

Form- und Lagetoleranzen

Begriffe Zeichnungseintragungen

DIN
7184
Blatt 1

Tolerances of form and position; definitions, indication on drawings

Ersatz für DIN 7182 Blatt 4

Zusammenhang mit der von der International Organization for Standardization (ISO) herausgegebenen Empfehlung ISO/R 1101-1969, siehe Erläuterungen.

1. Einführung

Ein Werkstück setzt sich aus einzelnen geometrischen Formelementen zusammen (Beispiele siehe Bild 1).

Da es nicht möglich ist, geometrisch ideale Werkstücke herzustellen, weichen die Formelemente der Werkstücke von der geometrisch idealen Form und Lage ab.

2. Geltungsbereich und Zweck

2.1. Diese Norm enthält Begriffe, Symbole und Eintragsarten für Form- und Lagetoleranzen an einzelnen Werkstücken, die sinngemäß auch für Baugruppen gelten. Zweck der Toleranzen nach dieser Norm ist die Sicherstellung einwandfreier Bedingungen für die Funktion und Austauschbarkeit von Werkstücken und Baugruppen.

2.2. Form- und Lagetoleranzen sollen nur dann eingetragen werden, wenn sie für die Funktionstauglichkeit und/oder wirtschaftliche Herstellung des betreffenden Teiles unerlässlich sind.

2.3. Wenn nur Maßtoleranzen angegeben sind, dann begrenzen diese auch die Form- und Lageabweichungen. Ausgenommen sind Symmetrie-, Koaxialitäts- und Laufabweichungen, sowie die Fälle, in denen auf besondere Festlegungen hingewiesen ist (z. B. auf werkstattübliche Genauigkeiten nach DIN 7168 Blatt 2 (z. Z. noch Entwurf)). Sollen für Form- und Lageabweichungen andere Grenzen eingehalten werden, dann müssen hierfür Toleranzen nach Abschnitt 6 dieser Norm angegeben werden.

2.4. Eine Formtoleranz kann für ein Formelement auch dann angegeben werden, wenn für dieses Formelement Freimaßtoleranzen (z. B. nach DIN 7168 Blatt 1) gelten.

2.5. Angegebene Form- und Lagetoleranzen bedingen nicht die Anwendung eines bestimmten Fertigungs-, Meß- oder Prüfverfahrens.

3. Begriffe

3.1. Toleranzzone

Die Toleranzzone ist die Zone, innerhalb der alle Punkte eines geometrischen Elementes (Punkt, Linie, Fläche, Mittelebene) liegen müssen. Je nach Art der Form- und Lagetoleranzen und ihrer Angabe in der Zeichnung ist die Toleranzzone eine der folgenden Zonen:

- die Fläche innerhalb eines Kreises,
- die Fläche zwischen zwei konzentrischen Kreisen,
- die Fläche zwischen zwei äquidistanten (gleichabständigen) Linien oder zwei parallelen Geraden,
- der Raum innerhalb einer Kugel,
- der Raum innerhalb eines Zylinders oder zwischen zwei koaxial liegenden Zylindern,
- der Raum zwischen zwei äquidistanten (gleichabständigen) Flächen oder zwei parallelen Ebenen,
- der Raum innerhalb eines Quaders.

3.2. Formtoleranzen

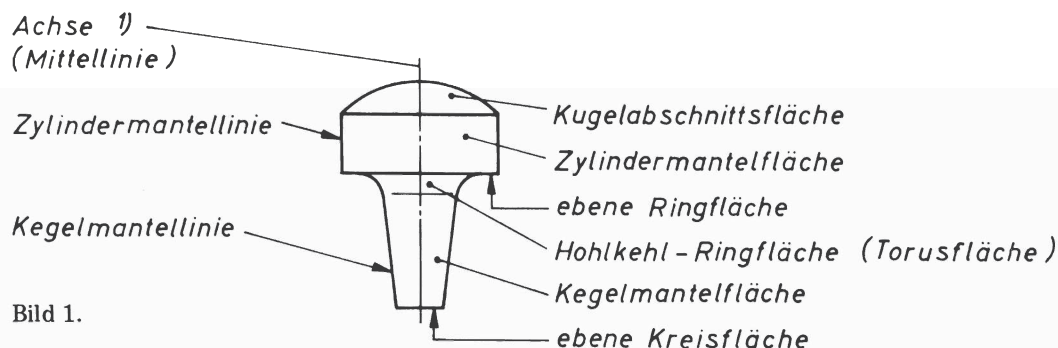
Formtoleranzen begrenzen die zulässigen Abweichungen eines Elementes von seiner geometrisch idealen Form. Sie bestimmen die Toleranzzone, innerhalb der das Element liegen muß und beliebige Form haben darf.

