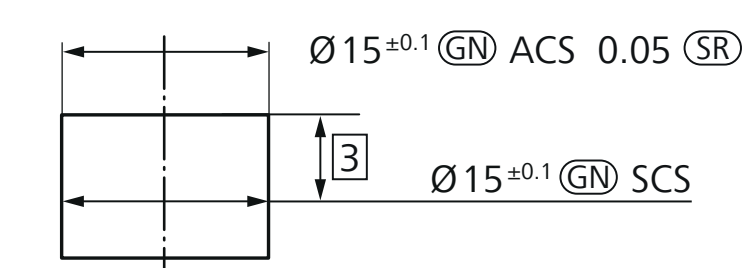


# Größenmaße und Modifikatoren

Größenmaße sind Maße in sich geschlossener Geometrieelemente, z. B. Durchmesser von Zylindern und Kreisen oder auch Abstände paralleler Flächen. Hier kann durch Angabe von Modifikatoren die Art der Toleranzspezifikation festgelegt werden.



- LP** Local Point: Spezifikation der Toleranz als Zweipunktmaß (bezogen auf den Gaußkreis-mittelpunkt)
- GX** Global Maximum: Spezifikation der Toleranzzone als Pferchkreis / Pferchzylinder (MCI/MICY).
- GN** Global Minimum: Spezifikation der Toleranzzone als Hüllkreis / Hüllzylinder (MCCI/MCCY).
- GC** Global Chebyshev: Spezifikation der Toleranzzone nach der Minimummethode von Tschebyscheff (MZCI/MZCY).
- GG** Global Gauss: Spezifikation der Toleranzzone als Gauß Bestfit (LSCI/LSCY).

Als Ergänzung zu den Modifikatoren können noch so genannte Rangordnungsmaße angegeben werden:

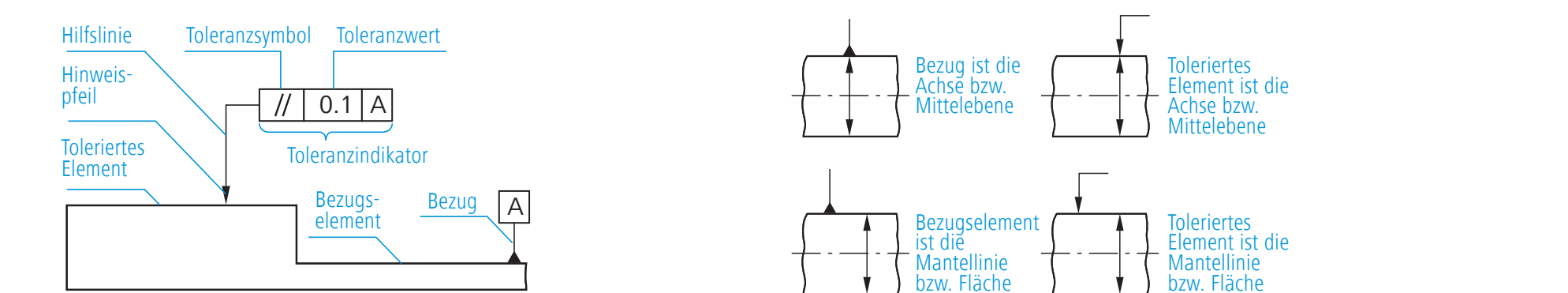
- SX** Statistical Maximum: Größter der gemessenen Werte
- SN** Statistical Minimum: Kleinsten der gemessenen Werte
- SA** Statistical Average: Mittelwert der gemessenen Werte
- SM** Statistical Median: Median der gemessenen Werte
- SR** Statistical Range: Spannweite der gemessenen Werte
- SD** Statistical Mid-Range: Mittelwert aus **SX** und **SN**

Zusätzliche Hinweise geben Vorschriften für die Spezifizierung an. Von diesen können entsprechende Messstrategien abgeleitet werden:

