PolTolerances-AC

Maße, Toleranzen und Passungen für Kunststoff-Formteile

Benutzerhandbuch

Register „Maße, Toleranzen und Passungen“

Beschrieben anhand von PolTolerances-AC 3.0.2.0 · Stand: Oktober 2026

Makrolar GbR Berlin

Inhalt

Inhalt 2
1 Einleitung 3
2 Programmoberfläche 3
3 Neues Projekt anlegen 4
3.1 Allgemeine Projekt-Angaben 4
3.2 Anwendungsbedingung wählen 5
3.3 Toleranzgruppe festlegen 6
3.4 Fertigstellen 6
4 Die Projektansicht 7
5 Maße erfassen 8
5.1 Unabhängiges Maß 8
5.2 Passungs-Maß 10
6 Anwendungsbedingungen verwalten 12
6.1 Neue Anwendungsbedingung anlegen 13
7 Drucken und Hilfe 14
7.1 Drucken / Druckvorschau 14
7.2 Abkürzungen 14
8 Fachliche Grundlagen 15
8.1 Maßbezugsebenen und Transformation 15
8.2 Anwendungsbedingte Maßänderungen bestimmen 16
8.3 Ursachen anwendungsbedingter Maßänderungen 17
8.4 Abnahmebedingungen der Fertigung (ABF) 17
9 Menüs 18
10 Tipps und häufige Fragen 18

1 Einleitung

Kunststoff-Formteile ändern ihre Maße im Einsatz: durch Wärmedehnung und -kontraktion, Quellung, Nachschwindung, Verschleiß oder Verformung. Ein Maß, das bei der Abnahme in der Fertigung stimmt, kann daher unter den späteren Anwendungsbedingungen außerhalb der Toleranz liegen, und eine Passung kann klemmen oder zu viel Spiel bekommen.

Das Register **„Maße, Toleranzen und Passungen“** von PolTolerances-AC rechnet Maße und Passungen zwischen zwei Zuständen um:

- **ABF – Abnahmebedingungen der Fertigung:** der Zustand bei der Abnahme des Formteils (Lagerung bei 23 °C ± 2 K und 50 % ± 10 % relativer Luftfeuchte, geprüft frühestens 16 und spätestens 72 Stunden nach der Herstellung).
- **AWB – Anwendungsbedingungen:** alle Nutzungs- und Lagerungsbedingungen während des Anwendungszeitraumes, soweit sie sich auf Maßhaltigkeit und Funktion auswirken.

Sie legen ein Projekt für ein Formteil an, ordnen ihm eine Anwendungsbedingung und eine Toleranzgruppe zu und erfassen dann **unabhängige Maße** und **Passungs-Maße**. PolTolerances-AC zeigt für jedes Maß die Werte unter ABF und AWB, die möglichen Fertigungsabmaße nach DIN ISO 20457 und bei Passungen das Spiel bzw. Übermaß in beiden Zuständen.

Die Funktionen sind nicht auf Kunststoffteile beschränkt. Kunststoffteile werden häufig mit Teilen aus anderen Werkstoffen kombiniert (Passungen, Einlegeteile); auch für solche Bauteile ist das Register uneingeschränkt nutzbar. Die fachlichen Grundlagen der Umrechnung beschreibt Kapitel 8.

> **Hinweis:** Die übrigen Register am linken Fensterrand (**„Fertigungstoleranzen nach DIN ISO 20457 / DIN 16742“** und **„Handelsprodukte plus“**) sind in diesem Handbuch nicht beschrieben. Für die Fertigungstoleranzen (PolTolerances) und die Handelsprodukte gibt es eigene Handbücher.

2 Programmoberfläche

Nach dem Start zeigt das Register **„Maße, Toleranzen und Passungen“** die Startseite mit drei Schaltflächen.

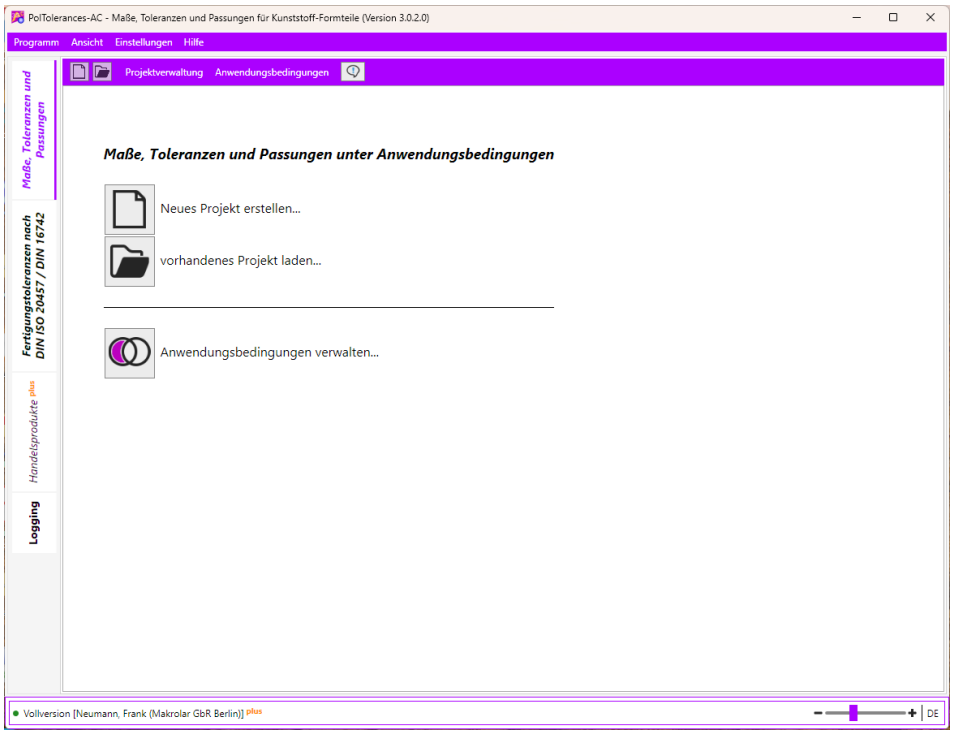


Abbildung 1: Startseite des Registers „Maße, Toleranzen und Passungen“

Element	Bedeutung
Menüleiste	**„Programm“**, **„Ansicht“**, **„Einstellungen“** und **„Hilfe“** (Kapitel 9).
Symbole **Neu** und **Öffnen** (violette Leiste)	Neues Projekt anlegen bzw. vorhandenes Projekt laden.
Menü **„Projektverwaltung“**	**neues Projekt…**, **Projekt laden…**, **alle Projekte schließen**.
Menü **„Anwendungsbedingungen“**	**Verwalten…** (Kapitel 6) und **Drucken / Druckvorschau…** der Anwendungsbedingungen.
Schaltfläche mit Sprechblase	Öffnet das Fenster **„Abkürzungen“** (Abschnitt 7.2).
Neues Projekt erstellen…	Startet den Projekt-Assistenten (Kapitel 3).
vorhandenes Projekt laden…	Öffnet ein gespeichertes Projekt.
Anwendungsbedingungen verwalten…	Bibliothek der Anwendungsbedingungen (Kapitel 6).
Statusleiste	Lizenzstatus, Zoom-Regler und Sprache der Oberfläche („DE“).

3 Neues Projekt anlegen

Klicken Sie auf **„Neues Projekt erstellen…“**. Ein Assistent führt Sie in vier Schritten durch die Grundeinstellungen. Mit **„Zurück“** und **„Weiter“** wechseln Sie zwischen den Schritten, **„Abbrechen“** verwirft das Projekt.

