

1.3 Blattformate, Schriftfeld und Maßstäbe

Maßstäbe

Vollständige Angabe eines Maßstabes:

- Maßstab 1 : 1 für den natürlichen Maßstab
- Maßstab X : 1 für den Vergrößerungsmaßstab
- Maßstab 1 : X für den Verkleinerungsmaßstab

Kategorie	Empfohlene Maßstäbe		
Vergrößerungsmaßstäbe	50 : 1 5 : 1	20 : 1 2 : 1	10 : 1
Natürlicher Maßstab	1 : 1		
Verkleinerungsmaßstäbe	1 : 2 1 : 20 1 : 200 1 : 2000	1 : 5 1 : 50 1 : 500 1 : 5000	1 : 10 1 : 100 1 : 1000 1 : 10000

1.5 Linienarten und Normschrift

Linienarten nach DIN EN ISO 128-20

Grundarten



Variationen der Linien-Grundarten



1.5 Linienarten und Normschrift

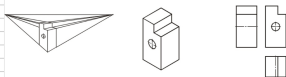
Linienart und Linienbreite nach DIN ISO 128-24

Linienart	Nr.	Linienbreite	Anwendung
Voll-Linie	01.1	Schmal	Schraffur, Maßlinie und Maßhilfslinie, Hinweislinie, Gewindegrund, Begrenzung unterbrochener Darstellungen
	01.2	Breit	Sichtbare Kanten, Grenze nutzbarer Gewindelänge, vereinfachter Freischich
Freihand-/Zickzacklinie	01.1	Schmal	Abgebrochene/unterbrochene dargestellte Ansichten und Schriften (wenn die Begrenzung keine Mittellinie ist)
Strichlinie	02.1	Schmal	Verdeckte Kanten und Umriss
	02.2	Breit	Grenze der Oberflächenbehandlung
Strichpunktlinie	04.1	Schmal	Mittellinie, Symmetrielinie, Lochkreis, Teilkreis
	04.2	Breit	Schrittlinien, Wärmebehandlung, Beschichtung
Strich-Zweipunktlinie	05.1	Schmal	Umriss benachbarter Teile, Endstellungen beweglicher Teile

2 Projektionsmethoden

Beispiele für Projektionsmethoden nach DIN ISO 5456

Zentralprojektion Axonometrische Darstellung Orthogonale Darstellung



2.3 Orthogonale Darstellung

Darstellung von Ansichten nach DIN ISO 128-30

- Projektionen werden in die Zeichenebene geklappt → **genormte Anordnung**
- Anordnung der Ansichten ist verbindlich (bei Blatteinteilung berücksichtigen)



2.3 Orthogonale Darstellung

Darstellung von Ansichten nach DIN ISO 128-30

- Projektionsmethoden:

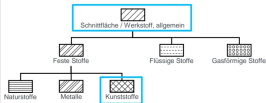


- Verwendung von Projektionsmethode 1
- Symbolische Angabe auf der Zeichnung



3.2 Schraffuren

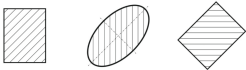
Schraffurarten



3.2 Schraffuren

Anordnung der Schraffurlinien

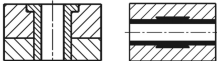
- Linienart: **schmale Volllinien**
- Lage: **unter 45°** zu Hauptmrisen oder Symmetrieachse/Mittellinie
- Abstand: **gleichmäßiger Abstand** (nicht zu eng), abhängig von Werkstückgröße und Maßstab



3.2 Schraffuren

Zusammentreffen mehrerer Schnittflächen

- verschiedene Schnittflächen entgegengesetzt unter 45° bzw. 135° schraffieren
- mehrere Teile, insbesondere mit unterschiedlicher Größe
→ **Schraffurlinien-Abstand** entsprechend enger bzw. weiter
- schmale Schnittflächen werden **voll geschwärzt** gezeichnet, z. B. dünne Buchsen, Walzprofile, dünne Bleche



3.3 Schnittarten

Unterscheidung der Schnittarten



3.3 Schnittarten

Volle Werkstücke

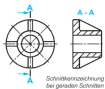
- Schnitte sind notwendig, um Innenkonturen sichtbar zu machen.
- Weisen Bauteile keine Hohlräume oder Hinterschnidungen auf, wird grundsätzlich nicht geschnitten.
- Wellen, Bolzen, Niete, Stifte, Schrauben, Passfedern, Keile, Wälzlagerkörper, Rippen** von Gussstücken und **Arme von Handrädern** werden nicht geschnitten.
- Rippen, Stege und Zapfen** werden nicht geschnitten, um ein Erkennen der Bauteilform zu erleichtern.
→ Merkmale und relationalen Richte werden nicht gebröht.



3.4 Schnittlinien

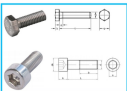
Kennzeichnung des Schnittverlaufs

- Voll- und Halbschnitt:**
 - Schnittverlauf ist eindeutig und wird nicht besonders gekennzeichnet
- Schnittverlauf nicht eindeutig erkennbar:**
 - breite, kurze strichpunktierte Linien
 - Linien ragen leicht in das Zeichnungsbild hinein
 - Pfeile für die Blickrichtung auf den Schnitt sind mit der Spitze auf die Strichpunktlinie des Schnittes zu setzen



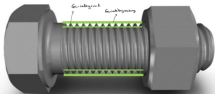
4.1 Gewinde und Schrauben

Übersicht



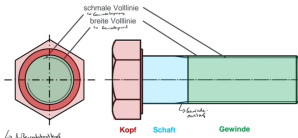
4.1 Gewinde und Schrauben

Darstellen von Gewinden nach DIN ISO 6410-1



4.1 Gewinde und Schrauben

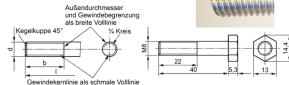
Zeichnen einer Schraube



4.1 Gewinde und Schrauben

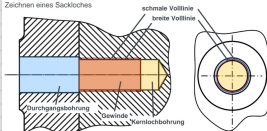
Bolzen- und Außengewinde

- vereinfachte Darstellung nach ISO 6410-1
- Lage und Öffnung des $\frac{1}{4}$ -Kreises nicht vorgeschrieben



