Tabellen Verarbeitungs-Schwindungsbereiche

Fertigungstoleranzen nach DIN ISO 20457

☒ Punktbewertung ☐ Zuordnungshilfe(n) ☒ Genaufertigung

Fertigungsverfahren:

- ☐ Spritzgießen
- ☐ Spritzprägen
- ☐ Spritzpressen
- ☐ Formpressen
- ☒ Fließpressen
- ☐ Rotationsformen

Formstoffsteifigkeit und -härte:

- ☐ E-Modul >1200 N/mm² bzw. Shore D >75
- ☒ E-Modul >30...1200 N/mm² bzw. Shore D >35...75
- ☐ E-Modul 3...30 N/mm² bzw. Shore A (IRHD) 50...90
- ☐ E-Modul <3 N/mm² bzw. Shore A (IRHD) <50

Verarbeitungsschwindigkeit (Rechenwert):

- ☒ < 0,5%
- ☐ 0,5% ... 1%
- ☐ > 1% ... 2%
- ☐ > 2%

Geometrie- und verfahrensbedingte Schwindungsunterschiede:
(bezogen auf den Rechenwert der Verarbeitungsschwindigkeit)

- ☒ genau möglich mit Abweichung $\leq \pm 10\%$
- ☐ bedingt genau möglich mit Abweichung $\leq \pm 20\%$

Allgemeintoleranzen für Längenmaße: - Toleranzgruppe **IG5**

Direkte Positionstolerierung mit zylindrischen Toleranzzonen Toleranzen für Profilformabweichungen

Tolerierung von Längenmaßen (Größenmaße)

	Nenngrößenmaß [mm]	Wanddickenmaß	werkzeuggebunden	gew. Toleranzreihe Normalfertigung	mögl. Fertigungsmaß [±mm]	ve
✕	5	☐	☐	Normalfertigung	0,11	ne
✕	6	☐	☐	Normalfertigung	0,11	ne
✕	7	☐	☐	Normalfertigung	0,14	ne
✕	9	☐	☐	Normalfertigung	0,14	ne
✕	10	☐	☐	Normalfertigung	0,14	ne
✕	20	☐	☐	Normalfertigung	0,2	ne
✕	40	☐	☐	Normalfertigung	0,23	ne
✕		☐	☐			

Benutzer: Neumann, Frank Nutzung: 21.03.2020...01.07.2021 plus

PolTolerances - Einleitung

Tolerierung von Kunststoff-Formteilen (nach ISO 20457/DIN 16742)

Für den Hersteller von Kunststoff-Formteilen sowie für den Abnehmer ist es wichtig, sinnvolle Maßtoleranzen zu vereinbaren. Zu hohe Genauigkeitsforderungen führen zu hohen Kosten u.a. für Werkzeuge, in der Formteil-Herstellung und damit verbunden in der Qualitätssicherung. Die Maß-, Form- und Lageabweichungen bei der Anwendung und Fertigung von Kunststoff-Formteilen können nicht mit denen von Metallteilen verglichen werden, da sich die Eigenschaften von Kunststoffen und Metallen bei Anwendung und Fertigung u.U. erheblich unterscheiden. Um bereits bei der Formteilentwicklung die technisch machbaren Genauigkeiten zu berücksichtigen, empfiehlt sich die Anwendung der neuen ISO 20457/DIN 16742.

Schnelleinstieg

Das Hauptfenster der Software ...

Der nachfolgende Ablauf ist ein Vorschlag. Die Reihenfolge Ihrer Eingaben/Entscheidungen spielt nur eine untergeordnete Rolle. Ergebnisse werden sofort angezeigt bzw. aktualisiert, wenn alle erforderlichen Eingaben und Entscheidungen vorliegen.

1. Geben Sie an, welche Toleranzwerte für die Berechnung verwendet werden sollen. Sie können zwischen **"ISO 20457"** und **"DIN 16742"** wählen (Menü *Einstellungen*).
2. Legen Sie die Bewertungsmethode zur Bestimmung der Toleranzgruppe fest. Sie können in der Software zwischen **"Punktbewertung"** und **"Zuordnungshilfe(n)"** wählen
3. Treffen Sie alle erforderlichen Eingaben und Entscheidungen zur gewählten Bewertungsmethode
4. Erfassen Sie die zu tolerierenden Formteilmaße in den entsprechenden Listen **"Tolerierung von Längenmaßen"**, **"Toleranzen für Profilformabweichungen"** bzw. **"Direkte Positionstolerierung mit zylindrischen Toleranzzonen"**.
5. Optional können Sie pro Nennmaß ein erforderliches Funktionsabmaß/eine erforderliche Toleranz zusätzlich angeben. Diese(s) wird dann mit dem möglichen Fertigungsabmaß/der möglichen Toleranz automatisch verglichen
6. Speichern Sie ggf. Ihre Eingaben und Entscheidungen in einer Datei ab. Wir empfehlen Ihnen pro Formteil eine entsprechende Datei anzulegen.

Anwendungs- und Entscheidungshilfen

1. [Tolerierungsgrundsätze und -empfehlungen](#)

2. [Anwendungsbereich](#)
3. [Definitionsgleichungen zur Verarbeitungsschwindung](#)
4. [Ursachen und Einflussfaktoren auf die Verarbeitungsschwindung \(VS\) nicht poröser Kunststoffe](#)
5. [Werkzeugbindung der Formteilmaße](#)
6. [Prüfung und Gliederung des Steifigkeits- bzw. Härteniveaus von Polymeren ohne Feststoffzusätze](#)
7. [Hinweise zur verfahrens- und formmasseabhängigen Einstufung der Toleranzgruppen](#)
8. [Nennmaßdefinitionen](#)
9. [Maßbezugsebenen, Maßänderungsursachen und Formteilabnahmebedingungen](#)
10. [Hinweise zur Einstufung der Toleranzreihen](#)