3.1 Allgemeine Projekt-Angaben

1. Geben Sie die **„Projekt- bzw. (Form)Teil-Bezeichnung“** ein.
2. Ergänzen Sie optional eine **„Beschreibung“** (mit einfacher Formatierung) und **„Werkstoffangaben“**, z. B. „PA6-GF30“.
3. Wählen Sie, welcher Fall vorliegt (siehe Tabelle), und klicken Sie auf **„Weiter“**.

Auswahl	Bedeutung
(Form)Teil aus **Kunststoff**, Maße und Passungen unter **ABF und AWB**	Der Normalfall: Toleranzgruppe nach DIN ISO 20457 plus Umrechnung auf die Anwendungsbedingungen.
(Form)Teil aus **Kunststoff**, Maße und Passungen **nur unter ABF**	Nur Fertigungstoleranzen und Passungen im Abnahmezustand, ohne Anwendungsbedingung.
(Form)Teil aus einem **anderen Werkstoff**	Nur die Maßänderungen unter Anwendungsbedingungen, ohne Toleranzgruppe nach DIN ISO 20457.

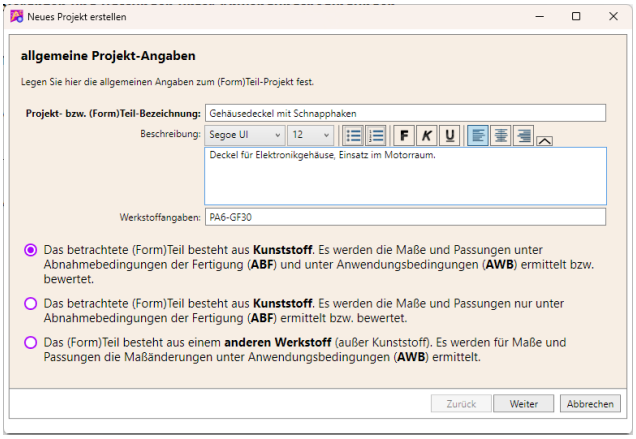


Abbildung 2: Schritt 1: allgemeine Projekt-Angaben

3.2 Anwendungsbedingung wählen

Klicken Sie auf **„Anwendungsbedingung (Kunststoff-Formteil) auswählen“**. Das Fenster **„Anwendungsbedingungen verwalten“** zeigt alle angelegten Anwendungsbedingungen als Karten. Jede Karte nennt die **Bezeichnung**, die **resultierende Maßänderung** und die **resultierende Maßstreuung** in Prozent. Über **„weitere Details anzeigen“** sehen Sie, aus welchen Einzel-Maßänderungen sich die Werte zusammensetzen.

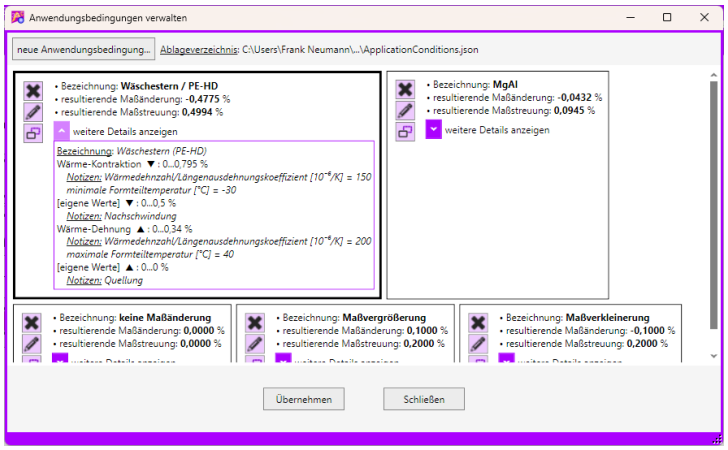


Abbildung 3: Auswahl einer Anwendungsbedingung; die gewählte Karte ist schwarz umrandet

1. Klicken Sie auf die passende Karte.
2. Klicken Sie auf **„Übernehmen“**. Der Assistent zeigt die gewählte Anwendungsbedingung unter **„aktuell verwendete Anwendungsbedingung“** an.
3. Klicken Sie auf **„Weiter“**.

Fehlt eine passende Anwendungsbedingung, legen Sie sie im selben Fenster über **„neue Anwendungsbedingung…“** an (Kapitel 6).

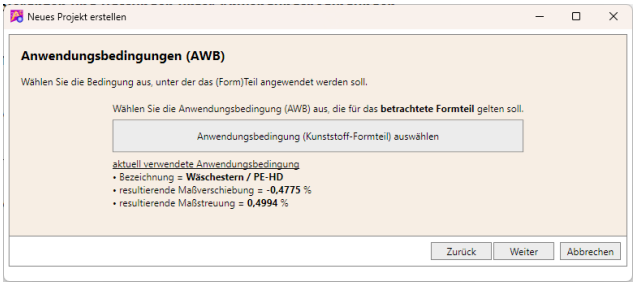


Abbildung 4: Schritt 2 mit gewählter Anwendungsbedingung

3.3 Toleranzgruppe festlegen

Im Schritt **„Abnahmebedingungen der Fertigung (ABF) nach DIN ISO 20457“** wählen Sie die Toleranzgruppe direkt (TG4 bis TG9) oder ermitteln sie über **„Toleranzgruppe (TG) bestimmen…“**.

Der Dialog **„Toleranzgruppe bestimmen“** bietet wie PolTolerances eine **„Punktbewertung“** (Fertigungsverfahren, Formstoffsteifigkeit, Verarbeitungsschwindung, Schwindungsunterschiede) und **„Zuordnungshilfe(n)“** über die Formmassegruppe. Rechts erscheint die Toleranzgruppe, sobald alle Angaben vorliegen. Mit **„Übernehmen“** wird sie in den Assistenten eingetragen.

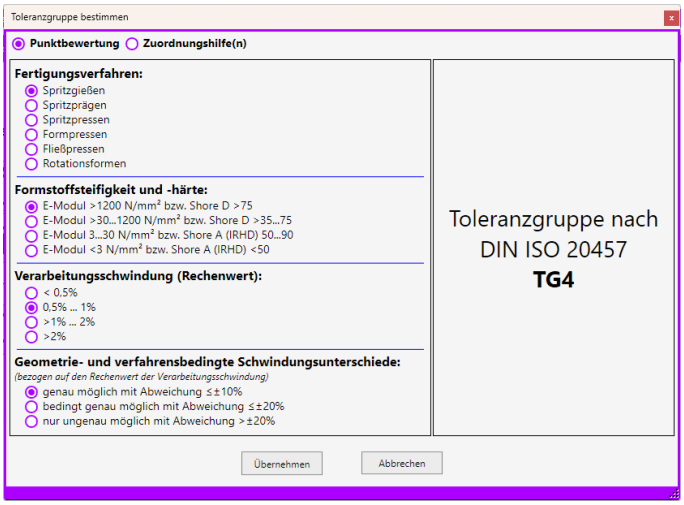


Abbildung 5: Toleranzgruppe per Punktbewertung bestimmen: TG4

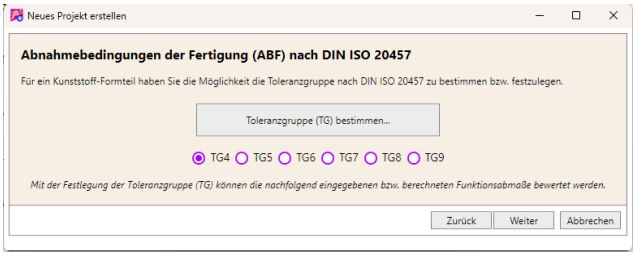


Abbildung 6: Schritt 3 mit übernommener Toleranzgruppe TG4

3.4 Fertigstellen

Der letzte Schritt fasst zusammen, dass die Grundeinstellungen festgelegt sind und Sie nun Maße hinzufügen können. Klicken Sie auf **„Fertigstellen“**. Fast alle Angaben lassen sich später noch ändern; Änderungen wirken sofort auf alle Maße.