4.1 Gewinde und Schrauben

Zeichnen eines Sackloches



4.1 Gewinde und Schrauben

Gewindegewinde und Innengewinde

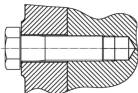
- Gewindelochsenkung bis auf den Kerndurchmesser wird in Draufsicht nicht gezeichnet
- Gewindeauslauf wird außer bei Sacklöchern für Stiftschrauben nicht gezeichnet



4.1 Gewinde und Schrauben

Merkregel für Gewindedarstellungen

- Bolzensgewinde (Außengewinde) verdeckt Muttergewinde (Innengewinde) → Schrauben werden nicht gezeichnet
- breite Volllinie entspricht erstem Fertigungsgang
- schmale Volllinie am Gewindegrund entspricht zweitem Fertigungsgang



4.1 Gewinde und Schrauben

Sechskantschraube mit Schaft nach DIN EN ISO 4014

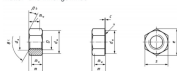


d	b		e	k	d _s	d _w		l		s (SW)
	min	max				min	max	min	max	
M6	18	37	11,05	4	6,8	8,74	8,88	29,58	61,5	10
M8	22	41	14,38	5,3	9,2	11,47	11,63	39,5	81,5	16

Quelle: DIN EN ISO 4014

4.1 Gewinde und Schrauben

Mutter- und Innengewinde



Es gilt:

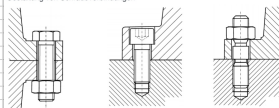
$$\beta = 15^\circ \text{ bis } 30^\circ$$

$$\theta = 90^\circ \text{ bis } 120^\circ$$

D	P _a	c		d _s		d _w	e		m		s (SW)
		min.	max.	min.	max.	min.	min.	min.	max.		
M6	1	0,15	0,5	6,00	6,75	8,88	11,05	4,90	5,20	10	
M8	1,25	0,15	0,60	8,00	8,75	11,63	14,38	8,04	8,40	13	

4.1 Gewinde und Schrauben

Gestaltung von Schraubverbindungen



Durchsteckschraubverbindung mit Sechskantschraube

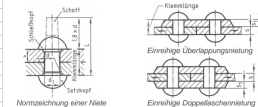
Einschraubverbindung mit Innensechskant

Einschraubverbindung mit Stiftschraube

4.2 Niete, Stifte und Bolzen

Nieten und Nietverbindungen

- unlösbare Verbindungen
- nur durch Zerstören der Niete lösbar



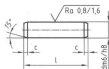
Normzeichnung einer Niete

Einreihige Doppellasschennielung

4.2 Niete, Stifte und Bolzen

Stifte und Stiftverbindungen

- sichern die gewünschte Lage der Teile zueinander
- nehmen Scherkräfte auf



Normzeichnung eines Zylinderstifts

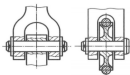
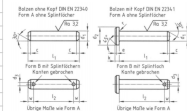


Beispiel einer Schrauben-Stift-Verbindung

4.2 Niete, Stifte und Bolzen

Bolzen und Bolzenverbindungen

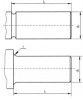
- sichern die gewünschte Lage der Teile zueinander
- nehmen Scherkräfte auf



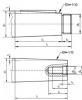
4.3 Achsen und Wellen

Wellenenden

- Teile von Wellen, die beispielsweise aus einem Getriebe austreten
- dienen als **Anschlüsselement**
- Hauptfunktion: **Drehmomentübertragung**



Einfache Wellenenden



Wellenenden mit Gewinden

4.3 Achsen und Wellen

Freistriche nach DIN 509

- Unterschiedliche Anforderungen an die Funktion und Fertigung machen verschiedene Formen von Freistriche nötig.



Freistriche DIN 509 Form E



Freistriche DIN 509 Form F

In Zeichnungen werden vollständig genormte **Freistriche vereinfacht** angegeben und bemäßt.



Quelle: Technisch

4.3 Achsen und Wellen

Sicherungsringe nach DIN 471 und DIN 472

- sichern gegen Längsverschiebung
- nehmen Längskräfte auf

Einbauraum



↳ Platz für Einbau benötigt



Einbauraum



Übung

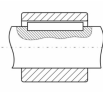
Schritt durch den Schrit

Quelle: Hirschhorn

4.3 Achsen und Wellen

Passfedern und Passfederverbindungen

- firmschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen
- Drehmoment- und Kraftübertragung



4.4 Wälzlager

Aufbau und Funktion

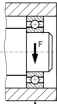


Stützkraft nimmt auf sich

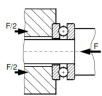
4.4 Wälzlager

Radial- und Axiallager

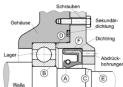
- Übertragung von Kräften (axial und / oder radial) zwischen bewegten Bauteile



↳ Aufnahme von radialen Kräften



↳ Aufnahme von axialen Kräften



4.7 Federn

Darstellung von Federn nach DIN ISO 2162-1

Druckfedern



Vereinfachte Darstellung



Ansicht



Schnitt



5.1 Grundlagen der Bemaßung

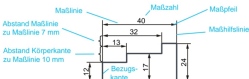
Einzutragende Maße in Zeichnungen

- Hauptmaße**
 - gröÙe Länge, Breite und Höhe des dargestellten Gegenstandes (umhüllende Form)
- Funktions- und Anschlussmaße**
 - für das Zusammenwirken mehrerer Teile erforderliche Maße
- Fertigungsmaße**
 - alle für einen Arbeitsgang notwendigen Maße, abhängig vom jeweiligen Fertigungsverfahren
- Prüfmaße**
 - Maße und Maßtoleranzen für vorgesehene Prüfung

5.1 Grundlagen der Bemaßung

Grundlagen der Maßeintragung

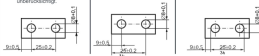
- Ein **Maß** besteht aus einer **Maßzahl** und einer **Maßeinheit**.
- Bei Millimeterangaben wird auf die Maßeinheit verzichtet, bei Abweichungen ist die Längeneinheit hinter die Maßzahl einzusetzen (z.B. m)
- Maß- und Maßhilfslinien** als schmale Volllinien