Tolerierungsgrundsätze und -empfehlungen

- Es gilt der Grundsatz der Unabhängigkeit nach DIN EN ISO 8015. Abweichungen von diesem Prinzip (z. B. Hüllbedingung) müssen zwischen den Vertragspartnern vereinbart werden.
- Formteilzeichnungen bzw. CAD-Datensätze entsprechen der Nenngeometrie. Die Toleranzen werden symmetrisch zur Nenngeometrie als Grenzabmaße angegeben. Asymmetrische Toleranzen an Größenmaßen (z.B. Passmaße) müssen durch formale Nennmaßmodifizierung auf Toleranzmittenmaß in eine symmetrische Toleranzfeldlage umgewandelt werden: $100_{-0,6}$ → $99,7 \pm 0,3$.
- Die Verifikation des Formteils bezüglich Qualitätssicherung ist eindeutig festzulegen. Insbesondere bei nicht formstabilen Teilen ist das Messkonzept von besonderer Bedeutung, siehe auch DIN ISO 10579.
- Wenn nichts anderes vereinbart wurde, dürfen Formteile bei Nichteinhaltung der Allgemeintoleranzen nicht automatisch zurückgewiesen werden, sofern die Funktion nicht beeinträchtigt wird.
- Konstruktiv vorgegebene Neigungsmaßdifferenzen durch Entformungsschrägen sind nicht Bestandteil von Maßtoleranzen sowie von Form- und Lageabweichungen. In der Spezifikation müssen für Funktionsmaße an geeigneten Flächen Messpunkte festgelegt werden, um Zweipunktmaße zu definieren.
- Zur Spezifikation von Radien müssen mindestens 90° des Kreissegments als messbare Kontur vorhanden sein. Die Tolerierung von Radien kann alternativ durch Profilformtoleranzen erfolgen.
- Freiformflächen sind mit einer Profilformtoleranz zu spezifizieren. Die Verifikation ist abzustimmen.
- Direkt tolerierte Winkel und Kanten sind vereinbarungspflichtig. Alle nicht direkt tolerierten Winkel und Kanten sind bei der Verifikation zu vernachlässigen.
- Trenngrat, Werkzeugversatz und deren Kombination sind bezüglich der Lage der Trennlinien zwischen Abnehmer und Hersteller der Formteile zu vereinbaren.

- Hinsichtlich der Toleranzanalyse von Maßketten ist zu beachten, dass die üblichen Verfahren den starren Körper voraussetzen. Für Kunststoff-Formteile ist wegen der geringen Formstoffsteifigkeit und des Verzugs diese Bedingung meist nicht hinreichend erfüllt.

Anwendungsbereich

ISO 20457/DIN 16742 dient zur Festlegung fertigungstechnisch möglicher Toleranzen (Fertigungstoleranzen) und zum Vergleich mit Funktionstoleranzen, um die Erreichbarkeit einer konstruktiv erforderlichen Maßgenauigkeit zu überprüfen.

Erfasste Toleranzen: Grenzabmaße für Größenmaße (Zweipunktmaße) als indirekte Tolerierung (Allgemeintoleranzen) und als direkte Tolerierung (Abmaßangabe am Nenngößenmaß).

Zur Tolerierung von Form- und Lageabweichungen mit Profilformtoleranzen als Allgemeintoleranzen und Positionstoleranzen für die direkte Tolerierung durch zylindrische Toleranzonen.

Verfahrenstechnische Grundlagen: 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 der vorstehend benannten Verfahren ist eine sinngemäße Anwendung der Norm nach Vereinbarung mit dem Formteilhersteller möglich.

Normativ nicht erfasst: Poröse Formstoffe (z. B. Schaumstoffe) sowie andere Verarbeitungs- und Bearbeitungsverfahren. Gleiches gilt auch für Verfahrenskombinationen aus Urform- und Umformverfahren (z. B. Spritzgießblasen, Spritzgießstreckformen).

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

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

Definitionsgleichungen zur Verarbeitungsschwindung

Gleichungen	Erläuterungen
$VS = \left(1 - \frac{L_F}{L_W} \right) \cdot 100 [\%]$	VS Verarbeitungsschwindung L_F Formteilmaß L_W Werkzeugkonturmaß
$\Delta VS = VS_{\perp} - VS_{\parallel} $	ΔVS Absolutwert der VS-Differenz infolge Schwindungsanisotropie $VS_{\perp}$ VS quer zur Schmelzfließrichtung $VS_{\parallel}$ VS parallel zur Schmelzfließrichtung
$\Delta S = VS_{\max} - VS_{\min}$	ΔS Streubereich (Schwindungsschwankung) der VS $VS_{\max}, VS_{\min}$ Extremwerte der VS durch die jeweiligen Einflussbedingungen
$VS_R = 0,5 (VS_{\max} + VS_{\min})$	VS_R Rechenwert der VS, Mittelwert aus $VS_{\max}$ und $VS_{\min}$

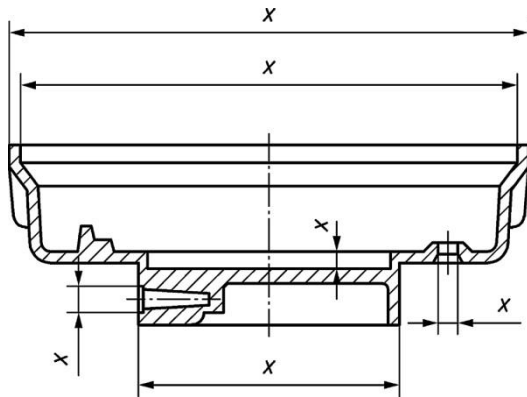
Ursachen und Einflussfaktoren auf die VS nicht poröser Kunststoffe

Ursachen	Einfluss auf die Verarbeitungsschwindung	
	verringend	erhöhend
Dichtezunahme infolge thermischer Kontraktion durch Abkühlung von Entformungstemperatur auf Raumtemperatur und der Verdichtung durch Druckeinwirkung	- hoher wirksamer Druck auf Formmasse und Kontur bis zum Entformen (Nachdruck) - geringe Entformungstemperatur (lange Kühlzeit u./o. geringe Konturtemperatur) - geringer Wärmeausdehnungskoeffizient (hartelastische Polymere)	- geringer bzw. vorzeitig zurück- genommener Nachdruck bis zum Entformen - hohe Entformungstemperatur (kurze Kühlzeit u./o. hohe Konturtemperatur) - großer Wärmeausdehnungskoeffizient (weich- bzw. gummielastische Polymere)
Dichtezunahme infolge thermodynamisch bedingter Strukturordnungsprozesse (Kristallisation; Gelierung)	- amorphe Polymere - geringer Kristallinitätsgrad teilkristalliner Polymere durch schnelles Erstarren (Unterkühlung infolge geringer Konturtemperatur u./o. dünnwandiger Teile) - hoher Geliertgrad weichmacherhaltiger Polymere	- teilkristalline Polymere - hoher Kristallinitätsgrad durch langsames Erstarren (hohe Konturtemperatur u./o. dickwandige Teile) sowie durch verbesserte Keimbildung (Nukleierungszusätze) - geringer Geliertgrad weichmacherhaltiger Polymere
Dichtezunahme infolge molekularer Aufbau- und Vernetzungsprozesse (Härtung; Vulkanisation; Polyreaktion)	- hoher Vernetzungsgrad und dadurch geringerer Wärmeausdehnungskoeffizient (lange Härte- bzw. Vulkanisationszeit u./o. hohe Massetemperatur) - stofflich weitgehend vorgebildete bzw. vorvernetzte Formmassen (z.B. Prepolymere)	- geringer Vernetzungsgrad und dadurch höherer Wärmeausdehnungskoeffizient (kurze Härte- bzw. Vulkanisationszeit u./o. geringe Massetemperatur) - unvernetzte Vorprodukte (Oligomere) bzw. Monomere als Formmassen
Steifigkeits- bzw. Härteveränderung durch Zusatzstoffe (z. B. Füll- und Verstärkungsstoffe; Weichmacher)	- Zusatzstoffe mit geringem Wärmeausdehnungskoeffizient (z. B. anorganische Füll- u. Verstärkungsstoffe) - keine bzw. geringe Weichmacherzusätze	- Zusatzstoffe mit hohem Wärmeausdehnungskoeffizient (z.B. organische Füll- und Verstärkungsstoffe) - Weichmacherzusätze

