

Anwendung des ISO-Toleranzsystems

ARBRE · SHAFT · WELLE · ALBERO

GRADE QUALITE	h12	60	75	90	110	130	160	190	220	250	300	360	400	450	500	mm									
	3	3	6	10	14	18	24	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	mm						
DEUTSCHLAND DIN 7160/61 SCHWEIZ VSM 58401/02 USAS B4 OSTERREICH 6217532 ESPANA UNE 5023 ITALIA UNI 6388 ISO R286																									
ISO * TOLERANCES * ISO																									
ENGLAND BS4500 FRANCE PNE 02105-118 BELGIE NBN 138 SVEDEN SMS 2101-58 PORTUGAL NP190 HOLLAND NEN 2800 JAPAN JIS B0401																									
	H10	60	75	90	110	130	160	190	220	250	300	360	400	450	500	mm									
	3	6	10	14	18	24	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500
H. SCHUERCH																									
ALESAGE · HOLE · BOHRUNG · FORO · AGUJERO																									

TOLERATOR

Fachmodul zu Zeichnungstechnik

Ausgabe für Lehrpersonen

Impressum

Herausgeberin: Edition Swissmem

Bezeichnung: Fachmodul Zeichnungstechnik
«Anwendung des ISO-Toleranzsystems»
Ausgabe für Lehrpersonen

Version: 2. überarbeitete Auflage 2017
Copyright © bei Edition Swissmem, Zürich und Winterthur

ISBN: 978-3-03866-110-8

Projektleitung: Joachim Pérez, Swissmem Berufsbildung, CH-8400 Winterthur
Autor: Willi Tschudi, CH-8355 Aadorf
Layout und Zeichnungen: Daniel Baur, Swissmem Berufsbildung, CH-8400 Winterthur

Quelle: Schweizerische Normenvereinigung SNV, Winterthur

Druck: Printed in Switzerland

Bezugsquelle: Swissmem Berufsbildung
Brühlbergstrasse 4
CH-8400 Winterthur
Telefon +41 52 260 55 55
Fax +41 52 260 55 59
vertrieb.berufsbildung@swissmem.ch
www.swissmem-berufsbildung.ch

Urheberrecht

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf deshalb der vorherigen schriftlichen Einwilligung des Verlags.

Inhaltsverzeichnis / Zeichenerklärung

Inhaltsverzeichnis:

1. Einleitung	3
1.1 ISO-Toleranzsystem für Längenmass ISO 286-1	5
2. ISO-Toleranzsystem	7
2.1 Begriffe	8
2.2 Passungsart	12
2.3 Passungssystem	14
2.4 Toleranzzahlenwerte (ISO 286-1)	18
2.5 Auswahl von Toleranzklassen	20
3. Methodik	21
3.1 Überlegung	22
4. Übungen	23
5. KoRe-Katalog	33

Zeichenerklärung:



Wichtige Hinweise



Lösen Sie diese Aufgaben mit den geeignetsten Hilfsmitteln (z.B. schreiben, skizzieren, mithilfe des CAD).

Leseprobe

Notizen

Leseprobe

1. Einleitung



Leseprobe

1. Einleitung

Für Konstruktionszeichnungen (technische Zeichnungen), welche auf Basis der heute weltweit eingeführten ISO GPS Normen aufgebaut sind, gelten standardmässig (also ohne besondere Vereinbarungen), die in ISO 8015:2011 festgelegten Regeln, Konzepte und Prinzipien.

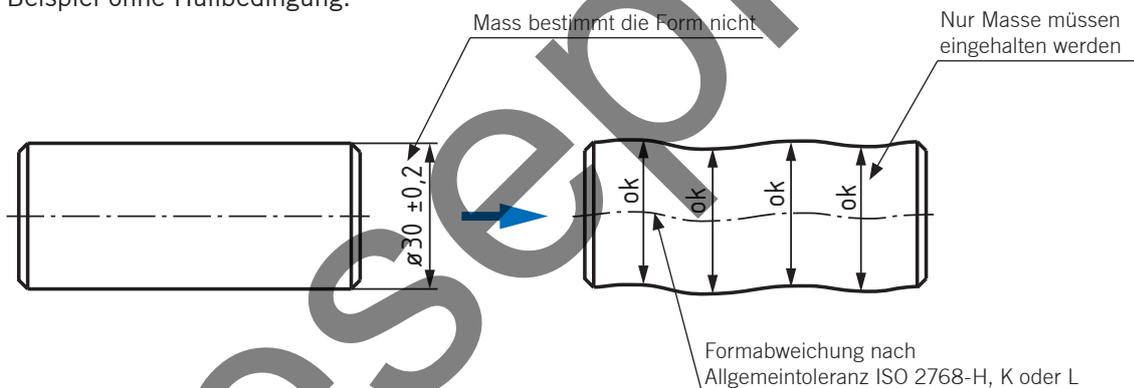
ISO GPS ist ein integrales System von Grundsätzen und Werkzeugen, um **eine Geometrie vollständig und eindeutig zu definieren** und sie entsprechend messen zu können.