3.3. Lagetoleranzen

Lagetoleranzen sind Richtungs-, Orts- oder Lauftoleranzen. Sie begrenzen die zulässigen Abweichungen von der geometrisch idealen Lage zweier oder mehrerer Elemente zueinander, von denen meist eines als Bezugselement (siehe Abschnitt 3.4) festgelegt wird.

Wenn nötig können auch mehrere Bezugselemente festgelegt werden, z. B. Lagerstellen von Wellen.

Eine Lagetoleranz eines geometrischen Elementes bestimmt die Toleranzzone, innerhalb der das tolerierte Element liegen muß und — wenn keine Formtoleranz angegeben ist — beliebige Form haben darf.



1) Der Begriff „Achse“ ist in dieser Norm nicht definiert (siehe Erläuterungen).

Fortsetzung Seite 2 bis 18
Erläuterungen Seite 19

Ausschuß Toleranzen und Passungen im Deutschen Normenausschuß (DNA)
Ausschuß Zeichnungen im DNA

3.4. Bezugselement

Bezugselement ist dasjenige geometrische Element, das bei Anwendung einer Lagetoleranz als Ausgangsbasis dient. Als Bezugselement sollte möglichst das Element gewählt werden, das auch bei der Funktion des Werkstückes als Ausgangsbasis dient. Das Bezugselement muß genügend formgenau sein. Nötigenfalls müssen Formtoleranzen vorgeschrieben werden.

3.5. Maximum-Material-Bedingung

Die Maximum-Material-Bedingung gestattet, eine eingetragene Toleranz zu überschreiten, und zwar um den Betrag der Differenz zwischen Paarungsmaß und Maximum-Material-Maß.

Das Maximum-Material-Maß ist nach DIN 7182 Blatt 1 dasjenige Grenzmaß, das das „Maximum an Stoff“ des Werkstückes ergibt. Es ist das Größtmaß der Welle bzw. das Kleinstmaß der Bohrung.

3.6. Minimum-Bedingung

Beim Messen von Formabweichungen müssen die Begrenzungslinien bzw. die Begrenzungsflächen so an die Ist-Form gelegt werden, daß sich die geringste Formabweichung ergibt. Diese Bedingung des Ausrichtens wird Minimum-Bedingung genannt, d. h. das Werkstück oder das Profildigramm ist entsprechend dieser Minimum-Bedingung auszurichten (siehe h_1 in Bild 2 und Δr_1 in Bild 3).

Wird diese Minimum-Bedingung nicht beachtet, dann ergeben sich größere Abweichungen (siehe h_2 in Bild 2 und Δr_2 in Bild 3), die zu falschen Meßergebnissen führen.

Beim Messen von Lageabweichungen gilt die Minimum-Bedingung für das Bezugselement, d. h. bei Bezug auf die Achse ist (im Schiedsfall) das Werkstück nach dem Zylinder auszurichten, der die Bezugsachse kleinstmöglich einschließt.

Bei Bezug auf eine ebene Fläche ist (im Schiedsfall) das Werkstück nach den parallelen Ebenen auszurichten, die die Bezugsfläche kleinstmöglich einschließen.

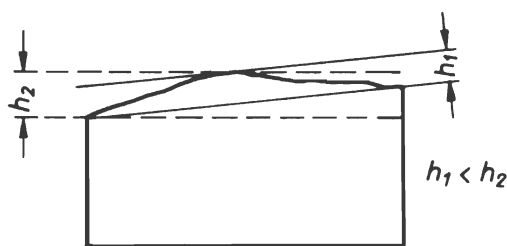


Bild 2.