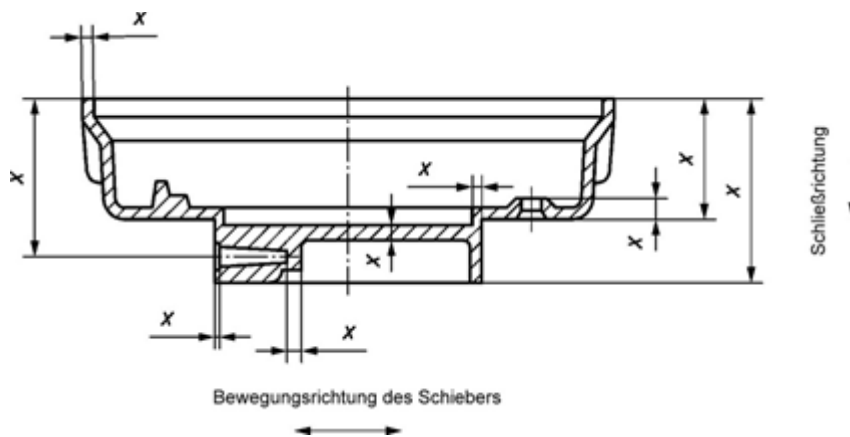
Werkzeugbindung der Formteilmaße

Unterschiedliche Deformationen und Lageabweichungen von Werkzeugteilen infolge Druckbeanspruchung werden durch die Unterscheidung von werkzeuggebundenen und nicht werkzeuggebundenen Formteilmaßen erfasst. Werkzeuggebundene Maße sind Maße im gleichen Werkzeugteil, während nicht werkzeuggebundene Maße durch das Zusammenwirken unterschiedlicher Werkzeugteile entstehen und dadurch tendenziell größere Maßstreuungen

bewirken. Neben der Steifigkeit der Werkzeugkonstruktion haben dabei die Verarbeitungsbedingungen einen bedeutsamen Einfluss. Für die grafische Demonstration entsprechender Maße (x) wurde eine entsprechende Darstellung aus DIN 16742 übernommen.



Werkzeuggebundene Maße



Nicht werkzeuggebundene Maße

Prüfung und Gliederung des Steifigkeits- bzw. Härteniveaus von Polymeren ohne Feststoffzusätze

Härtegrad	E in N/mm ²	Shorehärte	IRHD	Polymere
hart	> 5000 bis 20000	—	—	LCP (selbstverstärkende Molekülanisotropie)
	> 1200 bis 5000	>75 D	—	Zähnharte bis sprödharte Thermoplaste, Duroplaste Hartgummi
halbhart	> 300 bis 1200	> 60 bis 75 D	—	Elastomerähnliche (weichelastische) Thermoplaste, thermoplastische Elastomere und Gummi mit unterschiedlichen Härtegradabstufungen
	> 30 bis 300	> 35 bis 60 D	—	
weich	3 bis 30	50 bis 90 A	50 bis 90	
sehr weich	< 3	< 50 A	< 50	
E: Ursprungs-E-Modul aus der Kurzzeitzugprüfung nach				Alle Prüfungen werden bei 23 °C und mit

DIN EN ISO 527 Shorehärte: Eindringhärte nach DIN EN ISO 868 (Verfahren A und D) IRHD: Internationaler Gummihärtegrad (Kugeldruckhärte) nach DIN EN ISO 48	normalkonditionierten Prüfkörpern durchgeführt.
– Stahl zum Vergleich: $E = 200\,000\text{ N/mm}^2$ – Gefüllte bzw. verstärkte Polymere können mit ihrem E-Modul zugeordnet werden.	

Hinweise zur verfahrens- und formmasseabhängigen Einstufung der Toleranzgruppen

- Zur Verfahrenseinstufung ist nur festzustellen, dass „Spritzverfahren“ eine größere Fertigungsgenauigkeit als Pressverfahren ermöglichen.
- Die Einstufung der Formstoffsteifigkeit und –härte ist unproblematisch, da entsprechende Daten immer verfügbar sind (Formmassehersteller, Datenbanken). Bei grenzüberschreitenden Daten liegt deren Einordnung im Ermessen des Nutzers.
- Die Einstufung des voraussichtlichen Rechenwertes der Verarbeitungsschwindung sollte mit dem Formteilhersteller abgestimmt werden, sofern keine eigenen Erfahrungen vorliegen. Eine ausführliche Zusammenstellung von Richtwerten ist im Programm als Orientierungshilfe verfügbar.
- Die Einschätzung der voraussichtlichen Schwindungsschwankungen ist infolge vieler Einflussfaktoren u. U. problematisch. Hier ist vom Formteilhersteller die effektivste Hilfe zu erwarten. Im Zweifelsfall sollte „nur ungenau möglich“ eingegeben werden, um danach ggf. die weitere Bearbeitung durch eine genauere Toleranzreihe ins Auge zu fassen. In der ISO 20457/DIN 16742 sind für die Einstufung folgende Hilfen vorgegeben:
 1. **Genau möglich:** Rechenwerte der VS sind bekannt, z. B. aus Erfahrungen, systematischen Messungen, Computersimulationen. Schwindungsanisotropie ist bedeutungslos oder kann in der jeweiligen Maßrichtung hinreichend genau berücksichtigt werden. Mögliche Abweichungen vom Rechenwert betragen max. $\pm 10\%$.
 2. **Bedingt genau möglich:** Rechenwerte sind in Bereichen max. bis $\pm 20\%$ bekannt.
 3. **Nur ungenau möglich:** Rechenwerte der VS sind nur als grobe Richtwertbereiche bekannt. Schwindungsanisotropie kann nicht oder nur ungenügend berücksichtigt werden. Praktische Erfahrungen zum Abschätzen relevanter Rechenwerte sind nicht vorhanden. Mögliche Abweichungen vom Rechenwert liegen über $\pm 20\%$.

In Abstimmung mit den Anwendern des Rotationsformens von Thermoplasten wurde für dieses Verfahren die Toleranzgruppe TG9 normativ festgelegt.

Bei Mehrkomponententeilen muss für jedes Material die Toleranzgruppe ermittelt und als separate Allgometoleranz angegeben werden (z. B. harte Komponente nach TG5, weiche Komponente nach TG7). Bei materialübergreifenden Größenmaßen ist das ungenauere Material Grundlage der Toleranzfestlegung.