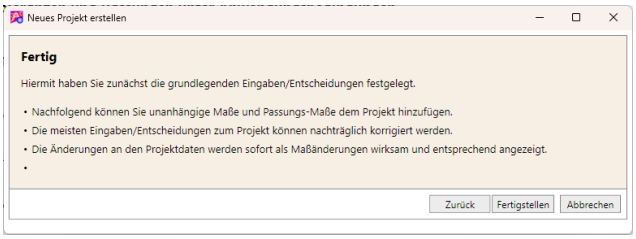


Abbildung 7: Schritt 4: Fertig

4 Die Projektansicht

Nach dem Fertigstellen öffnet sich das Projekt. Die Kopfzeile zeigt die Bezeichnung, darunter liegen die Projektangaben und – sobald vorhanden – die Maße als eigene Register.

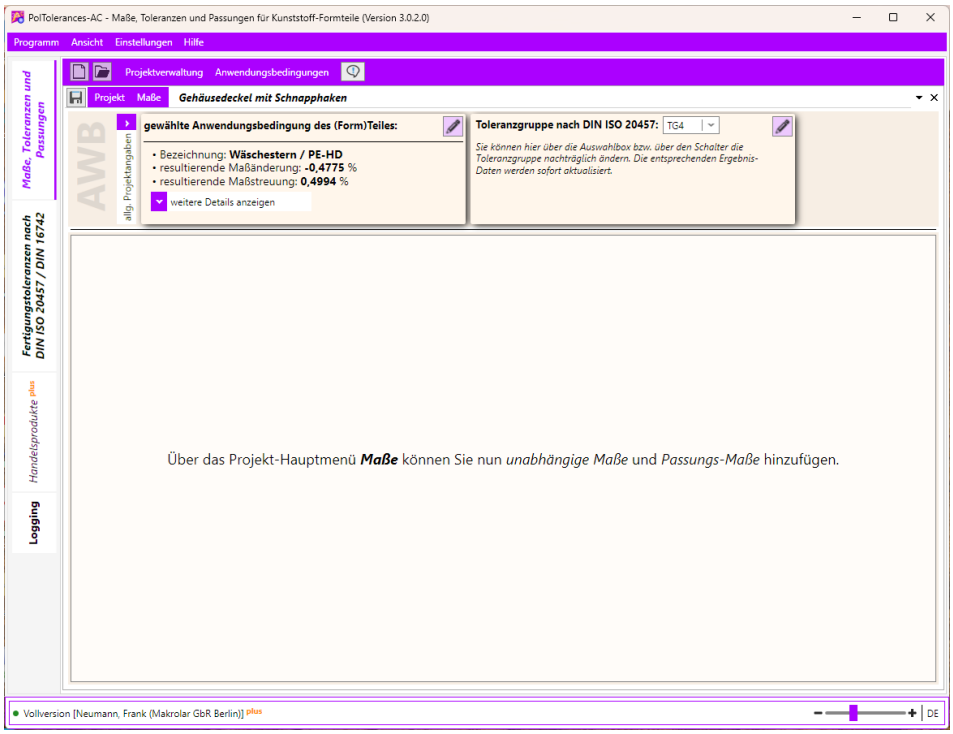


Abbildung 8: Neues Projekt ohne Maße

Element	Bedeutung
Disketten-Symbol, Menüs **„Projekt“** und **„Maße“**	Projekt speichern; Menü „Projekt“: **Projekt speichern**, **Projekt speichern unter**, **Drucken / Druckvorschau…**, **Projekt schließen**. Menü „Maße“: **neues unabhängiges Maß…**, **neues Passungs-Maß…**.
Lasche **„allg. Projektangaben“**	Klappt Bezeichnung, Beschreibung und Werkstoffangaben zum Bearbeiten auf und wieder zu.
„gewählte Anwendungsbedingung des (Form)Teiles“	Bezeichnung, resultierende Maßänderung und Maßstreuung. Über das Stift-Symbol wählen Sie eine andere Anwendungsbedingung.
„Toleranzgruppe nach DIN ISO 20457“	Auswahlliste der Toleranzgruppe; über das Stift-Symbol öffnen Sie „Toleranzgruppe bestimmen“. Änderungen werden sofort in allen Ergebnissen berücksichtigt.
Register der Maße	Ein Register je Maß, beschriftet mit dem Maß und dem Bezugssystem, z. B. „120,000±0,500 mm (ABF)“. Mit ✕ löschen, mit dem Stift bearbeiten Sie das Maß.

Element	Bedeutung
✕ rechts oben	Projekt schließen.

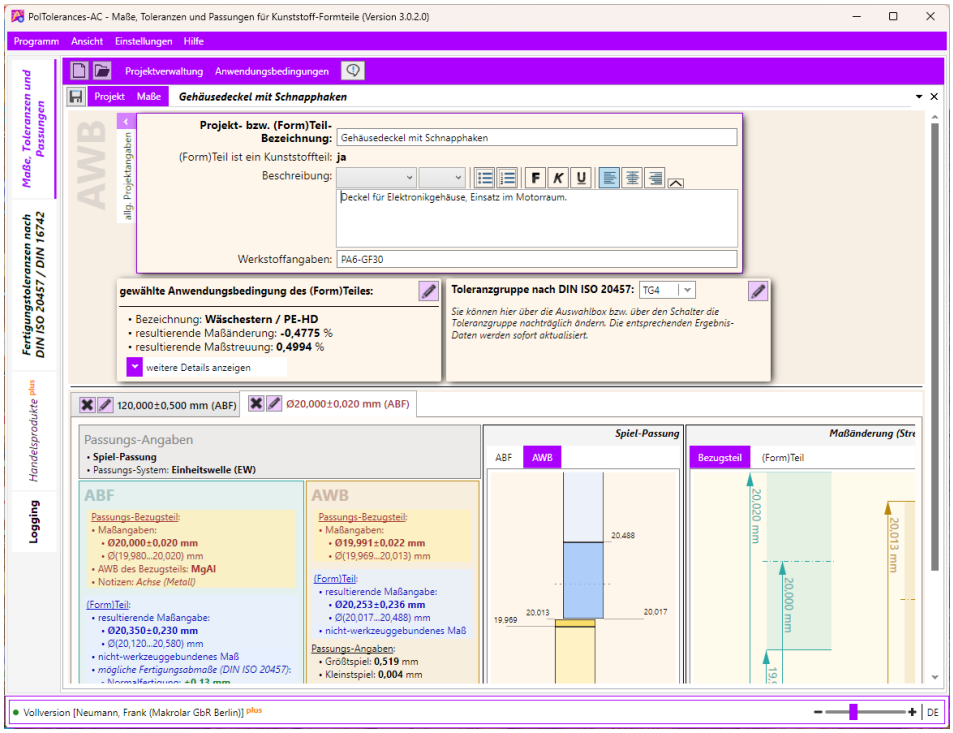


Abbildung 9: Aufgeklappte allgemeine Projektangaben

Jedes Projekt wird in einer eigenen Datei gespeichert. Es können mehrere Projekte gleichzeitig geöffnet sein; jedes Projektfenster hat ein eigenes Menü, und die Fenster lassen sich per Drag & Drop anordnen bzw. andocken. Das Verzeichnis, in dem Projekte standardmäßig gespeichert werden, legen Sie über **„Einstellungen“ → „Optionen…“** fest.