5.1 Grundlagen der Bemaßung

Systeme der Maßeintragung

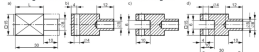
- | | | |
|--|--|--|
| Funktionsbezogen <ul style="list-style-type: none"> Auswahl, Eintragung und Tolieren der Maße erfolgen nach Gesichtspunkten des funktionellen Zusammenwirkens aller Teile Fertigungs- und Prüfbedingungen bleiben unberücksichtigt. | Fertigungsbezogen <ul style="list-style-type: none"> Abhängig vom jeweiligen Fertigungsverfahren werden Maße vergeben Maße werden aus funktionsbezogenen Maßen berechnet und eingetragen Berücksichtigung von fertigungsgerechten Toleranzen | Prüfbezogen <ul style="list-style-type: none"> Maße und Maßtoleranzen werden für die Prüfung des Teils eingetragen |
|--|--|--|



5.1 Grundlagen der Bemaßung

Fertigungsgerechte Bemaßung

Bemaßung eines Prädteils vom Rohteil bis zum Fertigteil



Ablauf der Fertigung:

- Vierkant $\square 15$ absägen und auf beiden Seiten planrehen, Länge 30 mm; Andrehen eines Zapfens $\varnothing 8$, Länge: 10 mm
- Bohren eines Sacklochs mit $\varnothing 6$, 12 mm tief; Durchgangsbohrung mit $\varnothing 4$ im Abstand von 4 mm von linker Werkstückkante
- Frisen eines 6 mm breiten und 10 mm tiefen Schlitzes
- Gesamtbemaßung

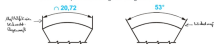
5.1 Grundlagen der Bemaßung

Maßlinien

- Längenmaße:** Im Allgemeinen **parallel** zum anzugebenden Maß und **rechtwinklig** zu Körperkanten



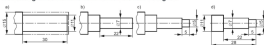
- Winkel- & Bogenmaße:** sind als **Kreisbögen** um den Scheitelpunkt des Winkels bzw. Mittelpunkt des Bogens ausgeführt.



5.1 Grundlagen der Bemaßung

Fertigungsgerechte Bemaßung

Bemaßung eines Bolzens vom Rohteil bis zum Fertigteil



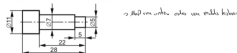
Ablauf der Fertigung:

- Rundstahl $\varnothing 15$ planrehen und auf $\varnothing 11$ abrehen Länge: 30 mm
- Abrehen auf den nächst kleineren Durchmesser ($\varnothing 7$) auf einer Länge von 22 mm
- Abrehen auf den kleinsten Durchmesser ($\varnothing 5$), Länge: 5 mm
- Abziehen auf Gesamtlänge 28 mm

5.1 Grundlagen der Bemaßung

Maßlinien

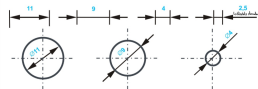
- Maßlinien** durchgezogen zeichnen, auch bei unterbrochen dargestellten Teilen
- Maßzahl muss auf Maßlinie stehen
- Mittellinien, Maßhilfslinien und Schraffuren **im Bereich der Maßzahlen unterbrechen**
- Mittellinien und Körperkanten** nicht als Maßlinien verwenden
- bei kleinen Maßen Maßlinien **von außen** an Maßhilfslinien herankühren



5.1 Grundlagen der Bemaßung

Maßlinien

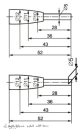
- Maßlinien abhängig von der Maßgröße: je nach verfügbarem Platz muss von der Standardbemaßung (links) abgewichen werden.



5.1 Grundlagen der Bemaßung

Maßhilfslinien

- in der Regel **rechtwinklig zu den Maßlinien**
- Bei Verwendung von **Mittellinien** als Maßhilfslinien → außerhalb der Körperkanten als schmale Volllinien
- nur bei Platzmangel unter einem Winkel von 60° zur Maßlinie zulässig
- nicht von einer zur anderen Ansicht ziehen
- nicht parallel zu Schraffurlinien
- Maßhilfslinienüberstand** beträgt im Allgemeinen 2 mm
- Maßhilfslinien dürfen Maßlinien nicht schneiden → Unterbrechung der Maßhilfslinie
- dürfen unterbrochen werden, wenn Weiterführung eindeutig



5.1 Grundlagen der Bemaßung

Maßpfeile

- begrenzen die Maßlinien
- ausgefüllte Pfeile verwenden
- bei Platzmangel Pfeile durch Punkte ersetzen
- in Zeichnung einheitliche Pfeile verwenden, evtl. in Kombination mit Punkten



5.1 Grundlagen der Bemaßung

Maßzahlen

- bei von Millimeter abweichenden Maßeinheiten ist Maßeinheit hinter Maßzahl hinzuzusetzen
- Maßzahl **auf Maßlinie und von unten oder von rechts lesbar**
- Schreibrichtung verläuft wie zugehörige Maßlinie
- Winkelmaße stehen tangential zur Maßlinie
- bei Platzmangel: Eintragen an Bezugslinie in gleicher Richtung, die sie an Maßlinie hätte
- nicht durch Linien trennen oder kreuzen**
- nicht ohne Maßlinien direkt an Kanten, Umrissen oder Eckpunkten

5.1 Grundlagen der Bemaßung

Maßzahlen

- Maßeintragung in zwei Hauptrichtungen:

Parallelbemaßung



Ausrichten der Maße parallel zur Maßlinie

Winkelbemaßung

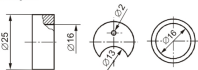


Ausrichten der Maße tangential zur Maßlinie

5.2 Bemaßung von Formelementen

Durchmesser

- Durchmesserzeichen kennzeichnet die Kreisform
- grafisches Symbol $\varnothing$ dem Maßwert voranstellen
- bei Darstellung mit nur einem Maßpfeil muss die Maßlinie über den Mittelpunkt hinausgehen