Nennmaßdefinitionen

Nenngrößenmaße (Längenmaße, Zweipunktmaße) für Grenzabmaße nach Tabelle 2 der ISO 20457/DIN 16742 sind Toleranzmittenmaße für Zeichnungen und CAD-Datensätzen.

D_P-Maße (Abstandsmaße) nach ISO 20457/DIN 16742 sind Nennmaße für Positionstoleranzen nach Tabelle 9 und für Profilformtoleranzen nach Tabelle 10 mit folgender Definition:

„Ein Bauteil kann ein oder mehrere Bezugssysteme haben. Zur Bestimmung der Profilform- und Positionstoleranz ist die weiteste Entfernung des tolerierten Elements zum Ursprung des bei der Profilform- und Positionstolerierung verwendeten Bezugssystems (D_P-Maß) zu verwenden. Dies muss nicht mit dem Koordinatensystem vom Bauteil bzw. aus dem Zusammenbau übereinstimmen.“

In ISO 20457/DIN 16742 ist dazu im Anhang G ein Beispiel für Positionstolerierung angegeben.

Zur Tolerierung des Abstandes paralleler Flächen, die sich nicht direkt gegenüberstehen, sondern zueinander versetzt angeordnet sind, ist als Nenngrößenmaß das D_P-Maß für Grenzabmaße nach Tabelle 9 der ISO 20457/DIN 16742 vorgesehen. Weiterhin gilt:

- Nennmaße unter 1 mm und über 1000 mm sind vereinbarungspflichtig.
- Für Allgemeintoleranzen gelten ausschließlich die Grenzabmaße für nicht werkzeuggebundene Formteilmaße.
- Grenzabmaße für Wanddicken sind vereinbarungspflichtig.
- Allgemeintoleranzen sind in den Konstruktionsdokumentationen wie folgt anzugeben: Beispiel: DIN 16742 – TG6.

Maßbezugsebenen, Maßänderungsursachen und Formteilabnahmebedingungen

Die Maßstreuungen bei Anwendung und Fertigung der Kunststoff-Formteile erfordert die Berücksichtigung von drei eng verbundener Maßbezugsebenen: **Teileanwendung**, **Teilefertigung**, **Werkzeugfertigung**. Für die Maßbezugsebenen sind unterschiedliche physikalische Kausalitätsbeziehungen zu beachten und systematisch zusammenzuführen, wobei der Konstruktionsentwurf gedanklich entgegengesetzt zur Richtung der Maßentstehung zu bearbeiten ist. Das Prinzip unterschiedlicher Maßbezugsebenen ist auch in der DIN 16742 (Anlage A) eindeutig erklärt.

In Bild 1 sind die Maßgrößen und Maßbeziehungen hinsichtlich Lage (Toleranzmittenmaß C), Verschiebung (Maßverschiebung Δl), und Streuung (Toleranz T) für die Maßbezugsebenen angegeben. Die Richtung der Maßverschiebung wird durch Vorzeichen berücksichtigt.

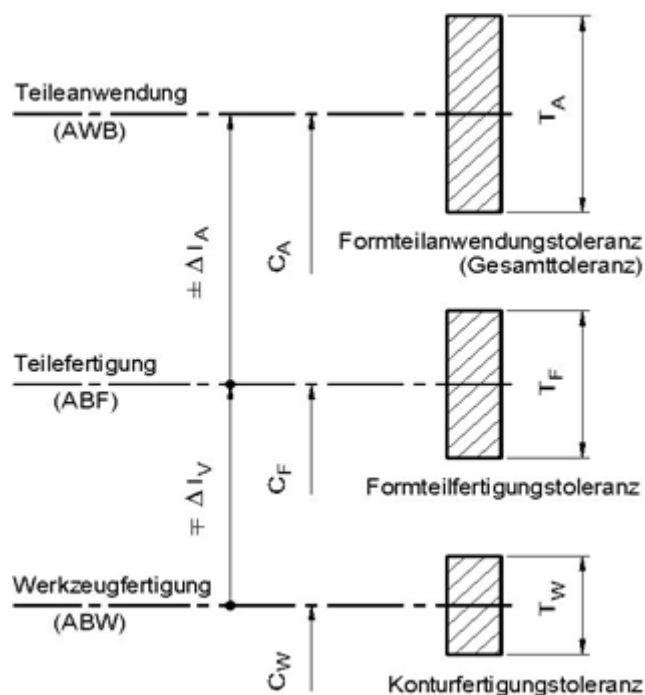


Bild 1 Maßbezugsebenen für Anwendung und Fertigung von Kunststoffteilen

Anwendungsbedingungen (AWB): Alle Nutzungs- und Lagerungsbedingungen der Teile während des Anwendungszeitraumes nach der Fertigung, sofern sie sich auf die Maßhaltigkeit und Funktionserfüllung der Erzeugnisse auswirken.

Erfolgt Montage bzw. Komplettierung der Einzelteile zu Baugruppen erst in längeren Zeiträumen nach der Teilefertigung, so sind die Teilelagerungs- und Komplettierungsbedingungen u.U. als Sonderfall der AWB zu behandeln. Für weiche oder gummiartige Formstoffe kann der Einfluss der AWB relativ häufig vernachlässigt werden. Desgleichen bei Baugruppen aus völlig gleichen Werkstoffen. In jedem Einzelfall sind die AWB aber situations- und funktionsabhängig zu bestimmen. Für den Formteilanwender ist die Erfassung der betriebsspezifischen AWB und deren Einfluss auf die Maßhaltigkeit ein nützliches Rationalisierungsmittel. Eine generelle Zusammenstellung oder Normierung aller AWB ist wegen der Vielzahl und Komplexität der Einflüsse nicht möglich.

Verursachungsfaktoren der anwendungsbedingten Maßänderung: Alle relevanten Faktoren sind in Gruppen nachstehend zusammengefasst:

- Klimaeinwirkungen durch Umgebungstemperaturen, Luftfeuchtigkeit, Niederschläge und Sonneneinstrahlung,
- Nutzungsbedingte Energieeinwirkungen durch Wärmequellen und energiereiche Strahlung,
- Diffusionskontakt mit Dämpfen und Flüssigkeiten sowie Migrationskontakt mit Feststoffen,
- Werkstoffabtrag (Verschleiß) durch Reibung, Kavitation und Erosion sowie biologische Einwirkungen,
- Mechanische Deformation durch äußere Kräfte und Momente sowie durch Relaxation innerer Spannungen,
- Molekulare und mikromorphologische Stoffstrukturumwandlungen.

