

## 1 ISO-GPS: Dimensionelle Tolerierung nach DIN EN ISO 14405

Unter der **dimensionellen Tolerierung** versteht man die Festlegung der **Toleranzen für Längen- und Winkelmaße** (lineare Größenmaße und Winkelgrößenmaße). Aktuell beinhalten die Normen DIN EN ISO 14405-Teil 1, Teil 2 und Teil 3 die gültigen Regeln und Symbole zur Tolerierung der Bauteile. Durch die ergänzende Angabe relevanter **Spezifikationsoperatoren** (ISO 14405-1, ISO 14405-3) können Größenmaßelemente funktionsgerecht spezifiziert werden.

Nach dem Grundsatz der Unabhängigkeit (ISO 8015, Kapitel 5.5) gilt als Default das **Unabhängigkeitsprinzip**. Das Hüllprinzip muss bei Bedarf vom Konstrukteur angegeben werden. Die globale Festlegung für das Hüllprinzip kann durch folgende Angabe im Schriftfeld erfolgen: „Size ISO 14405 **Ⓔ**“.

### 1.1 DIN EN ISO 14405-1, -2, -3

**DIN EN ISO 14405-1** legt **Spezifikationsoperatoren** (Tolerierungsregeln) **für lineare Größenmaße** fest. (Neuer Entwurf DIN EN ISO 14405-1:2024-06)

Lineare Größenmaße sind die Maße von Geometrieelementen (Größenmaßelemente) wie:

- Durchmesser an einem Zylinder, z.B. Wellen und Bohrungen
- Durchmesser an einer Kugel
- Durchmesser an einem Kreis
- Durchmesser am Querschnitt eines Torus
- Abstand gegenüberliegender paralleler Geraden
- Abstand gegenüberliegender paralleler Ebenen, z. B. Breiten von Nuten und Federn

**DIN EN ISO 14405-2** legt **Tolerierungsregeln** (geometrische Tolerierung) **für nicht-lineare Größenmaße** fest.

Nicht-lineare Größenmaße sind z.B.:

- Lineare oder winklige Mittenabstände
- Stufenmaße
- Radien, Bogenmaße
- Fasen, Abschrägungen
- Maße zur Bestimmung von Profilformen und Konturen

Hier führen Maßtoleranzen zu einer Spezifikationsmehrdeutigkeit. Deshalb ist die „geometrische Tolerierung“ (Form- und Lagetoleranzen) der Maßtolerierung vorzuziehen!

**DIN EN ISO 14405-3** legt **Spezifikationsoperatoren** (Tolerierungsregeln) **für Winkelgrößenmaße** fest.

Winkelgrößenmaße sind die Maße von Geometrieelementen (Größenmaßelemente) wie:

- Kegel
- Kegelstumpf
- Keil

## 1.2 DIN EN ISO 14405-1:2017-07

### Spezifikationsmodifikatoren mit Beschreibung für lineare Größenmaße

- (LP) ➤ **Örtliches Zweipunktgrößenmaß** (rechtwinklig zur Mittellinie bzw. Mittelebene nach Gauß)
- (LS) ➤ **Örtliches Sphärisches Größenmaß, festgelegt durch eine Kugel** (Pferchkugel)
- (GG) ➤ **Zuordnungskriterium nach der Methode der kleinsten Quadrate** (Gauß-Kriterium)
- (GX) ➤ **Zuordnungskriterium größtes einbeschriebenes Größenmaß** (Pferchelement)
- (GN) ➤ **Zuordnungskriterium kleinstes umschreibendes Größenmaß** (Hüllelement)
- (GC) ➤ **Minimax Größenmaß** (Tschebyschew-Kriterium)
- (CC) ➤ **Umfangsbezogener Durchmesser** (berechnetes Maß)
- (CA) ➤ **Flächenbezogener Durchmesser** (berechnetes Maß)
- (CV) ➤ **Volumenbezogener Durchmesser** (berechnetes Maß)
- (SX) ➤ **Größtes Rangordnungsmaß<sup>1)</sup>** (max. Größenmaß)
- (SN) ➤ **Kleinstes Rangordnungsmaß<sup>1)</sup>** (min. Größenmaß)
- (SA) ➤ **Mittelwert des Rangordnungsmaßes<sup>1)</sup>** (arithmetischer Mittelwert der Größenmaße)
- (SM) ➤ **Median des Rangordnungsmaßes<sup>1)</sup>** (Medianwert/Zentralwert der Größenmaße)
- (SD) ➤ **Mittlerer Wert der Spanne des Rangordnungsmaßes<sup>1)</sup>** (Spannweitenmitte der Größenmaße)
- (SR) ➤ **Spanne des Rangordnungsmaßes<sup>1)</sup>** (Spannweite der Größenmaße)
- (SQ) ➤ **Quadratische Streubreite des Rangordnungsmaßes<sup>1)</sup>** (Standardabweichung der Größenmaße)