Nachträglich ändern lassen sich u. a. die Anwendungsbedingung und die Toleranzgruppe des Projekts, bei unabhängigen Maßen Mittenmaß, Abmaß und die maßbezogene Anwendungsbedingung, bei Passungen Mittenmaß, Abmaß und Anwendungsbedingung des Bezugteils sowie Größt-/Kleinstspiel bzw. Größt-/Kleinst-Übermaß, außerdem Bezeichnung, Beschreibung und Werkstoffangaben. Alle Ergebnisse werden sofort aktualisiert.

5 Maße erfassen

5.1 Unabhängiges Maß

Ein unabhängiges Maß ist ein einzelnes Formteilmaß ohne Gegenstück, z. B. eine Breite oder eine Länge.

1. Wählen Sie **„Maße“ → „neues unabhängiges Maß…“**.
2. Legen Sie unter **„Richtung der Transformation“** fest, in welchem Zustand Sie das Maß eingeben: **unter ABF** (Sie erhalten die Maße unter AWB) oder **unter AWB** (Sie erhalten die Maße unter ABF). Klicken Sie auf **„Weiter“**.
3. Wählen Sie **„Durchmessermaß“** oder **„sonstiges Maß“** und geben Sie **„Mittenmaß [mm]“** und **„funktional erforderliches Abmaß [±mm]“** ein.
4. Kennzeichnen Sie bei Bedarf **„Wanddicken-Maß“** oder **„werkzeuggebundenes Maß“** und ergänzen Sie **„Notizen“**.

5. Optional: Über **„zusätzliche Anwendungsbedingung (für das aktuelle Maß) auswählen…“** gilt für dieses Maß eine andere Anwendungsbedingung als für das übrige Formteil.
6. Klicken Sie auf **„Weiter“** und dann auf **„Fertigstellen“**.

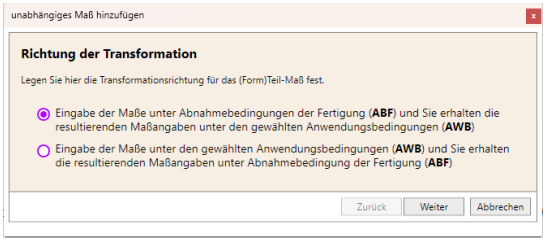


Abbildung 10: Richtung der Transformation festlegen

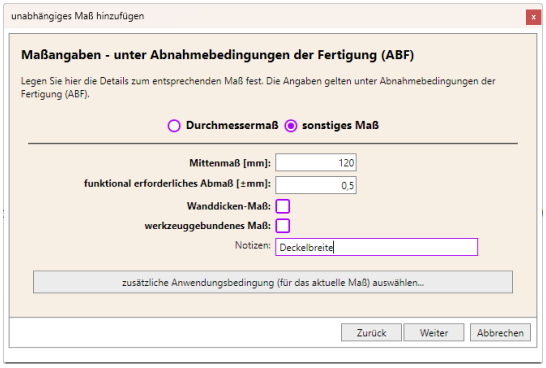


Abbildung 11: Maßangaben unter Abnahmebedingungen: 120 mm ±0,5 mm

Das Ergebnis erscheint als neues Register:

- **ABF** (grün): die eingegebenen Maßangaben, ob das Maß werkzeuggebunden ist, und die **möglichen Fertigungsabmaße nach DIN ISO 20457** für Normal-, Genau-, Präzisions- und Präzisions-Sonderfertigung. Ein Warndreieck kennzeichnet Toleranzreihen, die mit dem Formteilhersteller zu vereinbaren sind.
- **AWB** (beige): die Maßangaben unter den Anwendungsbedingungen, d. h. verschoben um die Maßänderung und erweitert um die Maßstreuung.
- **Grafik „Maßänderung (Streuung und Verschiebung)“**: Lage und Breite des Toleranzfeldes unter ABF und AWB mit Mittenmaß, Höchst- und Mindestmaß.

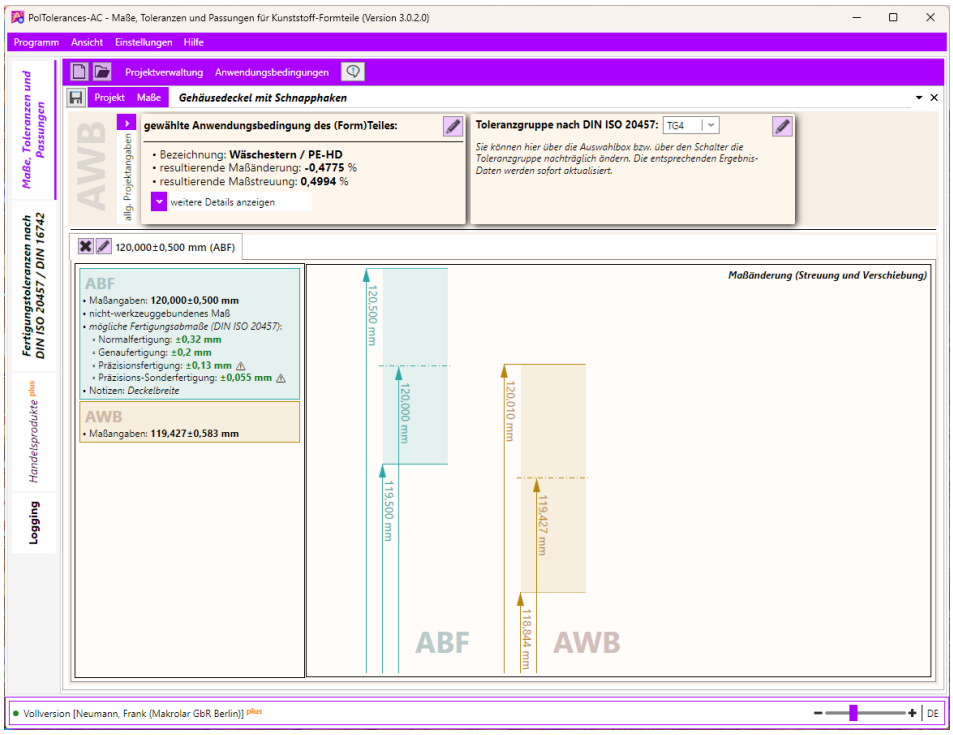


Abbildung 12: Unabhängiges Maß: 120,000 ±0,500 mm unter ABF wird unter AWB zu 119,427 ±0,583 mm

5.2 Passungs-Maß

Ein Passungs-Maß beschreibt das Zusammenspiel des Formteils mit einem Partner-Passteil (Passungs-Bezugteil), z. B. eine Bohrung im Kunststoffteil auf einer Metallachse. PolTolerances-AC berechnet das passende Formteilmaß aus dem gewünschten Spiel bzw. Übermaß und prüft die Passung unter Anwendungsbedingungen, bei denen sich Formteil und Bezugteil unterschiedlich ändern können.