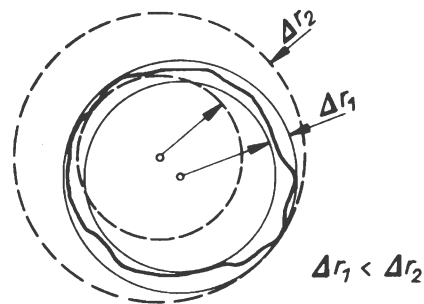


Bild 3.

4. Wechselbeziehung zwischen Maß-, Form- und Lagetoleranzen

4.1. Bei Werkstücken sind, abgesehen von Sonderfällen, die eingetragenen Form- und Lagetoleranzen kleiner als die Maßtoleranzen. In diesem Fall gilt für Formabweichungen (siehe auch Abschnitte 7.1.1 bis 7.1.6) und von den Lageabweichungen für Richtungsabweichungen (siehe auch Abschnitte 7.2.1 bis 7.2.3) die geometrisch ideale Form mit Maximum-Material-Maß als Begrenzung des Werkstückes, die nicht überschritten werden darf. Dadurch wird bei Passungen die Paarung der Werkstücke gewährleistet.

4.2. Wenn die Form- und Richtungstoleranzen größer als die Maßtoleranzen sind (z. B. Geradheitstoleranzen bei Stabmaterial, Ebenheitstoleranzen bei Blechen), dürfen diese Form- und Richtungsabweichungen unabhängig von den Istmaßen auftreten, also auch dann, wenn überall Maximum-Material-Maß vorliegt.

4.3. Koaxialitäts- und Symmetrietoleranzen (siehe auch Abschnitte 7.2.5 und 7.2.6) gelten für Achsen bzw. Mittelebenen. Deshalb sind diese Toleranzen von den Istmaßen der betroffenen Elemente unabhängig. Die Koaxialitäts- und Symmetrieabweichungen dürfen also auch dann auftreten, wenn überall Maximum-Material-Maß vorliegt. Die Rundlauftoleranz (siehe auch Abschnitt 7.2.7.1) ist eine Summentoleranz aus Rundheits- und Koaxialitätstoleranz, und zwar derart, daß die zulässige Koaxialitätsabweichung von der eingetragenen Rundlauftoleranz und der vorhandenen Rundheitsabweichung abhängig ist. Die Rundlauftoleranzen sind wie die Koaxialitäts- und Symmetrietoleranzen von den Istmaßen unabhängig.

4.4. Aus Abschnitt 4.3 folgt, daß die Prüfung der Istmaße und die Prüfung der Koaxialitäts-, Symmetrie- und/oder Laufabweichung unabhängig voneinander vorgenommen werden kann. Dies gilt auch für Form- und Richtungsabweichungen, wenn diese Form- bzw. Richtungsabweichungen größer sind als die Maßtoleranzen (vergleiche Abschnitt 4.2).

5. Übersicht über die Arten der Form- und Lagetoleranzen

Art der Toleranz	Tolerierte Eigenschaft	Symbol	Begriff siehe		
			Abschnitt	Seite	
Formtoleranzen	Geradheit	—	7.1.1.	7	
	Ebenheit		7.1.2.	8	
	Rundheit (Kreisform)		7.1.3.	8	
	Zylinderform		7.1.4.	9	
	Linienform		7.1.5.	9	
	Flächenform		7.1.6.	9	
Lagetoleranzen	Richtungstoleranzen	Parallelität		7.2.1.	10
		Rechtwinkligkeit		7.2.2.	12
		Neigung (Winkligkeit)		7.2.3.	14
	Ortstoleranzen	Position		7.2.4.	15
		Konzentrität und Koaxialität		7.2.5.	16
		Symmetrie		7.2.6.	17
	Lafttoleranzen	Lauf		7.2.7.	18
		Rundlauf		7.2.7.1.	18
		Planlauf		7.2.7.2.	18

6. Eintragung der Form- und Lagetoleranzen

6.1. Grundzeichen für die Eintragung

Zum Eintragen der Form- und Lagetoleranzen in Zeichnungen werden verwendet:

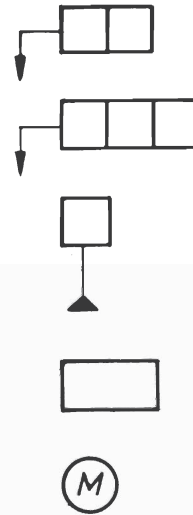
Toleranzrahmen mit Bezugspfeil auf das tolerierte Element weisend. Der Bezugspfeil darf unter Umständen auch rechts an den Toleranzrahmen gesetzt werden.