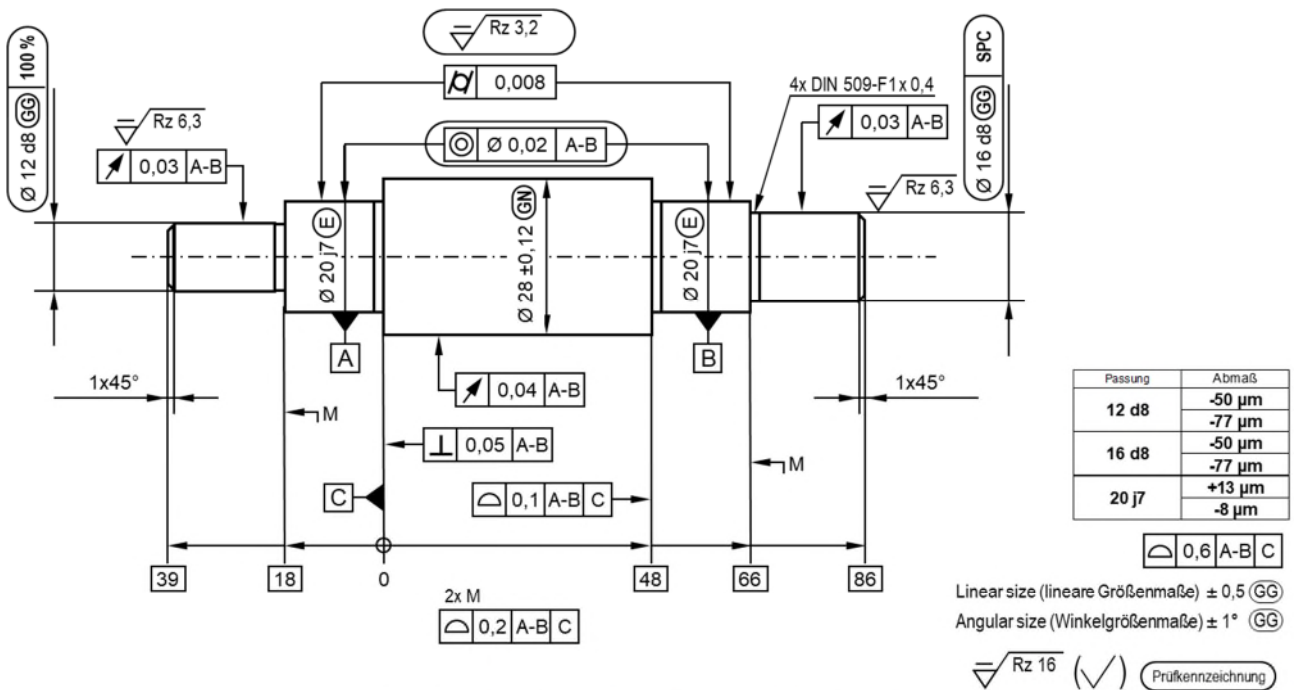
1) Rangordnungsgrößenmaße können als Ergänzung zu berechneten oder globalen Teilbereichsgrößenmaßen oder örtlichen Größenmaßen verwendet werden.