1. Wählen Sie **„Maße“ → „neues Passungs-Maß…“** und legen Sie die **„Richtung der Transformation“** fest (wie in Abschnitt 5.1).
2. **Passungs-Bezugteil / Maßbezugssystem:** Haken Sie an, dass die Maßangaben des Passungs-Bezugteiles unter ABF bekannt sind. Beide Passteile müssen im gleichen Maßbezugssystem vorliegen.
3. **Anwendungsbedingung des Passungsbezugsteils:** Haken Sie an, dass sie mit der des Formteils **identisch** ist (gleicher Werkstoff), oder wählen Sie über **„Anwendungsbedingung (AWB) des Passungs-Bezugteil auswählen…“** eine eigene, z. B. für ein Metallteil.
4. **Maßangaben für (Form)Teil und Partner-Passteil:** Wählen Sie **„Durchmessermaß“** oder **„sonstiges Maß“**, kennzeichnen Sie ggf. ein werkzeuggebundenes Maß und geben Sie **Mittenmaß**, **funktional erforderliches Abmaß** und **Notizen** des Partner-Passteils ein. Haken Sie an, ob das Partner-Passteil der **umschließende Teil** der Passung ist; daraus ergibt sich das Passungs-System (**Einheitswelle** oder **Einheitsbohrung**).
5. **Art und Dimensionierung der Passung:** Wählen Sie **„Spiel-Passung“** oder **„Press-Passung“** und geben Sie Höchst- und Mindestspiel bzw. Größt- und Kleinst-Übermaß ein. Das mittlere Spiel und die **resultierenden Maßangaben** des Formteils werden sofort berechnet und rechts grafisch dargestellt.
6. Klicken Sie auf **„Weiter“** und dann auf **„Fertigstellen“**.

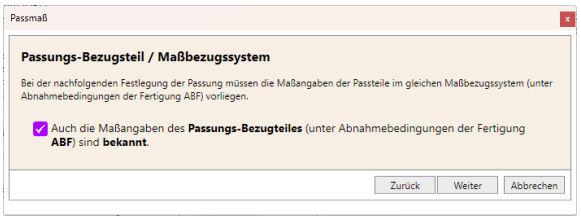


Abbildung 13: Passungs-Bezugteil und Maßbezugssystem

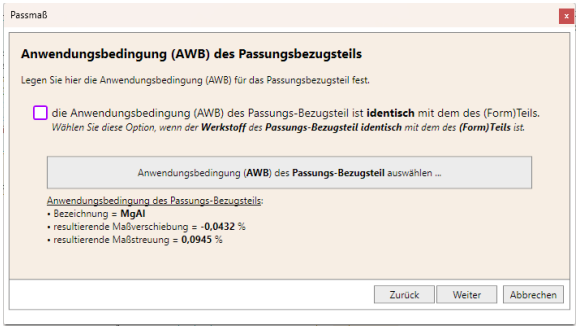


Abbildung 14: Eigene Anwendungsbedingung „MgAl“ für das metallische Bezugteil

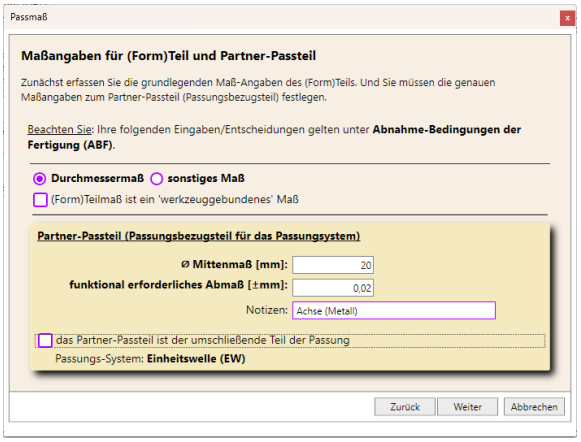


Abbildung 15: Partner-Passteil: Achse Ø 20 ±0,02 mm, Passungs-System Einheitswelle

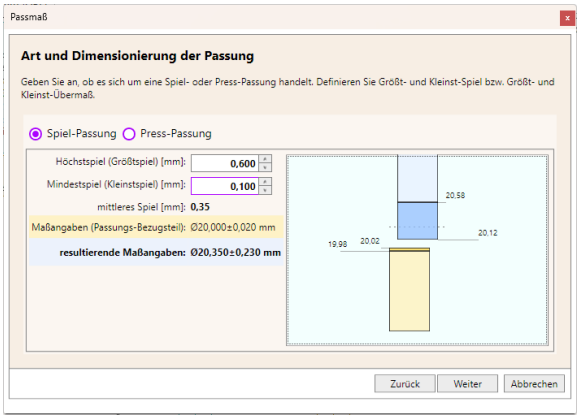


Abbildung 16: Spiel-Passung mit 0,1 … 0,6 mm Spiel: Bohrung im Formteil Ø 20,350 ±0,230 mm

Das Register der Passung zeigt:

- **„Passungs-Angaben“**: Art der Passung und Passungs-System.
- Spalte **ABF**: Maßangaben und Anwendungsbedingung des Bezugteils, die resultierende Maßangabe des Formteils mit den möglichen Fertigungsabmaßen nach DIN ISO 20457 sowie Größt-, Kleinst- und mittleres Spiel.

- Spalte **AWB**: dieselben Größen unter Anwendungsbedingungen. Hier sehen Sie, ob die Passung im Einsatz noch funktioniert.
- Grafik **„Spiel-Passung“** bzw. **„Press-Passung“** mit den Registern **ABF** und **AWB**, sowie die Grafik **„Maßänderung“** mit den Registern **Bezugteil** und **(Form)Teil**.

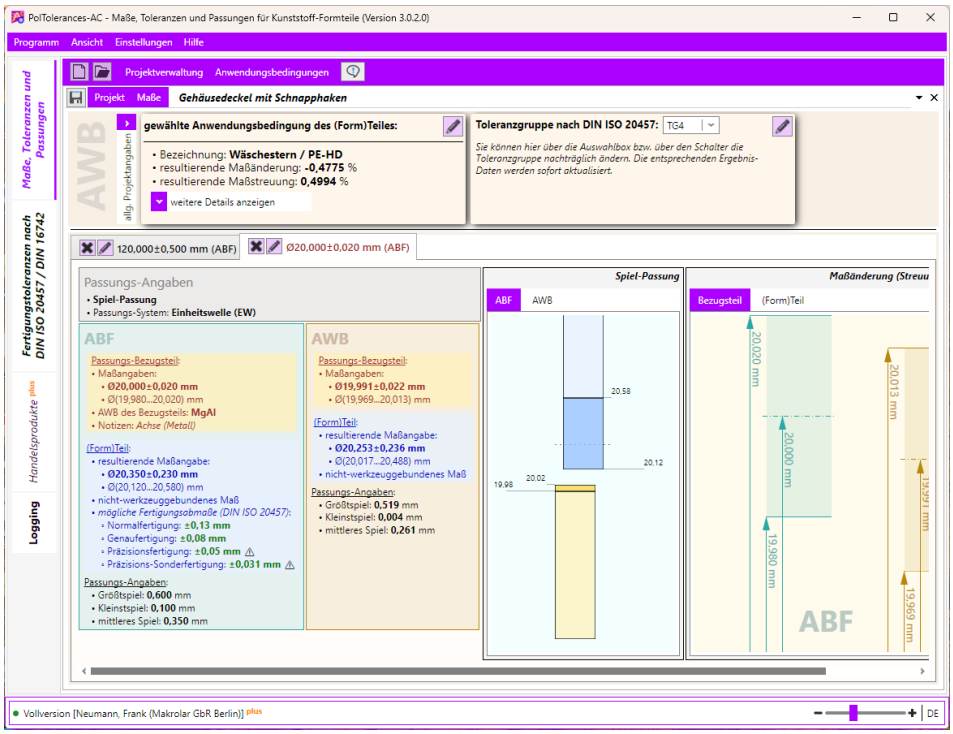


Abbildung 17: Ergebnis der Passung: unter AWB sinkt das Kleinstspiel von 0,100 mm auf 0,004 mm

> **Tipp:** Ist das Kleinstspiel unter AWB nahe null oder negativ, klemmt die Passung im Einsatz. Vergrößern Sie dann das Mindestspiel über das Stift-Symbol des Registers oder wählen Sie eine genauere Toleranzreihe.