Toleranzrahmen wie oben mit zusätzlichem Feld für Hinweis auf das Bezugselement

Bezugsdreieck mit Rahmen für den Bezugsbuchstaben zur Kennzeichnung des Bezugselementes

Rechteckiger Rahmen zur Kennzeichnung von theoretischen Maßen für die Angabe der geometrisch idealen (theoretisch genauen) Lage der Toleranzzone

Symbol für Maximum-Material-Bedingung nach Abschnitt 3.5



6.2. Tolerierte Eigenschaft, Toleranzangabe und Hinweis auf das Bezugselement

6.2.1. Das Symbol für die tolerierte Eigenschaft, der Toleranzwert und gegebenenfalls ein Hinweis auf das Bezugselement werden im Toleranzrahmen mit Bezugspfeil in nachstehender Reihenfolge angegeben (Bild 4):

Symbol für die tolerierte Eigenschaft

Toleranzwert in der für die Zeichnung geltenden Maßeinheit

Bezugsbuchstabe als Hinweis auf das Bezugselement

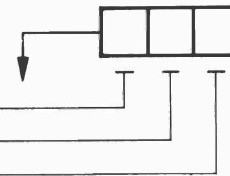


Bild 4.

6.2.2. Der Bezugspfeil wird entsprechend Bild 5 eingetragen, wenn das tolerierte Element eine Fläche oder Linie (z. B. Mantellinie) aber keine Achse ist.

Um Verwechslungen mit den Festlegungen nach Abschnitt 6.2.3 zu vermeiden, müssen Maßlinien in einem Abstand von mindestens 4 mm seitlich vom Bezugspfeil angeordnet werden (Bild 5).

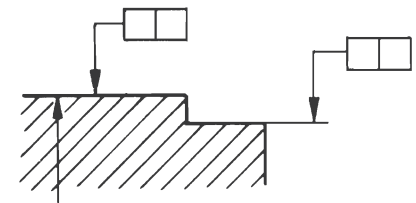


Bild 5.

6.2.3. Gilt die Toleranzangabe für eine Achse oder Mittelebene als toleriertes Element, dann wird der Bezugspfeil in Richtung der Maßlinie an einen der Maßpfeile der betreffenden Maßangabe gesetzt (Bild 6 a). Bei Platzmangel darf der Bezugspfeil anstelle eines der beiden Maßpfeile gesetzt werden (Bild 6 b).

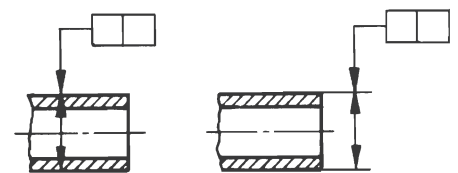


Bild 6 a.

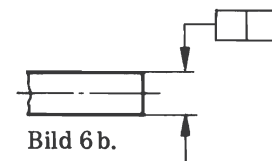


Bild 6 b.

6.2.4. Bezieht sich die Toleranzangabe auf alle durch die Mittellinie dargestellten Achsen oder Mittelebenen, dann steht der Bezugspfeil senkrecht auf dieser Mittellinie (Bild 7).

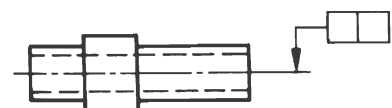


Bild 7.

6.2.5. Bei tolerierten Elementen bei denen die Toleranzzone ein Kreis oder ein Zylinder ist, erhält der Toleranzwert als Vorsatz das Durchmesserzeichen (z. B. $\varnothing 0,1$). Ist die Toleranzzone weder ein Kreis noch ein Zylinder, so liegt ihre Breite am tolerierten Element in Richtung des Bezugspfeiles.

6.2.6. Soll der Toleranzwert für ein toleriertes Element nur für eine bestimmte Teillänge, jedoch in jeder möglichen Lage innerhalb der Gesamtlänge gelten, dann ist der Wert für diese Teillänge in der für die Zeichnung geltenden Maßeinheit, durch einen Schrägstrich getrennt, rechts neben den Toleranzwert zu setzen (Bild 8).