5.2 Bemaßung von Formelementen

Radienbemaßung

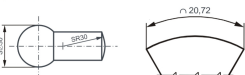
- Buchstaben-Symbol **R** ist dem Maßwert voranzustellen
- nur einen Maßpfeil am Schnittpunkt der Maßlinie und des Bogens
- Pfeilspitze innerhalb oder außerhalb des Umrisses zulässig
- Mittelpunkt eines Radius außerhalb des vorhandenen Platzes: Maßlinie des Radius abbrechen oder rechtwinklig abknicken (wenn Lokalisierung des Mittelpunkts erforderlich)



5.2 Bemaßung von Formelementen

Kugeln und Bögen

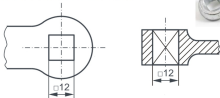
- einer kugelförmigen Gestalt wird bei Durchmesserangaben $\varnothing$ **vorangestellt**
- bei **Radienbemaßung SR**



5.2 Bemaßung von Formelementen

Quadrat

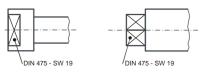
- Das grafische Symbol $\square$ wird dem Maßwert vorangestellt, wenn nur eine Seite eines Quadrats bemäßt wird.



5.2 Bemaßung von Formelementen

Schlüsselweiten

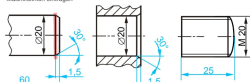
- kennzeichnen den Abstand zweier gegenüberliegender Flächen
- Großbuchstaben **SW** werden vor Maßzahl gesetzt
- Diagonalkreuz kennzeichnet ebene viersseitige Flächen
- muss gezeichnet werden, wenn Seitenansicht oder Ansicht von oben fehlt



5.2 Bemaßung von Formelementen

Fasen und Senkungen

- bei Drehhaken sind Kegel- und Linsenkippen in das Maß der Zapfenlänge mit einzubeziehen
- Maße von Fasen mit einem von 45° abweichenden Winkel mit Maßlinien und Maßhilfslinien eintragen



5.2 Bemaßung von Formelementen

Fasen und Senkungen

- Bei 45° Fasen oder Senkungen: Vereinfachung durch Angabe der Faserbreite x 45°



- Maße der Fasen dürfen bei dargestellten und nicht dargestellten Fasen mittels einer Hinweislinie eingetragen werden



5.2 Bemaßung von Formelementen

Gewindebemaßung

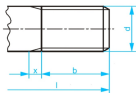
- Das **Maß der Gewindelänge** b beschreibt i.d.R. die Länge der vollen Gewindetiefe.
- Ausnahme wenn der Gewindeauslauf funktional notwendig ist und deshalb besonders gezeichnet wird
- Die **Tiefe des Grundlochs** darf i.d.R. weggelassen werden.
- Die **Notwendigkeit** der Angabe der Tiefe hängt meist vom Teil selbst oder vom eingesetzten Werkzeug ab.



5.2 Bemaßung von Formelementen

Gewindebemaßung

- Der eingetragene **Nenn Durchmesser** d bezieht sich immer auf die **Gewindespitze des Außengewindes** oder auf den **Gewindegrund des Innengewindes**.

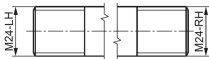


- x: Gewindeauslauf
- b: Gewindelänge
- l: Schraubenschäftlänge
- d: Schrauben-Nenn Durchmesser

5.2 Bemaßung von Formelementen

Gewindebemaßung

- Rechtsgewinde** müssen nicht gekennzeichnet werden.
- Bei **Linksgewinden** ist die **Abkürzung LH** der Gewindebezeichnung hinzuzufügen.
- Rechts- und Linksgewinde **am selben Teil** müssen auf jeden Fall **gekennzeichnet** werden



5.2 Bemaßung von Formelementen

Gewindebezeichnung

Beispiel: Sechskantschraube ISO 4014 - M8 x 50 - 8.8 - A

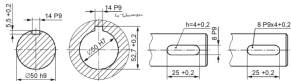


- Festigkeitsklasse: Zugfestigkeit R_m
- $R_m = 8 \times 100 \text{ N/mm}^2 = 800 \text{ N/mm}^2$
- Produktklasse A: Streckgrenze R_e
- $R_e = R_m \times 0.8$
- $R_e = 640 \text{ N/mm}^2$

5.2 Bemaßung von Formelementen

Nuten

- Bemaßung von Nuten für Passfedern und Keile
- Bei Nuten und Länglöchern in der Ansicht von oben genügt die Angabe von Breite und Länge.



5.2 Bemaßung von Formelementen

Verjüngung

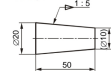
- gleichmäßige Querschnittsänderung** bei quadratischem Querschnitt (kegelförmig und pyramidenförmige Formelemente)



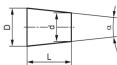
5.2 Bemaßung von Formelementen

Verjüngung

- gleichmäßige Querschnittsänderung** bei Kreisquerschnitten
- verschiedene Maßkombinationen, um Größe, Form und Lage von Kegeln festzulegen



- Angabe einer dimensionslosen Größe C wird i.d.R. als **Verhältnis** $C = 1 : x$

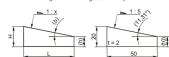


$$C = \frac{D-d}{L} = 2 \cdot \tan \frac{\alpha}{2} = 1 : \frac{1}{2} \cot \frac{\alpha}{2}$$

5.2 Bemaßung von Formelementen

Neigung

- einseitige Querschnittsänderung**
- Kennzeichnung durch vorangestelltes Symbol mit Richtungsangabe der Neigung



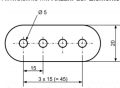
$$\text{Neigung} = \frac{H-h}{L} = \tan \beta$$



5.3 Bemaßung sich wiederholender Formelemente

Teilungen

- Wiederholte lineare Abstände und Winkelabstände** dürfen mit der **Anzahl der Abstände** und ihrem **Maßwert** oder **Winkel** angegeben werden.
- Elemente mit demselben Maßwert, gleichmäßig verteilt: Hinweislinie mit **Anzahl der Elemente** x **Maßwert**