6 Anwendungsbedingungen verwalten

Anwendungsbedingungen werden projektübergreifend in einer Bibliothek gespeichert. Der Pfad der Datei steht oben im Fenster neben **„Ablageverzeichnis“**. Sie öffnen die Verwaltung über die Startseite, über **„Anwendungsbedingungen“ → „Verwalten…“** oder bei der Auswahl im Projekt.

Symbol auf der Karte	Bedeutung
✕	Anwendungsbedingung löschen.
Stift	Anwendungsbedingung bearbeiten.
Doppel-Rechteck	Anwendungsbedingung klonen, z. B. als Vorlage für eine ähnliche Bedingung.
Pfeil **„weitere Details anzeigen“**	Zeigt die einzelnen Maßänderungen mit Richtung, Bereich und Notizen.

- Anwendungsbedingungen sind durch ihre **Bezeichnung** eindeutig; jede Bezeichnung darf nur einmal vorkommen. Projekte, Bezugteile und Maße verweisen über diese Bezeichnung auf die Anwendungsbedingung.
- Löschen Sie eine Anwendungsbedingung, die in einem Projekt verwendet wird, geht die Zuordnung dort verloren; beim nächsten Laden des Projekts weist das Programm darauf hin.

- Für jede Anwendungsbedingung können mehrere Maßänderungen definiert werden. Die Bedingungen sind projektübergreifend wiederverwendbar und lassen sich dem Formteil, einem Passungs-Bezugteil oder einzelnen Maßen zuordnen.
- Die Anwendungsbedingungen werden in einer lesbaren Datei gespeichert. Legen Sie zur Datensicherung bei Bedarf Kopien an. Das Ablageverzeichnis ändern Sie über **„Einstellungen“ → „Optionen…“**.

6.1 Neue Anwendungsbedingung anlegen

1. Klicken Sie auf **„neue Anwendungsbedingung…“**.
2. Geben Sie eine **„Bezeichnung“** und optional eine **„Beschreibung“** ein.
3. Klicken Sie neben **„anwendungsbedingte Maßänderungen“** auf **„Hinzufügen…“**.
4. Wählen Sie die **„Art der Maßänderung“** und klicken Sie auf **„Weiter“**.
5. Geben Sie die Kennwerte ein. PolTolerances-AC berechnet daraus das **„Ergebnis [%]“**. Alternativ klicken Sie ohne Eingabe auf „Weiter“ und tragen die Werte direkt ein.
6. Prüfen Sie in **„Zusammenfassung und Notizen“** Richtung (Maß-Vergrößerung oder -Verkleinerung), minimalen und maximalen Wert und klicken Sie auf **„Weiter“** und **„Fertigstellen“**.
7. Fügen Sie bei Bedarf weitere Maßänderungen hinzu und speichern Sie die Anwendungsbedingung mit **„OK“**.

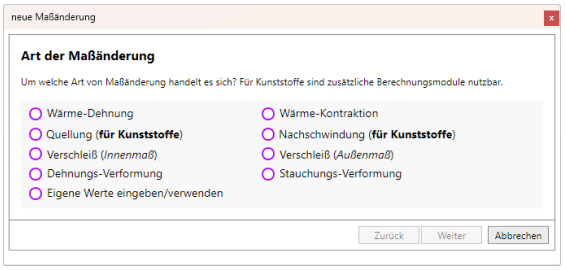


Abbildung 18: Art der Maßänderung wählen

Art der Maßänderung	Hinweis
Wärme-Dehnung / Wärme-Kontraktion	Aus Wärmedehnzahl [10^{-6}/K] und maximaler bzw. minimaler Formteiltemperatur.
Quellung, Nachschwindung	Zusätzliche Berechnungsmodule für Kunststoffe.
Verschleiß (Innenmaß / Außenmaß)	Materialabtrag im Einsatz.
Dehnungs-Verformung, Stauchungs-Verformung	Verformung unter Last.
Eigene Werte eingeben/verwenden	Maßänderung direkt in Prozent angeben.

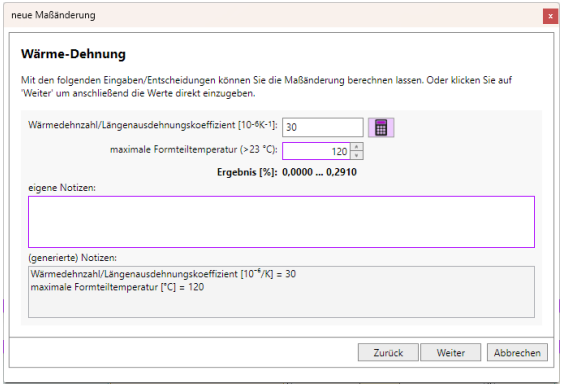


Abbildung 19: Wärme-Dehnung: 30·10^{-6}/K bis 120 °C ergibt 0 … 0,291 %

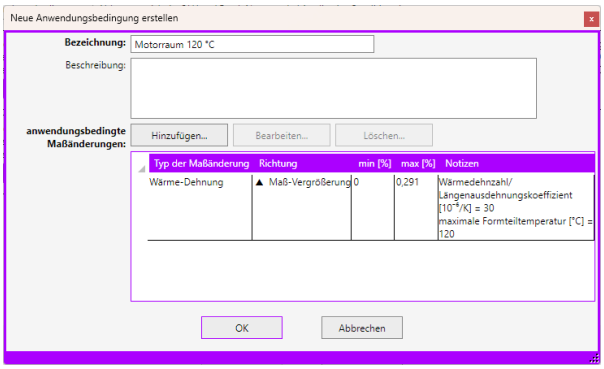


Abbildung 20: Neue Anwendungsbedingung mit einer Maßänderung

Wie Sie geeignete Werte für die Maßänderungen bestimmen, beschreibt Abschnitt 8.2. Weitere Details zu den einzelnen Maßänderungen und ihren Berechnungsmodulen finden Sie im Buch „Entwicklung und Konstruktion von Kunststoffteilen“.

7 Drucken und Hilfe

7.1 Drucken / Druckvorschau

Wählen Sie im Projekt **„Projekt“ → „Drucken / Druckvorschau…“**. Die Vorschau enthält die Projektangaben (Bezeichnung, Beschreibung, Werkstoff, Anwendungsbedingung, Toleranzgruppe, Erstellungs- und Änderungsdatum) sowie alle Passungen und unabhängigen Maße mit ihren ABF- und AWB-Werten. Über das Drucker-Symbol oben links drucken Sie; unten rechts ändern Sie Seitenansicht und Vergrößerung.