Für Flächen gilt dieselbe Zeichnungseintragung.

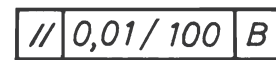


Bild 8.

6.2.7. Soll die Toleranzangabe nur für einen vorgeschriebenen Bereich gelten, dann ist dieser mit einer breiten Strichpunktlinie zu kennzeichnen und zu bemaßen (Bild 9).

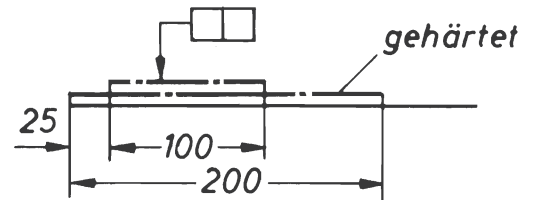


Bild 9.

6.2.8. Wenn für eine tolerierte Eigenschaft eines tolerierten Elementes neben der im Gesamten geltenden Toleranz für eine Teillänge beliebiger Lage eine weitere gleichartige Toleranz gelten soll, dann wird das entsprechende Feld im Toleranzrahmen waagrecht halbiert und im unteren Teilfeld diese Toleranz entsprechend Abschnitt 6.2.6 angegeben (Bild 10).

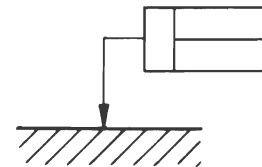


Bild 10.

6.2.9. Sind zu einem tolerierten Element Toleranzen für zwei tolerierte Eigenschaften notwendig, dann werden beide Toleranzangaben in besonderen Toleranzrahmen untereinander und mit nur einem Bezugspfeil an das tolerierte Element gesetzt (Bild 11).

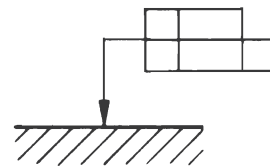


Bild 11.

6.3. Kennzeichnung und Eintragung von Bezugselementen

6.3.1. Ein Bezugselement wird durch ein Bezugsdreieck gekennzeichnet. Dieses Bezugsdreieck wird entweder direkt mit dem Toleranzrahmen verbunden (Bild 12 a) oder mit einem Bezugsbuchstaben gekennzeichnet, der im zugehörigen Toleranzrahmen wiederholt werden muß (Bild 12 b).

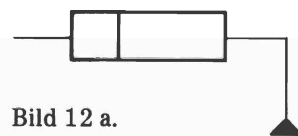


Bild 12 a.

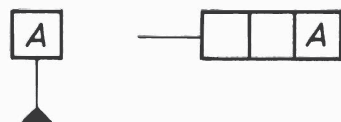


Bild 12 b.

Hierbei steht das Bezugsdreieck entweder direkt auf dem Bezugselement (Bild 13 a) oder auf dessen Verlängerung bzw. Maßbegrenzungslinie (Bild 13 b).

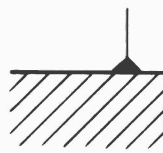


Bild 13 a.

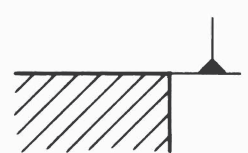


Bild 13 b.

6.3.2. Das Bezugsdreieck wird entsprechend Bild 14 a bis 14 c eingetragen, wenn das Bezugselement eine ebene Fläche oder eine gerade Linie aber keine Achse ist.

Um Verwechslungen mit den Festlegungen im Abschnitt 6.3.3 zu vermeiden, müssen Maßlinien in einem Abstand von mindestens 4 mm seitlich vom Bezugsdreieck angeordnet sein.

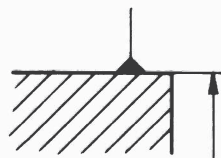


Bild 14 a.



Bild 14 b.

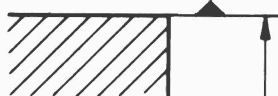


Bild 14 c.

6.3.3. Das Bezugsdreieck wird entsprechend Bild 15 a oder Bild 15 b eingetragen, wenn das Bezugselement eine Achse oder eine Mittelebene ist.