5.3 Bestimmung sich wiederholender Formelemente

Kreisteilungen

- Winkel der Abstände dürfen weggelassen werden, wenn sie selbsterklärend sind und die Angabe zu keiner Verwechslung führt (gleichmäßige Verteilung)
- Geht eindeutig hervor, dass wiederholte Elemente dieselben Maße besitzen, ist es zulässig, das Maß nur einmal anzugeben.
- Bezugsbuchstaben bei unterschiedlichen, sich wiederholenden Formelementen; Angabe in der Nähe der Darstellung



A = 26
B = 24,2
für Kreisbogen-Abstände

6.1 Allgemeintoleranzen

Allgemeintoleranzen für Längenmaße nach DIN ISO 2768-1

Grenzabmaße für Längenmaße

Toleranzklasse	Benennung	von 0,5 bis 3	Über 3 bis 6	Über 6 bis 30	Über 30 bis 120	Über 120 bis 400	Über 400 bis 1000	Über 1000 bis 2000	Über 2000 bis 4000
f	fein	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	-
m	mittel	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	± 2
c	grob	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	± 2	± 3	± 4
v	sehr grob	-	$\pm 0,5$	± 1	$\pm 1,5$	$\pm 2,5$	± 4	± 6	± 8

Beispiel: Eintragung der Allgemeintoleranzen in Zeichnungen

- Längen: Allgemeintoleranzen DIN ISO 2768-m

6.1 Allgemeintoleranzen

Allgemeintoleranzen für Form und Lage nach DIN ISO 2768-2

Toleranzklasse		Nennmaßbereich von					
		bis 15	über 15 bis 30	über 30 bis 100	über 100 bis 300	über 300 bis 1000	über 1000 bis 3000
H		0,02	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4
K		0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8
L		0,1	0,2	0,4	0,8	1,2	1,6

Toleranzklasse		Nennmaßbereich von			
		bis 100	über 100 bis 300	über 300 bis 1000	über 1000 bis 3000
H		0,2	0,3	0,4	0,5
K		0,4	0,6	0,8	1
L		0,6	1	1,5	2

Toleranzklasse		Nennmaßbereich von			
		bis 100	über 100 bis 300	über 300 bis 1000	über 1000 bis 3000
H		0,4	0,5	0,8	1
L		0,6	1	1,5	2

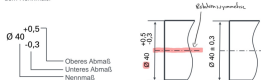
Beispiel:

DIN ISO 2768 - mK

6.2 Maßtoleranzen und Passungen

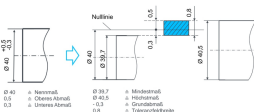
Toleranzangaben in Zeichnungen mit Abmaßen

- Abmaß oder Toleranzklasse hinter der Maßzahl des Nennmaßes eintragen
- Bei Abmaßen stehen das obere und das untere Grenzabmaß über der Maßlinie hinter dem Nennmaß.



6.2 Maßtoleranzen und Passungen

Toleranzangaben in Zeichnungen mit Abmaßen



6.2 Maßtoleranzen und Passungen

Toleranzangaben im ISO-System

- ISO-System: wird international angewendet, vor allem für Passungen
- Toleranz nach DIN ISO 286: Differenz zwischen dem zugelassenen Größt- und Kleinstwert einer messbaren Eigenschaft
- Nennmaß: Durchmesser des Bauteils (z.B. Welle, Bohrung)



6.2 Maßtoleranzen und Passungen

Toleranzangaben im ISO-System

- Die Toleranzfeldbreite wird durch den Toleranzgrad festgelegt.
- Im Beispiel IT 6 → Toleranzfeldbreite = 13 µm (IT : ISO Toleranzsystem)



6.2 Maßtoleranzen und Passungen

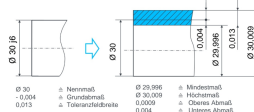
Toleranzangaben im ISO-System

- Das Grundabmaß beschreibt die Lage des Toleranzfelds zur Nulllinie
- wird durch Buchstaben gekennzeichnet
 - Innenmaße (Bohrungen) → Großbuchstaben
 - Außenmaße (Wellen) → Kleinbuchstaben
- Im Beispiel: j → Grundabmaß = +4 µm



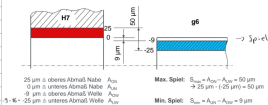
6.2 Maßtoleranzen und Passungen

Toleranzangaben im ISO-System



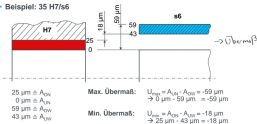
6.2 Maßtoleranzen und Passungen Spielpassung

- Beispiel: 35 H7/g6



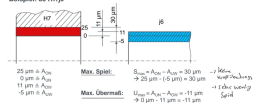
6.2 Maßtoleranzen und Passungen Presspassung

- Beispiel: 35 H7/s6

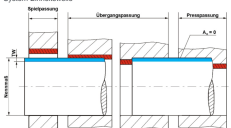


6.2 Maßtoleranzen und Passungen Übergangspassung

- Beispiel: 35 H7/j6



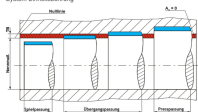
6.2 Maßtoleranzen und Passungen System Einheitswelle



6.2 Maßtoleranzen und Passungen

Passungstyp	Merkmale	Empfohlene Passungen	
		allgemeiner Maschinenbau ISO Kurzzeichen Einheits- Bohrung Welle	Anwendungsbispiele
Presspassung	Fester Pressitz Zum Übertragen großer Umfangs- bzw. Längskräfte ohne zusätzliche Verdreh- sicherung, Fügen oder Lösen nur mit Presse oder Wärmedilatanz möglich	H8/u8 H9/u8	Naben von Zahn-, Lauf- und Schwing- rädern
	Pressitz Zum Übertragen mittlerer Umfangs- bzw. Längskräfte ohne zusätzliche Verdreh- sicherung, Fügen oder Lösen nur mit Presse oder Wärmedilatanz möglich	H7/s6 H7/r6	Kupplungs-naben, Lagerbuchsen in Gehäusen, Rädern oder Schubstangen, Bronzezahnkränze auf Schne- ckenrädern
	Festitz Zum Übertragen geringer Kräfte, Fügen und Lösen mit Presse	H7/h6	Anker an Motorwellen, Zahnkränze aus St u., auf- gezeichnete Bunde mit zusätzlichem Formschluss, Lager- buchsen
Übergangspassung	Treibsitz mit Presse oder (schwer) mit Handhammer zu fügen bzw. zu lösen	H7/m6	einmalig aufzubringende Riemen- scheiben, Zahnräder Kupplungs-naben und Hebel mit zusätzlichem Form- schluss
	Haftsitz mit Handhammer zu fügen bzw. zu lösen	H7/k6	leicht demontierbare Riemen-scheiben, Zahnräder, Handräder und Lagerbuchsen mit zusätzlichem Formschluss
	Schleifsitz mit Gummihammer oder von Hand zu fügen bzw. zu lösen	H7/js	