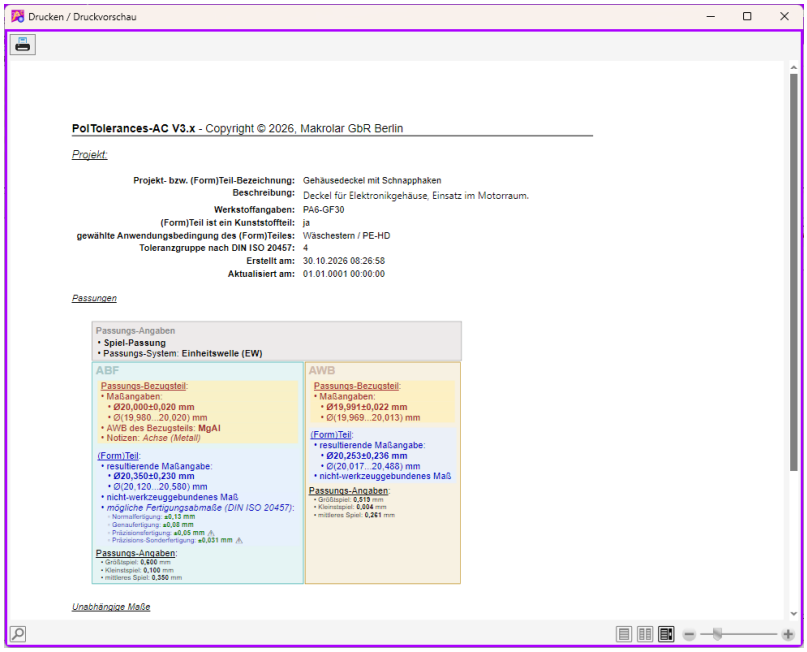


Abbildung 21: Druckvorschau eines Projekts

Die Liste aller Anwendungsbedingungen drucken Sie über **„Anwendungsbedingungen“ → „Drucken / Druckvorschau…“**.

7.2 Abkürzungen

Die Schaltfläche mit der Sprechblase in der violetten Leiste öffnet das Fenster **„Abkürzungen“**:

Abkürzung	Bedeutung
AWB	Maßbezugssystem Anwendungsbedingungen: alle Nutzungs- und Lagerungsbedingungen während des Anwendungszeitraumes und nach der Fertigung, soweit sie sich auf Maßhaltigkeit und Funktionserfüllung auswirken.
ABF	Maßbezugssystem Abnahmebedingungen der (Form)Teilfertigung: Lagerung bis zur Abnahme bei 23 °C ± 2 K und 50 % ± 10 % relativer Luftfeuchte, Prüfung frühestens 16 und spätestens 72 Stunden nach der Herstellung.
TG	Toleranzgruppen (TG1 bis TG9): Einteilung der formmasse- und verfahrensbedingten Streubreite von Fertigungstoleranzen bei Kunststoff-Formteilen, angelehnt an das ISO-System nach DIN EN ISO 286-1 und -2.
EW	Passungs-System Einheitswelle: Die Welle hat ein festes Toleranzfeld, die Bohrung wird angepasst.
EB	Passungs-System Einheitsbohrung: Die Bohrung hat ein festes Toleranzfeld, die Welle wird angepasst.

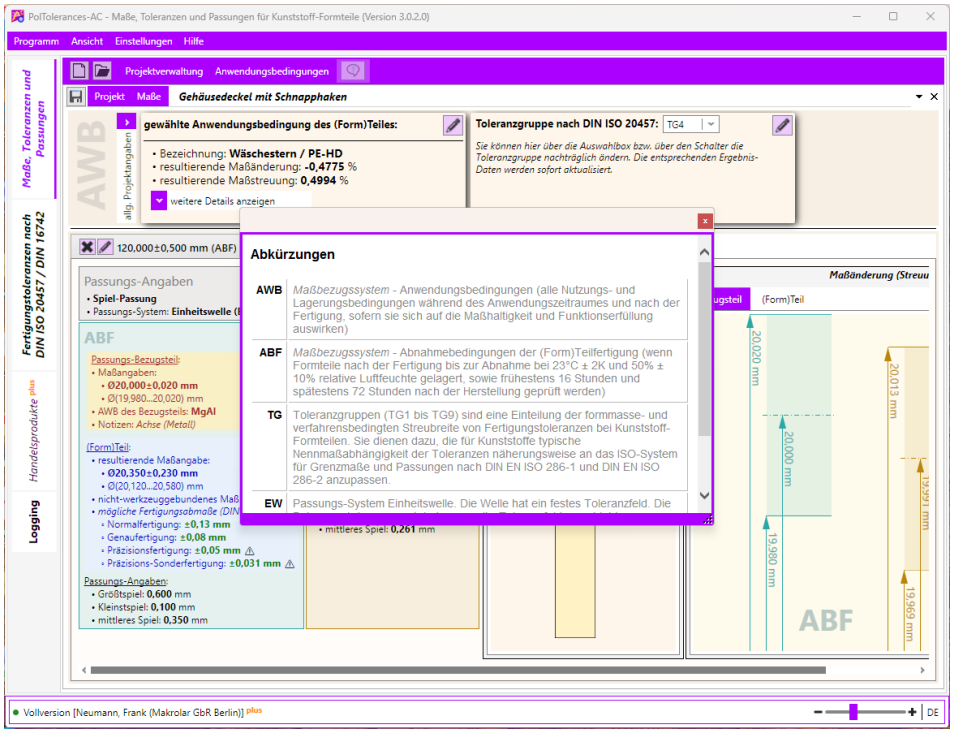


Abbildung 22: Fenster „Abkürzungen“

8 Fachliche Grundlagen

8.1 Maßbezugsebenen und Transformation

Grundlage für Formteilentwicklung, Werkzeugkonstruktion und Fertigung sind die Einsatz- bzw. **Anwendungsbedingungen (AWB)** des Teils. Sind Maßänderungen nach der Fertigung für die Funktion von Bedeutung, müssen sie bei der Festlegung von **Maßlage**, **Maßverschiebung** und **Maßstreuung** berücksichtigt werden. Ausgehend von den funktionalen Anforderungen an Maße, Toleranzen und Passungen werden die Werte deshalb auf die jeweils andere Maßbezugsebene umgerechnet: von den Anwendungsbedingungen (AWB) auf die Abnahmebedingungen der Fertigung (ABF) oder umgekehrt.

Allgemein werden drei eng verbundene Maßbezugsebenen unterschieden: Teileanwendung, Teilefertigung und Werkzeugfertigung. Je Ebene werden Lage (Toleranzmittenmaß C), Verschiebung (Maßverschiebung Δl, mit Vorzeichen) und Streuung (Toleranz T) betrachtet. Der Konstruktionsentwurf wird gedanklich entgegen der Richtung der Maßentstehung bearbeitet – von der Anwendung zur Fertigung. PolTolerances-AC behandelt die beiden oberen Ebenen AWB und ABF.

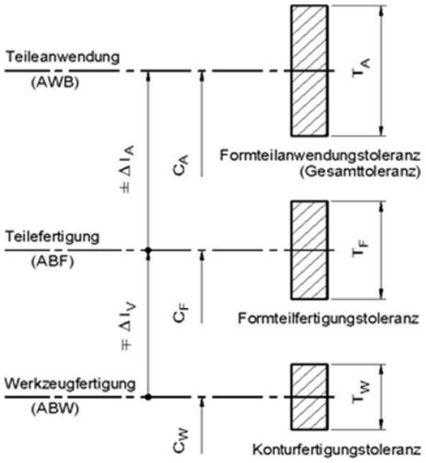


Abbildung 23: Maßbezugsebenen für Anwendung und Fertigung von Kunststoffteilen

Liegen die Maße unter ABF vor oder wurden sie berechnet, bewertet PolTolerances-AC sie zusätzlich nach DIN ISO 20457: ob, wie und unter welchen Bedingungen die Maße, Toleranzen und Passungen in der Fertigung realisierbar sind. Das kann dazu führen, dass Entscheidungen zum Formteilwerkstoff oder zu den Zulieferteilen präzisiert werden müssen, was wiederum Korrekturen an der Werkzeugkonstruktion nach sich ziehen kann. Die Auslegung ist deshalb in der Regel ein **iterativer Prozess**.