- ACS** Any Cross Section: Spezifiziert in jedem (möglichen) Kreisschnitt.
- SCS** Specific Cross Section: Spezifiziert nur in dem (meist durch ein theoretisches Maß angegebenen) Kreisschnitt.
- ALS** Any Longitudinal Section: Spezifiziert in jedem (möglichen) Längsschnitt.
- CZ** Combined Zone: Spezifizierung der Merkmale zusammen in einer gemeinsamen Toleranzzone.
- SZ** Seperate Zone: Spezifizierung der Merkmale unabhängig voneinander (in separaten Toleranzzonen).
- TED** Theoretically Exact Dimension: Theoretisches Maß ohne Toleranz zur Angabe der idealen Lage, z. B. [25] oder [60].

# Form- und Lagetoleranzen

Formtoleranzen begrenzen die Abweichungen eines einzelnen Elementes von seiner geometrisch idealen Form. Richtungs-, Orts- und Lauftoleranzen begrenzen die Abweichungen der gegenseitigen Lage zweier und mehrerer Elemente. Es können ein oder mehrere Elemente als Bezugs-elemente festgelegt werden.



- Rundheit (Formtoleranz): Die Toleranzzone wird in der zur Achse senkrechten Schnittenebene durch zwei konzentrische Kreise vom Abstand t begrenzt.
- Geradheit (Formtoleranz): Die Toleranzzone wird begrenzt durch - einen Zylinder vom Durchmesser t (□ einer Achse) - zwei parallele Ebenen vom Abstand t (□ einer Kante) - zwei parallele Geraden vom Abstand t (□ einer Mantellinie).
- ↻** Zylinderform (Formtoleranz): Die Toleranzzone wird durch zwei koaxiale Zylinder vom Abstand t begrenzt.   
☑ beschränkt implizit: □ Achse und □ Mantel und ☑ Mantel
- Ebenheit (Formtoleranz): Die Toleranzzone wird durch zwei parallele Ebenen vom Abstand t begrenzt.   
☑ beschränkt implizit: □ Oberfläche beziehungsweise □ Mittellinie

Lagetoleranzen benötigen – im Gegensatz zu den Formtoleranzen – fast immer auch einen oder mehrere Bezüge:

- //** Parallelität (Richtungstoleranz): Die Toleranzzone wird durch zwei parallele Geraden oder Ebenen vom Abstand t begrenzt, die zum Bezug parallel sind.   
☑ beschränkt implizit: □ Oberfläche bzw. □ Mittellinie/Achse/Mantel
- ⊥** Rechtwinkligkeit (Richtungstoleranz): Die Toleranzzone wird durch zwei parallele Ebenen vom Abstand t (oder einem Zylinder mit Ø t) begrenzt, die zum Bezug senkrecht stehen.   
☑ beschränkt implizit: □ Oberfläche bzw. □ Mittellinie/Achse
- ∠** Neigung (Richtungstoleranz): Die Toleranzzone wird durch zwei parallele Ebenen vom Abstand t (oder einem Zylinder mit Ø t) begrenzt, die zum primären Bezug im definierten Winkel stehen.   
☑ beschränkt implizit: □ Oberfläche bzw. □ Mittellinie/Achse
- ⊕** Position (Ortstoleranz): Die Toleranzzone wird durch einen Zylinder in Nennposition vom Durchmesser t begrenzt (bei Position mit Ø-Zeichen). Weitere Tolerierungen siehe DIN EN ISO 5458.   
☑ beschränkt implizit: □ □, ggf. auch □ □ und □ Ebene
- ≡** Symmetrie (Ortstoleranz): Die Toleranzzone wird durch zwei zur Bezugsachse oder Bezugsebene symmetrisch liegende Ebenen vom Abstand t begrenzt.   
☑ beschränkt implizit: □ Mittellinie ☑ Mittellinie ggf. □ Mittellinie
- ⊙** Koaxialität bzw. Konzentrität (Ortstoleranzen): Die Toleranzzone wird durch einen Zylinder bzw. Kreis vom Durchmesser t begrenzt, der zum Bezug koaxial bzw. konzentrisch ist.   
☑ Koaxialität beschränkt implizit: □ Achse □ Achse ☑ Konzentrität
- ∩** Linienprofil (Profiltoleranz ohne und mit Bezug): Die Toleranzzone wird durch zwei Kurven begrenzt, die Kreise vom Durchmesser t einhüllen, deren Mittelpunkte auf einer Linie von geometrisch idealer Form liegen. Ggf. schränkt ein Bezug die Lage ein.
- ∩** Flächenprofil (Profiltoleranz ohne und mit Bezug): Die Toleranzzone wird durch zwei Flächen begrenzt, die Kugeln vom Durchmesser t einhüllen, deren Mittelpunkte auf einer Fläche von geometrisch idealer Form liegen. Ggf. schränkt Bezug die Lage ein.
- ↻** Rundlauf bzw. Planlauf (Lauftoleranzen): Die Toleranzzone wird durch zwei konzentrische Kreise bzw. parallele Ebenen vom Abstand t begrenzt, die durch Bezug A-B definiert sind.   
☑ Rundlauf beschränkt: □ □ ☑ Planlauf beschränkt: □ Messlinie
- ↻** Gesamtrundlauf bzw. Gesamtplanlauf (Lauftoleranzen): Die Toleranzzone wird durch zwei koaxiale Zylinder bzw. parallele Ebenen (Abstand t) begrenzt, definiert durch Bezug A-B.   
☑ Rundlauf beschränkt: □ □ □ □ ☑ Planlauf beschränkt: □ □