Bei Platzmangel dürfen die Eintragungen anstatt nach Bild 15 a und Bild 15 b auch wie in Bild 16 a und Bild 16 b angegeben werden, d. h. das Bezugsdreieck steht an Stelle einer der beiden Maßpfeile.

A n m e r k u n g : Beim Messen der Lauftoleranzen können unterschiedliche Ergebnisse auftreten, je nachdem, ob nach der Bezugsachse ausgerichtet worden ist oder ob auf der Zylindermantelfläche abgerollt (z. B. Aufnahme in Prismen) wurde. Beim Abrollen auf Zylindermantelflächen gehen je nach Art der Aufnahme Formabweichungen dieser Mantelflächen in das Meßergebnis für die Laufabweichungen ein.

Die ISO-Empfehlung R/1101 sieht bei Lauftoleranzen nur Bezug auf Achsen entsprechend Abschnitt 6.3.3 vor. Abweichungen hiervon bedürfen neben der Eintragung nach Abschnitt 6.3.2 am Bezugsdreieck einer Wortangabe über die Art der Aufnahme.

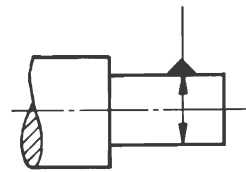


Bild 15 a.

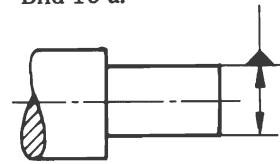


Bild 15 b.

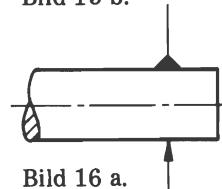


Bild 16 a.

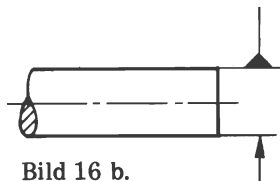


Bild 16 b.

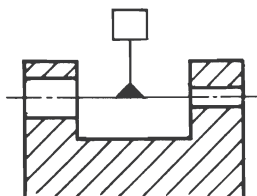


Bild 17.

6.4. Kennzeichnung theoretischer Maße für die Angabe der geometrisch idealen (theoretisch genauen) Lage der Toleranzzone
Theoretische Maße, die zur Angabe der geometrisch idealen (theoretisch genauen) Lage der Toleranzzone bei Neigungstoleranzen, Positionstoleranzen und oft auch bei Flächenform- und Linienformtoleranzen erforderlich sind, werden in einem rechteckigen Rahmen angegeben. Für diese Maße gelten die zulässigen Abweichungen für Maße ohne Toleranzangabe nicht.

Die zulässigen Abweichungen am Werkstück werden durch die eingetragene Form- bzw. Lagetoleranz begrenzt (Bild 18).

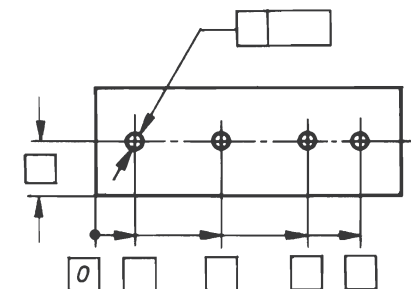


Bild 18.

6.5. Kennzeichnung der Maximum-Material-Bedingung

6.5.1. Das Symbol $\textcircled{M}$ wird rechts neben den Toleranzwert gesetzt, wenn dieser um den Absolutwert der Differenz zwischen Paarungsmaß und Maximum-Material-Maß des tolerierten Elementes überschritten werden darf (Bild 19).



Bild 19.

6.5.2. Das Symbol $\textcircled{M}$ wird rechts neben den Bezugsbuchstaben gesetzt, wenn der eingetragene Toleranzwert um den Absolutwert der Differenz zwischen Paarungsmaß und Maximum-Material-Maß des Bezugs-elementes überschritten werden darf (Bild 20).



Bild 20.

6.5.3. Das Symbol $\textcircled{M}$ wird rechts neben den Toleranzwert und rechts neben den Bezugsbuchstaben gesetzt, wenn der eingetragene Toleranzwert um die Summe aus dem Absolutwert der Differenz zwischen Paarungsmaß und Maximum-Material-Maß des tolerierten Elementes und dem Absolutwert der Differenz zwischen Paarungsmaß und Maximum-Material-Maß des Bezugselementes überschritten werden darf (Bild 21).



Bild 21.