Grundlage der Umrechnung sind die definierten Anwendungsbedingungen mit ihren (werkstoffabhängigen) Maßänderungen. Sie lassen sich dem **Formteil**, dem jeweiligen **Passungs-Bezugteil** und/oder **einzelnen Maßen** zuordnen – letzteres z. B. für Verschleiß, Dehnung oder Stauchung an einer bestimmten Stelle.

8.2 Anwendungsbedingte Maßänderungen bestimmen

Für die Bestimmung der Maßänderungen unter Anwendungsbedingungen werden **Bedingungsparameter** und **Werkstoffkennwerte** benötigt. Es gilt der Grundsatz, dass die funktional erforderliche Maßhaltigkeit zu **jedem Zeitpunkt der Anwendungszeit** gewährleistet sein muss. Wer nicht über eigene Kennwerte und Erfahrungen verfügt, kann sich mit dem folgenden Schema eine Orientierungsgrundlage erarbeiten.

- **Bedingungsparameter** ergeben sich aus der konkreten Anwendungsumgebung: Raumklimate, Freiluftklimagebiete der Erde sowie spezielle Bedingungen durch Wärmequellen (z. B. Motorwärme, Glashauseffekt, Heizwärme) und Wärmesenken (z. B. Kühlgeräte, Kühlräume).
- **Werkstoffkennwerte** (z. B. Wärmedehnzahl, Quellung) stammen aus Datenblättern der Hersteller oder anderen Quellen; viele Kunststoff-Handelstypen sind auch im Modul „Handelsprodukte plus“ enthalten. Wegen der Temperaturabhängigkeit der Kennwerte sind gegebenenfalls Bezugstemperaturen zu beachten.

Relative Maßänderungen nach ABF. Beliebig viele und verschiedenartige Verläufe der Maßänderung ε während der Anwendungszeit werden durch die Extremwerte **εmax** (Dilatation) und **εmin** (Kontraktion) begrenzt. Unter der Annahme normalverteilter Verläufe berechnet PolTolerances-AC daraus die **mittlere**

relative Maßverschiebung und die **relative Maßstreuung** – auf den Karten der Anwendungsbedingungen als resultierende Maßänderung und Maßstreuung angezeigt.

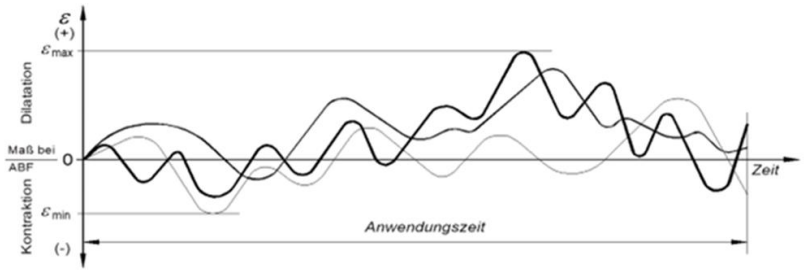


Abbildung 24: Verläufe der relativen Maßänderung in der Anwendungszeit, begrenzt durch εmax und εmin

Maßänderungen durch mechanische Beanspruchung sind nach **Dehnung** und **Stauchung** zu unterscheiden. Verschleiß wird über Verschleißraten V in % berücksichtigt, getrennt für **Innenteile** (Wellen) und **Außenteile** (Bohrungen). Für Wärmedehnung, Wärmekontraktion, Quellung und Nachschwindung stehen beim Anlegen einer Maßänderung Berechnungsmodule zur Verfügung (Abschnitt 6.1).

8.3 Ursachen anwendungsbedingter Maßänderungen

Zu den **Anwendungsbedingungen** gehören alle Nutzungs- und Lagerungsbedingungen nach der Fertigung, soweit sie Maßhaltigkeit und Funktion beeinflussen. Werden Einzelteile erst lange nach der Fertigung montiert, sind Lagerungs- und Montagebedingungen unter Umständen als Sonderfall der AWB zu behandeln. 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; eine allgemeine Normierung ist wegen der Vielzahl der Einflüsse nicht möglich. Ursachen 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

8.4 Abnahmebedingungen der Fertigung (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. Weichen die Bedingungen davon ab, 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)

> **Hinweis:** Die Grundlagen der Fertigungstoleranzen nach DIN ISO 20457 / DIN 16742 – Toleranzgruppen, Verarbeitungsschwindung, Werkzeugbindung und Toleranzreihen – beschreibt das Benutzerhandbuch zu PolTolerances.

9 Menüs

Menü	Befehle
Programm	**Programm beenden**; **Info über…**
Ansicht	Wechsel zwischen **„Maße, Toleranzen und Passungen unter Anwendungsbedingungen“**, **„Fertigungstoleranzen nach DIN ISO 20457 / DIN 16742“** und **„Handelsprodukte“**; **Originalgröße (100 %)**; **Ergebnisse-Änderungs-Ansicht**.
Einstellungen	**Server-Verbindung…**; **Lizenz aktivieren…**; **Lizenz zurücksetzen…**; **Optionen…**; **Language/Sprache…**
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…**
Projektverwaltung (violette Leiste)	**neues Projekt…**; **Projekt laden…**; **alle Projekte schließen**.
Anwendungsbedingungen (violette Leiste)	**Verwalten…**; **Drucken / Druckvorschau…**
Projekt (im geöffneten Projekt)	**Projekt speichern**; **Projekt speichern unter**; **Drucken / Druckvorschau…**; **Projekt schließen**.
Maße (im geöffneten Projekt)	**neues unabhängiges Maß…**; **neues Passungs-Maß…**

10 Tipps und häufige Fragen

Frage	Antwort
Was ist der Unterschied zwischen ABF und AWB?	ABF ist der Zustand bei der Abnahme in der Fertigung, AWB der Zustand im Einsatz. Toleranzen nach DIN ISO 20457 gelten unter ABF; PolTolerances-AC rechnet sie auf AWB um.
Welche Transformationsrichtung soll ich wählen?	„Eingabe unter ABF“, wenn Sie Zeichnungsmaße kennen und wissen wollen, wie sie sich im Einsatz verhalten. „Eingabe unter AWB“, wenn die Funktion im Einsatz vorgegeben ist und Sie die Fertigungsmaße suchen.
Das Formteil und das Bezugteil bestehen aus verschiedenen Werkstoffen.	Wählen Sie für das Passungs-Bezugteil eine eigene Anwendungsbedingung (Abschnitt 5.2, Schritt 3).

Frage	Antwort
Ich möchte die Anwendungsbedingung oder Toleranzgruppe nachträglich ändern.	Verwenden Sie das Stift-Symbol im jeweiligen Kasten der Projektansicht. Alle Maße werden sofort neu berechnet.
Für ein einzelnes Maß gelten andere Bedingungen.	Wählen Sie beim Erfassen des Maßes eine „zusätzliche Anwendungsbedingung (für das aktuelle Maß)“.
Woher bekomme ich Werte für die Maßänderungen?	Aus Datenblättern, eigenen Messungen oder den Berechnungsmodulen beim Anlegen einer Maßänderung. Maßgebend sind die Extremwerte während der gesamten Anwendungszeit (Abschnitt 8.2).
Kann ich PolTolerances-AC auch für Metallteile nutzen?	Ja. Wählen Sie im Projekt-Assistenten „(Form)Teil aus einem anderen Werkstoff“; dann entfällt die Toleranzgruppe nach DIN ISO 20457.
Was bedeutet das Warndreieck bei den Fertigungsabmaßen?	Diese Toleranzreihe ist mit dem Formteilhersteller zu vereinbaren.