# Zusätzliche Zeichnungseintragungen

- M** Maximum-Material-Bedingung: ☉ erlaubt das Dazuschlagen nicht ausgenützter Maßtoleranzanteile auf die tolerierte Form- oder Lageabweichung.   
Beispiel (einfacher Fall): Zylinderdurchmesser 6 mm und Geradheits-toleranz der Achse t = 0,5 mm (siehe Bild rechts). Wenn der Ist-Durchmesser 5,0 mm beträgt, darf die Geradheitsabweichung der Achse bis zu 1,5 mm betragen.
- L** Minimum-Material-Bedingung: ☉ erlaubt das Dazuschlagen nicht ausgenützter Maßtoleranzanteile (von der Materialseite weg) auf die tolerierte Form- oder Lageabweichung.   
Beispiel (einfacher Fall): Zylinderdurchmesser 6 mm und Geradheits-toleranz der Achse t = 0,5 mm (siehe Bild rechts). Wenn der Ist-Durchmesser 6,0 mm beträgt, darf die Geradheitsabweichung der Achse bis zu 1,5 mm betragen.
- R** Reziprozitätsbedingung: Die R-Bedingung erlaubt die „Umkehrung“ von ☉ oder ☉, also das Dazuschlagen nicht ausgenutzter Form- oder Lagetoleranzen zur Maßtoleranz.
- E** Hüllbedingung (engl. Envelope): Laut DIN EN ISO 8015 sind Maßtoleranzen und Form- und Lagetoleranzen stets unabhängig voneinander zu sehen. Durch Eintrag von ☉ an der Maßtoleranz wird die gesamte Toleranzbreite inkl. Formabweichungen auf die Maßtoleranz begrenzt. So darf im Beispiel rechts die äußere Hülle (Maß+Form) den Durchmesser von 6.0 mm nicht überschreiten. Wenn dieser z. B. schon durch die Maßtoleranz ausgenutzt ist, darf keine Formabweichung mehr auftreten.
- A** Achse als toleriertes Element: Zur Verdeutlichung, dass nicht die Oberfläche, sondern die Achse oder Mittellinie (Mittelgerade) toleriert ist, kann ☉ in die Zeichnung eingetragen werden (notwendig in 3D-Zeichnungen).
- F** Freier Zustand: Die Toleranz des (elastischen oder plastischen, nicht formstabilen) Werkstücks gilt im ungespanntem Zustand (nur durch die Schwerkraft geformt). Aufruf von DIN EN ISO 10579.
- UZ** Unsymmetrische Toleranzzone (bei Profilformtoleranzen): Hierbei wird die Toleranzzone um den Wert t aus der Materialmitte nach außen verschoben (im Beispiel rechts liegt die Zone ganz außerhalb des Materials).
- OZ** Unsymmetrische Toleranzzone (bei Profilformtoleranzen): Hierbei wird die Toleranzzone um einen unspezifizierten Wert verschoben. OZ („Offset Zone“) toleriert also nur Form und Lage, aber keine Maße.