Ursachen für fertigungsbedingte Längenmaßabweichungen:

- Formmasseabhängige und fertigungsbedingte Streuung der Verarbeitungsschwindung,
- Unsicherheiten bei der Festlegung von Rechenwerten der Verarbeitungsschwindung zur Werkzeugkonturberechnung, insbesondere bei großen Schwindungswerten und bei Schwindungsanisotropie,
- Unterschiedliches Rückverformungsverhalten der Teile nach der Entformung, abhängig von Formstoffsteifigkeit bzw. -härte,
- Herstellungsbedingte Maßstreuung der Werkzeugkonturen einschließlich Härteverzug und Oberflächenbeschichtung,
- Verformungen und Lageabweichungen von Werkzeugteilen infolge Druckbeanspruchung,
- Werkzeugkonturverschleiß.

Ursachen für den Formteilverzug: Der Verzug (Verwölbung, Verwindung, Verwerfung) ist die physikalische Ursache für Form-, Lage- und Winkelabweichungen der Kunststoff- Formteile. Er entsteht durch lokale und richtungsabhängige Schwindungsunterschiede (Schwindungsanisotropie) und bei extremen Nach- oder Pressdruck durch Rückverformung

(Relaxation) elastischer Eigenspannungen. Formteilverzug ist prinzipiell nicht vermeidbar, aber minimierbar (Kapitel 5).

Abnahmebedingungen der Formteilmfertigung (ABF): Für normative Abnahmebedingungen nach DIN 16742 und DIN EN ISO 219 gelten die Prüfmaße als Abnahmewerte, wenn die Formteile nach der Fertigung bis zur Abnahme bei $23\text{ °C} \pm 2\text{ K}$ und $50\% \pm 10\%$ relative Luftfeuchtigkeit gelagert sowie frühestens 16 h und spätestens 72 h nach der Herstellung geprüft werden.

Bei Abweichungen von den normativen ABF müssen die Abnahmeparameter für die Kontrollmaßprüfung nach DIN 16742 zwischen Hersteller und Abnehmer gesondert vereinbart und dokumentiert werden:

- Maßlage und Maßabweichungen (ggf. nach Erprobung),
- Maßprüfverfahren,
- Minimal- und Maximalzeitraum der Maßprüfung nach der Teilefertigung,
- Lagerungs- und Prüfbedingungen bis zur Teileabnahme (Raumlufttemperatur, relative Luftfeuchte, ggf. eine spezielle Lagerungsordnung).

Abweichungen von den normativen ABF können sein:

- Folgeoperationen beim Teilehersteller mit Stoffauftrag (Lackieren, Beschichten) oder Stoffabtrag (Spanen, Schleifen, Polieren),
- Teilennachbehandlung durch Tempern (Vorwegnahme der Nachschwindung, Ausgleich innerer Spannungen, Nachhärten) oder Folgeoperationen mit deutlicher thermischer Teilebeanspruchung (Lackieren, Lötbadbehandlung u.a.)
- Teilennachbehandlung durch Konditionieren, z.B. durch Wässern (Vorwegnahme der Quellung, Zähigkeitserhöhung),
- Geringe Maßstabilität von Struktur und Zustand des Formstoffs bei ABF. Beispiele sind Strukturveränderungen der kristallinen Phase teilkristalliner Polymere (z. B. PB) und Quellung sowie Weichmachung infolge Wasseraufnahme dünnwandiger Formteile aus hydrophilen Polymeren (z. B. PA6, PA66, PA46, Biopolymere).

Abnahmebedingungen der Werkzeugfertigung (ABW): Die durch Prüfung ermittelten Kontrollmaße der Werkzeugkonturen gelten als Abnahmewerte bei einer Bezugstemperatur von $23\text{ °C} \pm 2\text{ K}$. Sie schließen Härteverzug ein.

Hinweise zur Einstufung der Toleranzreihen

Die Realisierung eines erforderlichen Genauigkeitsniveaus der Formteilmfertigung erfordert nach DIN 16742 eine Zuordnung zu den Toleranzreihen:

Reihe 1 (Normalfertigung): Fertigung mit Allgemeintoleranzen u. U. realisierbar. Maßhaltigkeitsforderungen bilden keinen besonderen Qualitätsschwerpunkt.

Reihe 2 (Genaufertigung): Fertigung und Qualitätssicherung sind auf höhere Maßhaltigkeitsforderungen orientiert.

Reihe 3 (Präzisionsfertigung): Vollständige Ausrichtung von Fertigung und Qualitätssicherung auf

die sehr hohen Maßhaltigkeitsforderungen

Reihe 4 (Präzisionssonderfertigung): Wie Reihe 3, aber mit intensiver Prozessüberwachung.

Die Toleranzreihen 3 und 4 sind immer vereinbarungspflichtig

Nur unbedingt erforderliche kleine Funktionstoleranzen rechtfertigen den Fertigungsaufwand der Reihen 3 und 4, der mit deutlichem Preisaufschlag abgegolten werden muss. Es muss daher zuerst zwischen Formteilabnehmer und -hersteller Klarheit darüber geschaffen werden, ob die Toleranzforderungen erfüllbar sind. Selbsttäuschungen sind dabei für alle Kooperationspartner schlechte Ratgeber. Es sollten folgende Voraussetzungen mit entsprechender Sachkenntnis überprüft werden:

- Maßhaltigkeitsgerechte Gestaltung und Dimensionierung des Formteils.
- Funktionssicherheit ausreichend steifer sowie thermisch und rheologisch ausbalancierter Werkzeuge.
- Betriebsweise erforderlicher Maschinen und Anlagen durch ausreichend qualifiziertes Bedienpersonal einschließlich Qualitätssicherung.
- Lieferbedingungen der Formmassen bezüglich maßhaltigkeitsrelevanter Eigenschaften, insbesondere der Schwindungsschwankungen.

Zur Unterstützung der Reihenzuordnung sind im Anhang D der ISO 20457/DIN 16742 beispielhaft Auswahlkriterien für das Thermoplastspritzgießen aufgeführt. Diese Auswahlkriterien sind programmintern durch einen erweiterten Auswahlalgorithmus berücksichtigt.

Bedienung

Wir haben für einen Schnelleinstieg in die Bedienung auch ein entsprechendes YouTube-Video veröffentlicht. Den Link zum Video finden Sie auf unserer Internetseite in der Beschreibung zum jeweiligen Software-Produkt.

Erfassung von Maßen

PoITolerances - Toleranzen für Kunststoff-Formteile nach DIN ISO 20457 / DIN 16742 (Version 3.4.5.1)

nach DIN ISO 20457 Programm Projekt-Verwaltung Extras Ansicht Einstellungen Hilfe

Projekt / Formteil bearbeiten Projekt-Verwaltung Toleranz-Werte-Tabellen Verarbeitungs-Schwindungsbereiche Handelsprodukte plus

Punktbewertung Zuordnungshilfe(n) Genaufertigung

In der DEMO-Version werden nicht alle Optionen unterstützt!