6.2 Maßtoleranzen und Passungen System Einheitsbohrung



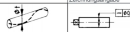
Passungstyp	Merkmale	Empfohlene Passungen	
		allgemeiner Maschinenbau ISO Kurzzeichen Einheits- Bohrung Welle	Anwendungsbispiele
Presspassung	Fester Pressitz Zum Übertragen großer Umfangs- bzw. Längskräfte ohne zusätzliche Verdreh- sicherung, Fügen oder Lösen nur mit Presse oder Wärmedilatanz möglich	H8/u8 H9/u8	Naben von Zahn-, Lauf- und Schwing- rädern
	Pressitz Zum Übertragen mittlerer Umfangs- bzw. Längskräfte ohne zusätzliche Verdreh- sicherung, Fügen oder Lösen nur mit Presse oder Wärmedilatanz möglich	H7/s6 H7/r6	Kupplungs-naben, Lagerbuchsen in Gehäusen, Rädern oder Schubstangen, Bronzezahnkränze auf Schne- ckenrädern
	Festitz Zum Übertragen geringer Kräfte, Fügen und Lösen mit Presse	H7/h6	Anker an Motorwellen, Zahnkränze aus St u., auf- gezeichnete Bunde mit zusätzlichem Formschluss, Lager- buchsen
Übergangspassung	Treibsitz mit Presse oder (schwer) mit Handhammer zu fügen bzw. zu lösen	H7/m6	einmalig aufzubringende Riemen- scheiben, Zahnräder Kupplungs-naben und Hebel mit zusätzlichem Form- schluss
	Haftsitz mit Handhammer zu fügen bzw. zu lösen	H7/k6	leicht demontierbare Riemen-scheiben, Zahnräder, Handräder und Lagerbuchsen mit zusätzlichem Formschluss
	Schleifsitz mit Gummihammer oder von Hand zu fügen bzw. zu lösen	H7/js	
Spielpassungen mit großen Toleranzen	Gleititz Teile sind von Hand verschiebbar, falls geschmiert	H7/h6 H8/h9 H9/h9	Zentrierflansche, z. B. für Kupplungen, Wechselräder, Reibstockpinnale, Wälzlager auf dem über Wellen verschiebbare Zahnräder, Scheiben, Kupp- lungen und Handräder, mit drehende Distaldrüsen, Stell- ger
	Laufsitz reichliches Spiel, erfüllen nur geringe Anfor- derungen an die Drehrichtungsanforderung	H7/f7 H8/f8 H9/f9	Kurbelwellenlager, Führungssteine, verschiebbare Kupp- lungssteile, Gleitrollen
	Leichter Laufsitz reichliches Spiel	H8/h8 H9/h9	Wellenlager bei Kesseln und Zahnschaltpumpen, Gleitlager in Textilmaschinen, Führungsschienen, verschiebbare Kupp- lungsmuffen
	Weiter Laufsitz sehr reichliches Spiel	H8/h9 H9/h9	Wellenlager in Strömungsmaschinen, Achsbuchsen in Fahrzeugen, Hebelagerungen, verschiebbare Kupplungs- naben, Kolben in Hydraulizylindern, Seilrollen
	geringes Spiel trotz großer Toleranzen	H11/h11 H12/h12	Lager für landwirtschaftliche Maschinen, Stoßbuchsen- teile, Leertalbuchsen
	sicheres Bewegungsspiel bei großen Toleranzen	D10/h11 D11/h12	leicht zusammensteckbare Teile, Distalbuchsen, Teile, die auf Wellen verschiebbar oder festgeklemmt werden
	großes Bewegungsspiel bei großen Toleranzen	C11/h9 C12/h11	Stoßschlüssel, abnehmbare Hebel und Kurbeln
		C11/h9 C12/h11	einfache Drehzapfen und Gelenkboizen Gabelboizen an Kfz-Bremseanlagen, Schnappflüße, Wälzlager und Schmiede ausgestützte Gleitlager, Lager für landwirtschaft- liche Maschinen

= zu bevorzugende Auswahlreihe 3

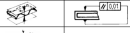
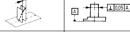
* entsprechen nicht den Auswahlreihen

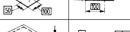
6.3 Form- und Lagetoleranzen

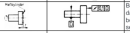
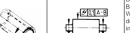
Arten von Form- und Lagetoleranzen

Formtoleranzen			
Symbol & tolerierte Eigenschaft	Toleranzzone	Anwendungs-Beispiele Zeichnungsangabe	Erklärung
Form	Geradeheit		Die Achse d. zylindrischen Teiles des Bohrers muss innerhalb eines Zylinders vom Durchmesser $t = 0,03$ mm liegen.
	Flachheit		Die tolerierte Fläche muss zwischen zwei parallelen Ebenen vom Abstand $t = 0,05$ mm liegen.
	Rundheit		Die Umfangslinie jedes Querschnittes muss in einem Kreisring von der Breite $t = 0,02$ mm enthalten sein.
	Zylinderis. m		Die tolerierte Fläche muss zwischen zwei konzentrischen Zylindern liegen, die einen radialen Abstand von $t = 0,05$ mm haben.