### DIN EN ISO 14405-1:2017-07 Allgemeine Spezifikations-Modifikationssymbole für lineare Größenmaße

| Symbol           | Beschreibung  | Zeichnungseintrag                                    |
|------------------|---|--|
| (E)              | Hüllbedingung   | Ø 25 H7 (E)  |
| / Länge          | beliebiger eingeschränkter Teilbereich eines Geometrieelementes | Ø 34 <sup>+0,02</sup> / <sub>-0,02</sub> / 15        |
| ACS              | beliebige Querschnittsfläche                                    | Ø 34 <sup>+0,02</sup> / <sub>-0,02</sub> (GX) ACS    |
| SCS              | festgelegte Querschnittsfläche                                  | Ø 34 <sup>+0,02</sup> / <sub>-0,02</sub> (GX) SCS    |
| ALS              | beliebiger Längsschnitt   | 54 <sup>+0,1</sup> / <sub>-0,1</sub> ALS             |
| Anzahl x         | mehr als ein Geometrieelement toleriert                         | 2x Ø 25 H7 (E)                                       |
| CT               | gemeinsam toleriertes Geometrieelement                          | 2x Ø 25 H7 (E) CT                                    |
| UF <sup>2)</sup> | Vereinigtes Größenmaßelement <sup>2)</sup>                      | UF 4x Ø 25 ±0,1 (GN)                                 |
| (F)              | Bedingung für den freien Zustand (nicht-formstabile Werkstücke) | Ø 34 <sup>+0,3</sup> / <sub>-0,3</sub> (LP) (SA) (F) |
| ↔                | eingeschränkte Tolerierung zwischen ...                         | Ø 34 <sup>+0,02</sup> / <sub>-0,02</sub> A ↔ B       |
| ⊥/A              | Schnittebenenindikator  | Ø 25 H7 ALS ⊥/A                                      |
| ←⊥A              | Richtungselementindikator                                       | Ø 22 H8 ACS ←⊥A                                      |
| 1                | Hinweiszeichen (Markierung, Kennzeichnung)                      | Ø 25 H7 1  |

2) Das Symbol UF kann angewendet werden für die Identifizierung eines vereinigten Größenmaßelements oder eines vereinigten Geometrieelements, das kein Größenmaßelement ist.

### 1.3 Beispiel 1: Spezifikation Motorwelle

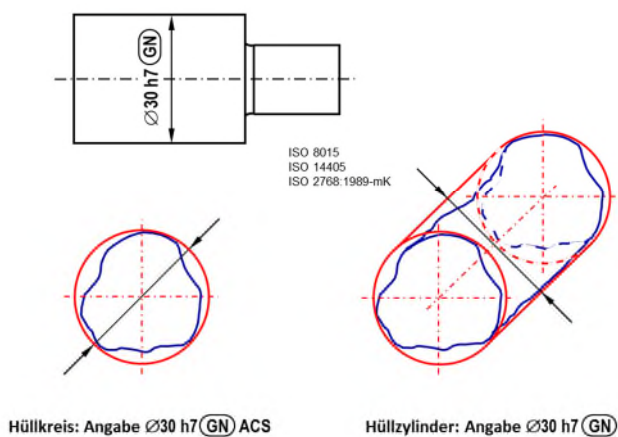


| Grundsätze<br>ISO 8015      | Maßtoleranz<br>ISO 14405-1 (GG) | Winkelmaßtoleranz<br>ISO 14405-3 (GG) | Allgemeintoleranz<br>ISO 22081 | Maßstab<br>1 : 1           | CNC-Fertigungstechnik GmbH   |
|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|----------------------------|--|
| Oberfläche<br>ISO 21920     | gezeichnet                      | Datum<br>02.05.2023                   | Name<br>Nauer                  | Werkstoff<br>C45R (1.1201) | Bezeichnung<br><b>Motorwelle</b><br>Sachnummer<br><b>1427-92-06</b><br>Status<br><b>06</b> |
| Kanten<br>DIN ISO 13715     | geprüft                         | 05.05.2023                            | Felber                         |                            |  |
| Darstellung<br>DIN ISO 5456 | Norm-Prüfung                    | 16.05.2023                            | Münch                          |                            |  |
|                             | Änderung                        |                                       |                                |                            |  |