Fertigungsverfahren:

- ☒ Spritzgießen
- ☐ Spritzprägen
- ☐ Spritzpressen
- ☐ Formpressen
- ☐ Fließpressen
- ☐ Rotationsformen

Formstoffsteifigkeit und -härte:

- ☐ E-Modul > 1200 N/mm² bzw. Shore D > 75
- ☒ E-Modul > 30...1200 N/mm² bzw. Shore D > 35...75
- ☐ E-Modul 3...30 N/mm² bzw. Shore A (IRHD) 50...90
- ☐ E-Modul < 3 N/mm² bzw. Shore A (IRHD) < 50

Verarbeitungsschwindigkeit (Rechenwert):

- ☒ < 0,5%
- ☐ 0,5% ... 1%
- ☐ > 1% ... 2%
- ☐ > 2%

Geometrie- und verfahrensbedingte Schwindungsunterschiede:
(bezogen auf den Rechenwert der Verarbeitungsschwindigkeit)

☒ genau mäßig mit Abweichung < +10%

Allgemeintoleranzen für Längenmaße: - Toleranzgruppe **TG4**

Direkte Positionstolerierung mit zylindrischen Toleranzzonen Toleranzen für Profilformabweichungen

Tolerierung von Längenmaßen (Größenmaße)

In der DEMO-Version werden nur Werte im Bereich von 5 ... 55 mm unterstützt!

	Nenngrößenmaß [mm]	Wanddickenmaß	werkzeuggebunden	gew. Toleranzreihe Normalfertigung	mögl. Fertigungsabmaß [±mm]	vereinbarungspfl.	Funktionsabmaß [±mm]
✗	5	☐	☐	Normalfertigung	0,08	nein	0,07
✗	6	☐	☐	Normalfertigung	0,08	nein	0,1
✗	7	☐	☐	Normalfertigung	0,09	nein	0,12
✗	9	☐	☐	Normalfertigung	0,09	nein	0,1
✗	10	☐	☐	Normalfertigung	0,09	nein	0,08
✗	20	☐	☐	Normalfertigung	0,13	nein	0,1
✗	40	☐	☐	Normalfertigung	0,15	nein	0,2
✗		☐	☐				

Details (10,00 mm)

Toleranzreihen	Toleranzgruppen	mögl. Fertigungsabmaße [±mm]	Vereinbarungspflicht mit Hersteller	Stückkosten
Normalfertigung	TG4	0,09	nein	normal
Genaufertigung	TG3	0,06	nein	erhöht
Präzisionsfertigung	TG2	0,035	ja	hoch
Präzisions-Sonderfertigung	TG1	0,022	ja	sehr hoch

1. wählen Sie das entsprechende Register aus (hier: *Tolerierung von Längenmaßen*)
2. Geben Sie das entsprechende Maß in der ersten Spalte ein
3. Geben Sie ggf. zusätzliche Angaben zum jeweiligen Maß an (hier in den Spalten 2-4)
4. die Toleranzreihe kann übergeordnet für alle Maße angegeben werden, indem Sie diese in der Auswahlbox der Spaltenüberschrift auswählen
5. sobald auch alle Eingaben/Entscheidungen zur Bewertungs-Methode (*Punktbewertung* bzw. *Zuordnungshilfe(n)*) vorliegen, werden die Ergebnisse pro Maß sofort angezeigt/aktualisiert (hier: in den Spalten mögl. *Funktionsabmaß* und *vereinbarungspflichtig*)
6. haben Sie zusätzlich Angaben zur Funktionsabmaßen gemacht, wird das möglich Fertigungsabmaß mit dem Funktionsabmaß verglichen. Ist das erforderliche Funktionsabmaß größer oder gleich dem möglichen Fertigungsabmaß, dann wird die entsprechende Zelle der Tabelle **grün** markiert (ansonsten **rot**).

Wenn Sie einen Eintrag in der Tabelle auswählen, werden Ihnen unterhalb der Tabelle weitere Details zu diesem Maß angezeigt.

*Beachten Sie bitte, dass in der **DEMO-Version** nur Maße in einem eingeschränkten Wertebereich eingegeben werden können.*

Projektverwaltung

PolTolerances - Toleranzen für Kunststoff-Formteile nach DIN ISO 20457 / DIN 16742 (Version 3.4.5.1)

nach **DIN ISO 20457** Programm **Projekt-Verwaltung** Extras Ansicht Einstellungen Hilfe

Projekt / Formteil bearbeiten **Projekt-Verwaltung** Toleranz-Werte-Tabellen Verarbeitungs-Schwindungsbereiche Handelsprodukte plus

zuletzt gespeichert: 27.09.2020 06:39:06
 Datei: C:\Users\frank\Documents\test1.poltol

☒ gewählte Toleranzreihe als nicht mehr änderbar/editierbar markieren

Test

Frank Neumann

POM-GF30

Beschreibung (RTF-Text):
 Test-Projekt

- alle Eingaben und Entscheidungen können Sie in einzelnen Projekt-Dateien verwalten.
- In der Regel betrachtet eine Projektdatei ein einzelnes zu tolerierendes Formteil

Folgende Funktionen stehen zur Auswahl und können über die gezeigten Schalter bzw. die entsprechenden Menüpunkte aufgerufen werden:

1. neues Projekt anlegen. Ihre bisherige Daten gehen verloren
2. ein vorhandenes Projekt laden. Ihre bisherigen Daten gehen verloren.

3. die aktuellen Daten speichern. Es muss mindestens eine Projektbezeichnung eingetragen sein, um das Projekt als Datei speichern zu können
4. die aktuellen Daten unter einer anderen Datei (Dateinamen) speichern
5. die Eingaben und Ergebnisse in einer Druckvorschau anzeigen lassen und ausdrucken

Weiterhin können Sie bestimmte Entscheidungen durch versehentliches Editieren schützen, in dem Sie das entsprechende Häkchen "*gewählte Toleranzreihe als nicht mehr änderbar/editierbar markieren*" setzen. Dieser Editierschutz wird durch ein entsprechendes Symbol zusätzlich hervorgehoben und in der Projektdatei gespeichert.

Toleranzwerte-Tabellen

PoITolerances - Toleranzen für Kunststoff-Formteile nach DIN ISO 20457 / DIN 16742 (Version 3.4.5.1)

nach **DIN ISO 20457** Programm Projekt-Verwaltung Extras Ansicht Einstellungen Hilfe

Projekt / Formteil bearbeiten Projekt-Verwaltung **Toleranz-Werte-Tabellen** Verarbeitungs-Schwindungsbereiche Handelsprodukte plus

In der DEMO-Version werden nicht alle Werte angezeigt!