Formtoleranzen			
Symbol & tolerierte Eigenschaft	Toleranzzone	Anwendungs-Beispiele Zeichnungsangabe	Erklärung
Form	Geradeheit		Das tolerierte Profil muss zwischen zwei Hüll-Linien liegen, deren Abstand durch Kreise vom Durchmesser $t = 0,08$ mm begrenzt wird. Die Mittelpunkt dieser Kreise liegen auf der geometrisch idealen Linie.
	Flachheit		Die tolerierte Fläche muss zwischen zwei Hüll-Flächen liegen, deren Abstand durch Kugeln vom Durchmesser $t = 0,03$ mm begrenzt wird. Die Mittelpunkte dieser Kugel liegen auf der geometrisch idealen Fläche.

Lagetoleranzen			
Symbol & tolerierte Eigenschaft	Toleranzzone	Anwendungs-Beispiele Zeichnungsangabe	Erklärung
Lage Richtung	Parallelität		Die tolerierte Achse muss innerhalb eines zur Bezugsachse parallelen Zylinders vom Durchmesser $t = 0,1$ mm liegen.
	Rechtwinkligkeit		Die tolerierte Achse muss zwischen zwei parallelen zur Bezugsfläche und zur Planchierung senkrechten Ebenen vom Abstand $t = 0,05$ mm liegen.
	Neigung, Winkeligkeit		Die Achse der Bohrung muss zwischen zwei zur Bezugsfläche im Winkel von 60° geneigten und zueinander parallelen Ebenen vom Abstand $t = 0,1$ mm liegen.

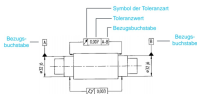
Lagetoleranzen			
Symbol & tolerierte Eigenschaft	Toleranzzone	Anwendungs-Beispiele Zeichnungsangabe	Erklärung
Lage Ort	Position		Die Achse der Bohrung muss innerhalb eines Zylinders vom Durchmesser $t = 0,05$ mm liegen, dessen Achse sich am geometrisch idealen Ort (mit eingetragenen Maßen) befindet.
	Symmetrie		Die Mittelebene der Nut muss zwischen zwei parallelen Ebenen liegen, die einen Abstand von $t = 0,08$ mm haben und symmetrisch zur Mittelebene des Bezugselementes liegen.
	Koaxialität		Die Achse des tolerierten Teiles der Welle muss innerhalb eines Zylinders vom Durchmesser $t = 0,03$ mm liegen, dessen Achse des Bezugselementes fluchtet.

Lagetoleranzen			
Symbol & tolerierte Eigenschaft	Toleranzzone	Anwendungs-Beispiele Zeichnungsangabe	Erklärung
Lauf	Rundlauf		Bei einer Umdrehung um die Bezugsachse A-B darf die Rundlaufabweichung in jeder Messebene 0,1 nicht überschreiten.
	Planlauf		Bei einer Umdrehung um die Bezugsachse D darf die Planlaufabweichung an jeder beliebigen Messposition nicht größer als 0,1 sein.
	Gesamtrundlauf		Bei mehrmaliger Drehung um Bezugsachse A-B und bei axialer Verschiebung zwischen Werkstück und Messgerät müssen alle Punkte der Oberfläche des tolerierten Elementes innerhalb der Gesamtrundlauftoleranz von $t = 0,1$ liegen. Bei Verschiebung muss entweder das Messgerät oder Werkstück entlang einer Linie geführt werden, die die theoretisch genaue Form hat und in richtiger Lage zur Bezugsachse ist.

Lagetoleranzen			
Symbol & tolerierte Eigenschaft	Toleranzzone	Anwendungs-Beispiele Zeichnungsangabe	Erklärung
Lauf Gesamtlauflauf			Bei mehrmaliger Drehung um die Bezugachse D und bei radialer Verschiebung zwischen Werkstück und Messgerät müssen alle Punkte der Oberfläche des tolerierten Elementes innerhalb der Gesamt-Plankultolanz von $t = 0,1$ liegen. Bei der Verschiebung muss entweder das Messgerät oder das Werkstück entlang einer Linie geführt werden, die die theoretisch genaue Lage zur Bezugachse ist.

6.3 Form- und Lagetoleranzen

Eintrag von Form- und Lagetoleranzen



6.4.1 Angaben von Werkstückkanten

Kantenzustände nach DIN ISO 13715 Außenkanten

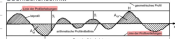
Beispiel	Bedeutung	Erklärung
		Außenkante gratig bis 0,1 Gratrichtung beliebig
		Außenkante gratig Grathöhe und Gratrichtung beliebig
		Außenkante gratig bis 0,1 Gratrichtung vorgegeben
		Außenkante gratfrei, Abtragung bis 0,1 Form der Abtragung beliebig
		Außenkante gratfrei im Bereich von 0,1 - 0,5 Form der Abtragung beliebig
		Außenkante gratfrei Form der Abtragung beliebig

Beispiel	Bedeutung	Erklärung
		Außenkante wahlfrei gratig bis 0,05 oder gratfrei bis 0,05 (scharfkantig) Gratrichtung beliebig
		Außenkante wahlfrei gratig bis 0,3 oder gratfrei bis 0,1 (scharfkantig) Gratrichtung beliebig

Beispiel	Bedeutung	Erklärung
		Innenkante mit Abtragung bis 0,5 Abtragsrichtung beliebig
		Innenkante mit Abtragung von 0,1 bis 0,3 Abtragsrichtung beliebig
		Innenkante mit Übergang bis 0,5 Form des Übergangs beliebig
		Innenkante mit Übergang von 0,1 bis 0,5 Form des Übergangs beliebig
		Innenkante wahlweise mit Abtragung bis 0,05 oder Übergang bis 0,05 (scharfkantig) Form Abtragung / Übergangs beliebig
		Innenkante wahlweise mit Übergang bis 0,1 oder Abtragung bis 0,3 Abtragsrichtung beliebig