- P** Projizierte Toleranzzone: Die Toleranzzone liegt um t verschoben ganz außerhalb des Werkstückes, um z. B. relevante Stellen für einen späteren Zusammenbau zu prüfen.
- <<** Bezugs-element wirkt nur als Richtungselement. Die Ortskoordinaten bleiben unberücksichtigt. ☉ Ø 0.2 A >>
- [PL]** Plane: Bezugs-element wirkt nur als Ebene. Andere Parameter des Bezugs-elementes (z. B. Nullpunktkoordinaten) bleiben unberücksichtigt. ☉ [0.6 A] [SL] ...
- [SL]** Straight Line: Bezugs-element wirkt nur als Gerade. Andere Parameter des Bezugs-elementes (z. B. Nullpunktkoordinaten) bleiben unberücksichtigt. ☉ [12°]
- [PT]** Point: Bezugs-element wirkt nur als Punkt. Andere Parameter des Bezugs-elementes (z. B. Richtungsangaben) bleiben unberücksichtigt. ☉ [0.03 A] ☉ [B]
- ☉/B** Orientierungsebenenindikator: Gibt eine zusätzliche Orientierung der Toleranzzone an. Im Beispiel ist die Parallelität nur parallel zu B zu prüfen. ☉ [0.03 A] ☉ [B]
- ☉/B** Schnittenebenenindikator: Gibt die Schnittebene an, in der die Toleranz definiert ist. Im Beispiel ist die Parallelität nur senkrecht zu B zu prüfen. ☉ [0.03 A] ☉ [B]
- K→L** Toleranzzoneneinschränkung: Die Toleranz muss nur im Bereich zwischen K und L eingehalten werden. 
$$\begin{matrix} K & \leftarrow & L \\ | & & | \\ - & 0.5 & - \end{matrix}$$
- K→L** Kontinuierlich veränderliche Toleranzzone: Die Toleranzbreite ändert sich von 0,3 mm (bei K) linear bis hin zu 0,5 mm (bei L). 
$$\begin{matrix} K & \leftarrow & L \\ | & & | \\ - & 0.3 - 0.5 & - \end{matrix}$$
- t/...** Toleranzzoneneinschränkung: Die Toleranz muss in jedem Abschnitt der Länge 100 (im Beispiel rechts) den Wert 0,5 einhalten. ☉ [0.5 / 100]
- ☉** Rundum-Symbol: Die Profiltoleranz gilt für alle Linien- und Flächenelemente umlaufend in der Ansichtsebene um das ganze Werkstück. ☉ [0.03]
- ☉/B** Kollektionsebene: Die Kollektionsebene definiert in Zusammenhang mit dem „Rundum“-Symbol einen Satz einzelner Geometrielemente, die zusammen toleriert sind. ☉ [0.3 A] ☉ [B]
- ☉** Rundherum-Symbol: Die Profiltoleranz gilt für alle (markierten) Linien- und Flächenelemente rundherum um das Werkstück gemeinsam. ☉ [0.03]

# Toleranzangaben zu Assoziation und Filter

Weiterhin können im Toleranzindikator Angaben zur Assoziation (rechnerischen Einpassung) der Elemente und zur Filterung gemacht werden, z. B. ☉ [0.1 X G50] [A] oder ☉ [0.1 N S150-50] oder ☉ [0.1 F3]. Es gilt:

- ×** Pferchelement: Das tolerierte Element ist als Pferchkreis / Pferchzylinder definiert (MCI/MICY).
- N** Hüllelement: Das tolerierte Element ist als Hüllkreis / Hüllzylinder definiert (MCCI/MCCY).
- G** Gauß-Element: Das tolerierte Element ist als Gauß Bestfit (Gaußkreis / Gaußzylinder) definiert (LPCI/LPCY).
- C** Minimelement: Das tolerierte Element ist nach der Minimummethode von Tschebyscheff definiert (MZCI/MZCY).
- T** Tangentialelement: Das tolerierte Element ist als äußeres Tangentialelement (nach der Minimummethode von Tschebyscheff) definiert (OTPL).
- G** Gauß-Filterung: Als digitales Filter ist das Standard-Gauß-Filter zu verwenden. Die Angabe „G15–“ bedeutet Tiefpassfilter mit 15 Wellen pro Umdrehung. „G150–15“ wäre ein Bandpassfilter.
- S** Spline-Filterung: Als digitales Filter ist das Spline-Filter zu verwenden. Die Angabe „S50–“ bedeutet Tiefpassfilter, „S150–50“ bedeutet Bandpassfilter mit 50-150 Wellen pro Umdrehung.
- F** Fourier-Analyse: Die Auswertung erfolgt mittels Fourier-Analyse. „F3“ beschränkt hier die Analyse auf die 3. harmonische Schwingung (Gleichdickform).

# Wichtige ISO-Normen zur GPS

- DIN EN ISO 1101 GPS – Tolerierung von Form, Richtung, Ort und Lauf
- DIN EN ISO 1660 GPS – Profiltolerierung
- DIN EN ISO 2692 Form- und Lagetolerierung, Maximum-Material-Bedingung
- DIN EN ISO 5458 GPS – Positionstolerierung
- DIN EN ISO 5459 GPS – Bezüge und Bezugssysteme
- DIN EN ISO 8015 GPS – Geometrische Tolerierung – Grundlagen – Konzepte, Prinzipien, Regeln
- DIN EN ISO 10579 GPS – Bemaßung und Tolerierung – Nicht-formstabile Teile
- DIN EN ISO 12180 GPS – Zylindrizität
- DIN EN ISO 12181 GPS – Rundheit
- DIN EN ISO 12780 GPS – Geradheit
- DIN EN ISO 12781 GPS – Ebenheit
- DIN EN ISO 14405-1 GPS – Dimensionelle Tolerierung – Teil 1: Längenmaße
- DIN EN ISO 14405-2 GPS – Dimensionelle Tolerierung – Teil 2: Andere als lineare Maße

**(AD)** Altered Default: Sollte für eine technische Zeichnung zusätzlich zu den GPS-Normen (oder sogar diese ersetzend) eine andere Norm oder ein Werkstandard zur Geltung kommen, so kann das im Toleranzrahmen mit der Ergänzung „AD Name der eigenen Norm“ geschehen.

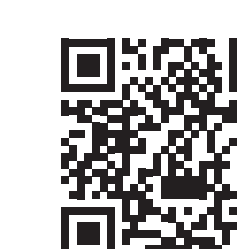
Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH  
73446 Oberkochen/Germany

Tel.: +49 7364 20-6336  
Fax: +49 7364 20-3870  
E-Mail: info.metrology.de@zeiss.com  
Internet: www.zeiss.de/int

# GPS – Geometrische Produkt Spezifikation

ZEISS ACADEMY METROLOGY

Weiterführende Informationen zur Geometrischen Produktspezifikation (und den Unterschieden zur ASME-Normung) gibt es in den Seminaren und Büchern der ZEISS Academy Metrology. Bücher können hier bestellt werden: [shop.metrology.zeiss.de](http://shop.metrology.zeiss.de)



DE 60\_050\_007314 Printed in Germany - CZ01/2023 © Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH ZEISS bemüht sich darum, dass alle Informationen korrekt sind, doch die Richtigkeit der Angaben kann nicht gewährleistet werden und ZEISS übernimmt keine Haftung bezüglich der Richtigkeit oder Vollständigkeit der Informationen.