Grenzabmaße für Größenmaße ☒ zylindr. Toleranzzonen ☐ Profilform-Toleranzen

TG: Toleranzgruppe NW: nicht werkzeuggebundene Maße W: werkzeuggebundene Maße Maßangabe in [mm]

	≥1 ... ≤3	>3 ... ≤6	>6 ... ≤10	>10 ... ≤18	>18 ... ≤30	>30 ... ≤50	>50 ... ≤80	>80 ... ≤120	>120 ... ≤180	>180 ... ≤250	>250 ... ≤315	>315 ... ≤400	>400 ... ≤500	>500 ... ≤630	>630 ... ≤800	>800 ... ≤1000
TG1 (W)	0,02	0,034	0,05	0,062	0,073	0,087	0,104	0,123	-	-	-	-	-	-	-	-
TG1 (NW)	0,034	0,05	0,062	0,073	0,087	0,104	0,123	0,154	-	-	-	-	-	-	-	-
TG2 (W)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
TG2 (NW)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
TG3 (W)	0,056	0,084	0,14	0,168	0,196	0,224	0,28	0,42	0,56	0,644	0,728	0,812	0,896	0,98	1,12	1,26
TG3 (NW)	0,084	0,14	0,168	0,196	0,224	0,28	0,42	0,56	0,644	0,728	0,812	0,896	0,98	1,12	1,26	1,48
TG4 (W)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
TG4 (NW)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
TG5 (W)	0,14	0,224	0,308	0,392	0,476	0,56	0,644	1,01	1,4	1,62	1,82	1,96	2,18	2,46	2,8	3,22
TG5 (NW)	0,224	0,308	0,392	0,476	0,56	0,644	1,01	1,4	1,62	1,82	1,96	2,18	2,46	2,8	3,22	3,64
TG6 (W)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
TG6 (NW)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
TG7 (W)	0,364	0,56	0,812	0,98	1,18	1,4	1,68	2,52	3,5	4,06	4,48	5,04	5,6	6,16	7	7,84
TG7 (NW)	0,56	0,812	0,98	1,18	1,4	1,68	2,52	3,5	4,06	4,48	5,04	5,6	6,16	7	7,84	9,24
TG8 (W)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
TG8 (NW)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
TG9	1,34	2,1	2,52	2,94	3,5	4,2	6,3	8,82	10,08	11,34	12,46	13,72	15,12	17,36	19,88	23,8

In dieser Ansicht können Sie sich die Toleranzwerte anzeigen lassen, die u.a. zur Berechnung/Bewertung verwendet werden.

Die angezeigten Werte sind abhängig von der gewählten Norm **DIN ISO 20457** bzw. **DIN 16742**.

Beachten Sie, dass in der DEMO-Version nicht alle Werte angezeigt werden.

Ermittlung der realisierbaren Toleranzreihe

PoITolerances - Toleranzen für Kunststoff-Formteile nach DIN ISO 20457 / DIN 16742 (Version 3.4.5.1)

nach **DIN ISO 20457** Programm Projekt-Verwaltung Extras Ansicht Einstellungen Hilfe

Projekt / Formteil bearbeiten Projekt-Verwaltung Toleranz-Werte-Tabellen Verarbeitungs-Schwindungsbereiche Handelsprodukte plus

Punktbewertung **Zuordnungshilfe(n)** realisierbare Toleranzreihe ermitteln...

In der DEMO-Version

Fertigungsverfahren:

- ☒ Spritzgießen
- ☐ Spritzprägen
- ☐ Spritzpressen
- ☐ Formpressen
- ☐ Fließpressen
- ☐ Rotationsformen

Formstoffsteifigkeit und

- ☐ E-Modul >1200 N/mm²
- ☒ E-Modul >30...1200 N/mm²
- ☐ E-Modul 3...30 N/mm²
- ☐ E-Modul <3 N/mm²

Verarbeitungsschwindigkeit

- ☒ < 0,5%
- ☐ 0,5% ... 1%
- ☐ >1% ... 2%
- ☐ >2%

Geometrie- und verfahren
(bezogen auf den Rechenwert)

- ☒ genau möglich mit
- ☐ bedingt genau möglich
- ☐ nur ungenau möglich

realisierbare Toleranzreihe

Eingaben zurücksetzen

1. Formteilkonstruktion

- ☒ die kunststoff- und fertigungsgerechte Formteilkonstruktion erfolgt computergestützt durch Füllbildanalysen, Verzugsberechnungen und Geometriekontrollen (z.B. Wändicken, Entformungsschragen)
- ☐ es gibt wenige (z.B. kleiner 10) eng tolerierte Maße am Formteil

2. Formmasse und Recyclateinsatz

- ☒ Maßhaltigkeitsrelevante Eigenschaften (z.B. Schwindungsverhalten, Formstoffsteifigkeit bzw. -härte) wurden bei der Kunststoffauswahl hinreichend berücksichtigt.
- ☒ Formmasse-Typware wird eingesetzt
- ☐ spezifizierte Typware mit eingegengten Liefertoleranzen wird eingesetzt
- ☒ Kein Recyclatzusatz bzw. limitierter Recyclateinsatz nach erfolgreicher Erprobung.

3. Fertigungsbedingungen

- ☐ Standard-Spritzgießmaschine bei variabler Maschinenbelegung
- ☐ Geregelte Spritzgießmaschine mit erweiterten Überwachungsmöglichkeiten für zusätzliche Druckaufnehmer und Temperaturfühler sowie mit erhöhtem Überwachungsaufwand (Kalibrierung). Feststehende Maschinenbelegung.
- ☒ Fertigung in normaler Werkstattumgebung
- ☐ Fertigung mit eingegengten Raumklimabedingungen oder in klimatisierten Räumen. Maschinen ggf. speziell wärmeisoliert (Plastizierung)

4. Personal für Maschinenbedienung

- ☐ Angelerntes Personal
- ☐ Fachspezifisch ausgebildetes Personal
- ☐ Besonders geschultes und qualifiziertes Personal mit vertieften Kenntnissen und Erfahrungen zur Prozeßoptimierung

5. Einlegeteile (Inserts) und Handling

- ☒ Es werden Handlingsgeräte zum Einlegen der Inserts und zur Spritzlingsentnahme verwendet
- ☒ keine Einlegeteile bzw. als Zukaufteile mit handelsüblichen Toleranzen
- ☐ Einlegeteile mit reduzierten Toleranzen (ggf. 100%ige Kontrolle spezieller Maße)

6. Werkzeuge

unterstützt!

x. Toleranzreihe	F
ormalfertigung	0,4
malfertigung	0,4
malfertigung	0,4
malfertigung	0,4
malfertigung	0,4
malfertigung	0,4
malfertigung	0,4
malfertigung	0,4
malfertigung	0,4
malfertigung	0,4

Vereinbarungspflic
Hersteller

nein
nein
ja
ja

Wir haben zusätzlich eine Funktion vorgesehen, mit der Sie die realisierbare Toleranzreihe ermitteln können.

Im Hauptfenster finden Sie den Schalter [*realisierbare Toleranzreihe ermitteln*]. Wenn Sie diesen klicken wird ein weitere Fenster geöffnet.