6.4.2 Rauheit und Welligkeit von Oberflächen

Oberflächenschnitt



- Geometrisches Profil:**
 - Profil des geometrisch vollkommen gedachten Körpers
- Istprofil:**
 - Profil der messtechnisch erfassten Oberfläche
- Linie der Profilerhebung:**
 - Parallele zum geometrischen Profil
 - berührt das Istprofil im höchsten Punkt
- Arithmetische Profilmittellinie:**
 - Parallele zum geometrischen Profil
 - Summe der darüberliegenden werkstoffgefüllten Flächen ist gleich der Summe der darunterliegenden werkstofffreien Flächen: $\sum A_{+} = \sum A_{-}$
- Linie der Profilvertieflungen:**
 - Parallele zum geometrischen Profil
 - berührt das Istprofil im tiefsten Punkt

6.4.2 Rauheit und Welligkeit von Oberflächen

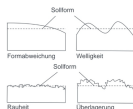
Grundbegriffe Rauigkeit und Welligkeit

Rauheit:

- regelmäßig oder unregelmäßig auftretende **kurzwellige** Gestaltsabweichungen (Rillen, Riefen)

Welligkeit:

- langwellige, meist periodisch auftretende Gestaltsabweichungen



6.4.2 Rauheit und Welligkeit von Oberflächen

Oberflächensymbole nach DIN EN ISO 1302

Grafische Symbole	Bezeichnung	Beschreibung
	Grundsymbol	Sollt allein verwendet, sondern mit zusätzlicher, ergänzender Information versehen
	erweitertes grafisches Symbol: Materialabtrag gefordert	Materialabtrag gefordert, um die geforderte Oberfläche zu erreichen; sollte nicht ohne zusätzliche Information angewendet werden
	erweitertes grafisches Symbol: Materialabtrag unzulässig	Materialabtrag ist unzulässig, um die festgelegte Oberfläche zu erreichen
	vollständiges grafisches Symbol	zur Angabe zusätzlicher Anforderungen ist eine horizontale Linie an das Symbol anzufügen: a) jedes Fertigungsverfahren zulässig b) Materialabtrag gefordert c) Materialabtrag unzulässig
	alle Oberflächen rundum der Kontur eines Werkstücks	gleiche Oberfläche für alle Flächen rundum die Kontur eines Werkstücks gefordert

6.4.2 Rauheit und Welligkeit von Oberflächen

Vollständiges grafisches Symbol nach DIN EN ISO 1302

Pos.	Angabe zusätzlicher Anforderungen
a	Anforderung an die Oberflächenbeschaffenheit Oberflächen-Kenngröße, Zahlenwert und Übertragungscharakteristik / Einzelmessstrecke
a, b	zwei oder mehr Anf. an Oberflächenbeschaffenheit zweite Anforderung ist in Position b anzugeben, bei weiteren Anforderungen Symbol in vertikaler Richtung vergrößern
c	Fertigungsverfahren Fertigungsverfahren, Behandlung, Beschichtung oder andere Anforderungen an den Fertigungsprozess usw. zur Herstellung der Oberfläche, z. B. geglüht, geschliffen, gewalzt
d	Oberflächenorientierung und -ausrichtung Oberflächenorientierung und -ausrichtung z. B. parallel II
e	Bearbeitungszugabe erforderlicher Bearbeitungszugabe in mm

6.4.2 Rauheit und Welligkeit von Oberflächen

Zeichnungseintragungen nach DIN EN ISO 1302

Zeichnungszugabe	Erklärung
	Materialabtragende Bearbeitung, obere Grenze (einseitig), größte Welligkeitsteile 10 µm, 0,8-25 mm Übertragungscharakteristik: Welligkeitsprofil
	Materialabtragende Bearbeitung, obere und untere Grenze (beidseitig), für beide Grenzen Regelübertragungscharakteristik: 3,2 µm gemittelte Rauheit (obere Grenze), 0,6 µm (untere Grenze), Rauheitsprofil
	un bearbeitete Oberfläche im Rohzustand oder gegußt
	keine Materialabtragende Bearbeitung, obere Grenze (einseitig), Regelübertragungscharakteristik, größte gemittelte Rauheit 10 µm, Rauheitsprofil
	beliebige Bearbeitung, obere Grenze (einseitig), Regelübertragungscharakteristik: A _q = 6,308 mm, Welligkeitsprofil, Profilmesshöhe 25 µm, Messstrecke = Werkstücklänge
	Materialabtragende Bearbeitung, obere Grenze (einseitig), Übertragungscharakteristik: A = 0,5 mm, B = 2,5 mm, Welligkeitsprofil-Kenngröße, Profilmesshöhe mittlere Teile = 1 mm, Messstrecke 16 mm
	beliebige Bearbeitung, obere Grenze (einseitig), Regelübertragungscharakteristik, Rauheitsprofil, größte gemittelte Rauheit 0,5 µm
	beliebige Bearbeitung, obere Grenze (einseitig), Übertragungscharakteristik: Einzelmessstrecke 0,8 mm (A _q = 0,0025 mm), Millimeterwert 3,1 µm, Rauheitsprofil

6.4.2 Rauheit und Welligkeit von Oberflächen

Regeln für Oberflächenangaben in Zeichnungen

- bei Rotationskörpern: Oberflächenangaben nur an einer Mantellinie



- Sind Teile in mehreren Ansichten und / oder Schnitten dargestellt, so erfolgt die Oberflächenangabe dort, wo auch die betreffende Fläche bemäßt ist.

6.4.2 Rauheit und Welligkeit von Oberflächen

Regeln für Oberflächenangaben in Zeichnungen

- Bei Zahnrädern erfolgen die Oberflächenangaben am Teilkreis (entweder in der Ansichts- oder in der Schnittdarstellung)

6.4.2 Rauheit und Welligkeit von Oberflächen

Regeln für Oberflächenangaben in Zeichnungen

- Gleichartige Oberflächen und Fügeflächen zusammengesetzter Teile, die mit gleicher Oberflächenbeschaffenheit hergestellt sind, können durch ein Oberflächenensymbol und eine sich gebende Bezugslinie mit zwei Pfeilen gekennzeichnet werden.



6.4.2 Rauheit und Welligkeit von Oberflächen

Herstellverfahren und Rauheit von Oberflächen

- Mittenrauheitswert R_z nach DIN 4766-1, zurückgezogen ohne Nachfolge