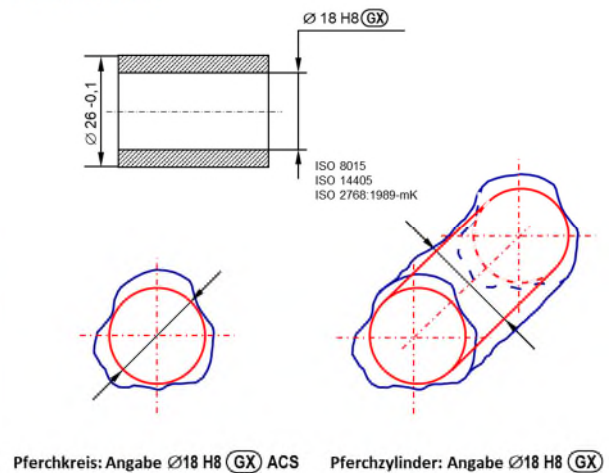
Quelle: www.quality-office.de

### 1.4 Beispiel 2: Hüllelement und Pferchelement

#### Hüllelement



#### Pferchelement



Quelle: www.quality-office.de

## 1.5 DIN EN ISO 14405-3:2017-07 – Spezifikationsmodifikatoren mit Beschreibung für Winkelgrößenmaße

- (LC) ➤ Zwei-Linien-Winkelgrößenmaß mit Minimax-Assoziationskriterium
- (LG) ➤ Zwei-Linien-Winkelgrößenmaß mit Gauß-Assoziationskriterium (kleinste Abweichungsquadrate)
- (GG) ➤ Globales Winkelgrößenmaß mit Gauß-Assoziationskriterium (kleinste Abweichungsquadrate)
- (GC) ➤ Globales Winkelgrößenmaß mit Minimax-Assoziationskriterium
- (SX) ➤ Größtes Winkelgrößenmaß<sup>1)</sup>
- (SN) ➤ Kleinstes Winkelgrößenmaß<sup>1)</sup>
- (SA) ➤ Mittleres Winkelgrößenmaß<sup>1)</sup> (Mittelwert)
- (SM) ➤ Median-Winkelgrößenmaß<sup>1)</sup>
- (SD) ➤ Mittelwert aus dem größten und kleinsten Winkelgrößenmaß<sup>1)</sup>
- (SR) ➤ Spanne des Winkelgrößenmaßes<sup>1)</sup> (Spannweite, Range)
- (SQ) ➤ Standardabweichung des Winkelgrößenmaßes<sup>1)</sup>

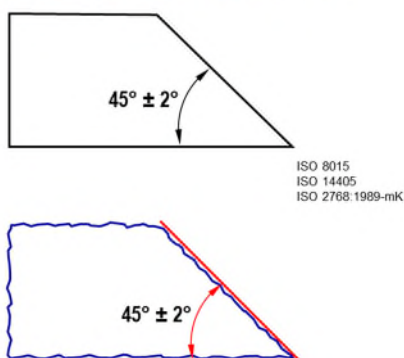
1) Das Rangordnungswinkelgrößenmaß kann zusätzlich zum berechneten Teilbereich-Winkelgrößenmaß oder globalen Teilbereich-Winkelgrößenmaß oder örtlichen Winkelgrößenmaß verwendet werden.

## DIN EN ISO 14405-3:2017-07 – Allgemeine Spezifikations-Modifikationssymbole für Winkelgrößenmaße

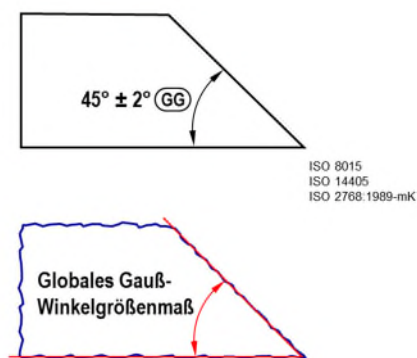
| Symbol             | Beschreibung  | Zeichnungseintrag                             |                                      |
|--------------------|---|---|--------------------------------------|
|                    |   | Rotationssymmetrisches Winkelgrößenmaßelement | Prismatisches Winkelgrößenmaßelement |
| / linearer Abstand | beliebiger eingeschränkter Teilbereich eines Winkelgrößenmaßelementes | $40^\circ \pm 1^\circ / 20$                   | $40^\circ \pm 1^\circ / 20$          |
| / Winkelabstand    | beliebiger eingeschränkter Teilbereich eines Winkelgrößenmaßelementes | $40^\circ \pm 1^\circ / 30^\circ$             | nicht anwendbar                      |
| SCS                | festgelegte Querschnittsfläche  | nicht anwendbar                               | $25^\circ \pm 3^\circ$ SCS           |
| Anzahl x           | mehr als ein Winkelgrößenmaßelement toleriert                         | $2x 35^\circ \pm 1^\circ$                     | $2x 35^\circ \pm 1^\circ$            |
| CT                 | gemeinsam toleriertes Winkelgrößenmaßelement                          | $2x 40^\circ \pm 1^\circ$ CT                  | $2x 40^\circ \pm 1^\circ$ CT         |
| (F)                | Bedingung für den freien Zustand (nicht-formstabile Werkstücke)       | $55^\circ \pm 3^\circ$ (F)                    | $55^\circ \pm 3^\circ$ (F)           |
| ↔                  | eingeschränkte Tolerierung zwischen ...                               | $32^\circ \pm 1^\circ$ A ↔ B                  | $32^\circ \pm 1^\circ$ A ↔ B         |

## 1.6 Beispiel 3: Zwei-Linien-Winkelgrößenmaß und Gauß-Assoziationskriterium

„Zwei-Linien-Winkelgrößenmaß“  
(default-Definition (LC)) für den  
Winkel zwischen beliebigen Linien



„Gauß-Assoziationskriterium (GG)“ für den  
tolerierten Winkel zwischen den Flächen



Quelle: www.quality-office.de