Wenn Sie hier zu jedem Aspekt eine entsprechende Entscheidung/Auswahl getroffen haben, wird das Ergebnis oben (rechts neben dem Schalter [*Eingaben zurücksetzen*]) angezeigt. Sie können zu jeder Zeit die getroffenen Eingaben korrigieren. Alle hier getroffenen Eingaben/Entscheidungen werden auch im Druckprotokoll mit ausgegeben.

Noch offene Entscheidungen werden **rot umrandet** dargestellt.

Verarbeitungs-Schwindungsbereiche

PolTolerances - Toleranzen für Kunststoff-Formteile nach DIN ISO 20457 / DIN 16742 (Version 3.4.5.1)

nach **DIN ISO 20457** Programm Projekt-Verwaltung Extras Ansicht Einstellungen Hilfe

Projekt / Formteil bearbeiten Projekt-Verwaltung Toleranz-Werte-Tabellen **Verarbeitungs-Schwindungsbereiche** Handelsprodukte plus

PM Spritzgießen in der DEMO-Version werden nicht alle Werte angezeigt!

	Formmasse	sonstige Angaben	Verfahren	Verarbeitungsschwindung [%]
1	PMC: PF11		Spritzgießen	0,3 ... 0,7
2	PMC: PF13		Spritzgießen	...
3	PMC: MF155		Spritzgießen	...
4	PMC: PF31		Spritzgießen	...
5	PMC: MF150		Spritzgießen	...
6	PMC: MP180		Spritzgießen	0,6 ... 1,5
7	PMC: UF131		Spritzgießen	...
8	PMC: PF51		Spritzgießen	...
9	PMC: PF71		Spritzgießen	...
10	PMC: PF83		Spritzgießen	...
11	PMC: MF152		Spritzgießen	0,5 ... 1,3
12	PMC: MP181		Spritzgießen	...
13	PMC: UP802		Spritzgießen	...
14	PMC: UP804		Spritzgießen	...
15	PMC: EP		Spritzgießen	...
16	PMMA		Spritzgießen	...
17	PMMA-GF10/15		Spritzgießen	...
18	PMMA-GF20/30		Spritzgießen	0,2 ... 0,5
19	PMMA-GF40		Spritzgießen	...
20	PMMA-GB10/20		Spritzgießen	...
21	PMMA-MD10/20		Spritzgießen	...
22	PMP		Spritzgießen	...

Informationen zur Verarbeitungs-Schwindung der Kunststoffe/Formmassen sind wichtig für die Beurteilung und damit für die Ermittlung von Toleranzwerten bzw. möglichen Fertigungsabmaßen.

In der Datenbank sind derzeit ca. **430 Verarbeitungs-Schwindungsbereiche** für unterschiedliche Kunststoffe/Formmassen und für die Fertigungsverfahren

- Spritzgießen
- Spritzpressen
- Formpressen
- Fließpressen

enthalten.

Über die obere Textbox bzw. die Auswahlbox kann nach Formmassen und/oder Fertigungsverfahren gefiltert werden.

Beachten Sie, dass in der DEMO-Version nicht alle Werte angezeigt werden.

Realisierbarkeit erforderlicher Funktionsabmaße

Die Software enthält Funktionen, um zu bestimmen, unter welchen Bedingungen ein bestimmtes Funktions-Abmaß realisierbar ist.

Realisierbarkeit eines Funktionsabmaßes

für Längenmaße für Positionsabstandsmaße

In der DEMO-Version werden nur Werte im Bereich von 5 ... 55 mm unterstützt!

Nenngrößenmaß [mm]: Suchen/Aktualisieren

erforderliches Funktionsabmaß [±mm]:

Wanddickenmaß: ☐

werkzeug-gebundenes Maß: ☐

Untersuchen Sie, **unter welchen Bedingungen** (Fertigungsverfahren, Formstoffsteifigkeit, Verarbeitungsschwindung, Berücksichtigung von Schwindungsunterschieden und Toleranzreihe) **ein erforderliches Funktionsabmaß realisierbar** ist.

mögl. Funktionsabmaß [±mm]	Fertigungsverfahren	Formstoffsteifigkeit	Verarbeitungs-Schwindung	Berücksichtigung - Schwindungsunterschiede	Toleranzreihe
0,2	Spritzgießen	E-Modul >1200 N/mm ² bzw. Shore D >75	< 0,5%	nur ungenau möglich mit Abweichung $\geq \pm 20\%$	Normalfertigung
0,2	Spritzgießen	E-Modul >1200 N/mm ² bzw. Shore D >75	0,5% ... 1%	bedingt genau möglich mit Abweichung $\leq \pm 20\%$	Normalfertigung
0,2	Spritzgießen	E-Modul >1200 N/mm ² bzw. Shore D >75	0,5% ... 1%	nur ungenau möglich mit Abweichung $\geq \pm 20\%$	Genaufertigung
0,2	Spritzgießen	E-Modul >1200 N/mm ² bzw. Shore D >75	>1% ... 2%	genau möglich mit Abweichung $\leq \pm 10\%$	Normalfertigung
0,2	Spritzgießen	E-Modul >1200 N/mm ² bzw. Shore D >75	>1% ... 2%	bedingt genau möglich mit Abweichung $\leq \pm 20\%$	Genaufertigung
0,2	Spritzgießen	E-Modul >1200 N/mm ² bzw. Shore D >75	>1% ... 2%	nur ungenau möglich mit Abweichung $\geq \pm 20\%$	Präzisionsfertigung
0,2	Spritzgießen	E-Modul >1200 N/mm ² bzw. Shore D >75	>2%	genau möglich mit Abweichung $\leq \pm 10\%$	Genaufertigung
0,2	Spritzgießen	E-Modul >1200 N/mm ² bzw. Shore D >75	>2%	bedingt genau möglich mit Abweichung $\leq \pm 20\%$	Präzisionsfertigung
0,2	Spritzgießen	E-Modul >1200 N/mm ² bzw. Shore D >75	>2%	nur ungenau möglich mit Abweichung $\geq \pm 20\%$	Präzisions-Sonderfertigung

- Rufen Sie dazu im Menü "Extras" den entsprechenden Menüpunkt auf.
- Anschließend öffnet sich ein Fenster, indem Sie das Nenngrößenmaß und das erforderliche Funktions-Abmaß eingeben. Weiterhin müssen Sie Entscheidungen zum Wanddickenmaß und, ob es sich um ein werkzeuggebundenes oder nicht-werkzeuggebundenes Maß handelt, treffen.
- Sobald alle Eingaben vollständig sind, können Sie über den Schalter [Suchen/Aktualisieren] die Funktion starten. Werden Ergebnisse gefunden, die kleiner oder gleich dem erforderlichen Funktionsabmaß sind, wird dies in der Liste (unterhalb der Eingabe) angezeigt.
- Die Liste ist über die einzelnen Spalten sortierbar.