Eine dieser fundamentalen Regeln in ISO 8015 ist das **Prinzip der Unabhängigkeit** (kurz: Unabhängigkeitsprinzip).

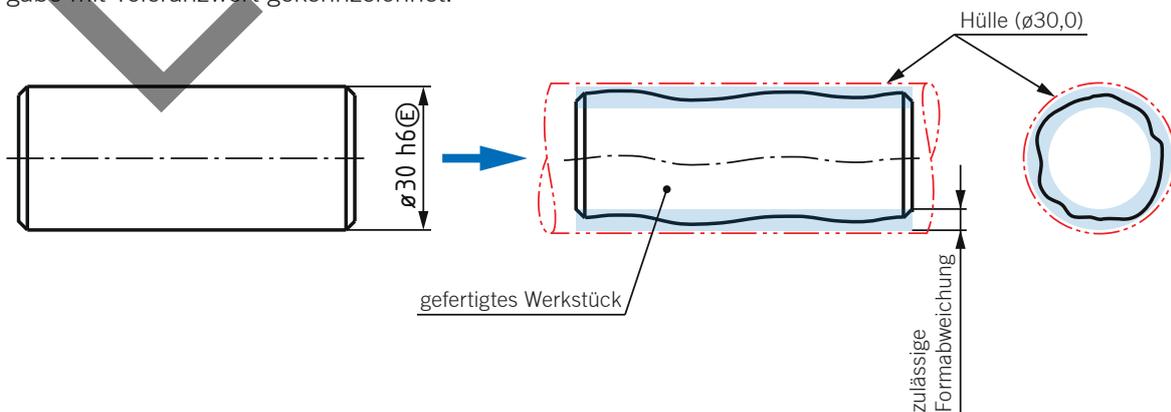
Das Unabhängigkeitsprinzip besagt, dass Anforderungen, z.B. Mass- und geometrische Tolerierung, zueinander in keiner Abhängigkeit stehen, also unabhängig voneinander eingehalten und geprüft werden müssen.

Beispiel ohne Hüllbedingung:



Beispiel mit Hüllbedingung:

Wenn die Hüllbedingung gelten muss, dann wird sie anhand dem Modifikationssymbol E nach der Massangabe mit Toleranzwert gekennzeichnet.

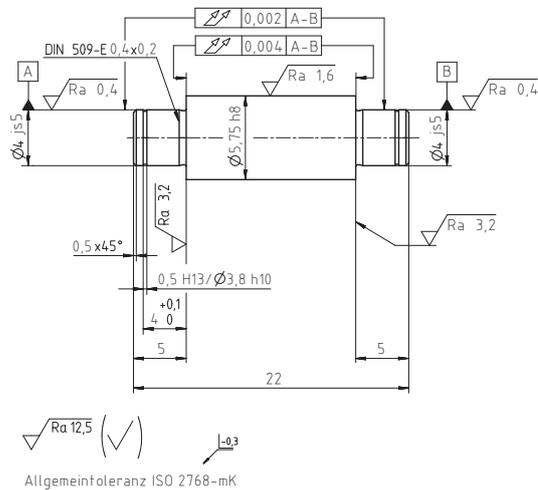


Nach ISO 14405-1 gelten für lineare Grössenmasselemente standardmässig das **Zweipunktgrössenmass (LP)**. Dies bedeutet, die Form (z.B. Geradheit) wird nicht durch eine Massangabe bestimmt.

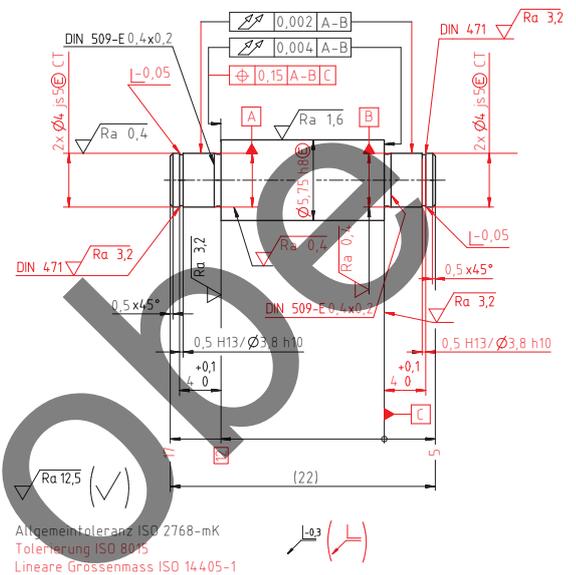
1. Einleitung

Beispiel Fabrikationszeichnung Welle (Décolletage):

Nicht eindeutige Bemessung der Welle
herkömmliche Art



Vollständig und Eindeutig nach Funktion
ISO GPS-Konform



- Der Grundsatz der Unabhängigkeit und der einzelnen Geometrieelemente wurde nicht angewendet.
- Die Art der Messung für die Durchmesser ist nicht definiert.

- Jedes einzelne Geometrieelement ist eindeutig definiert.
- Die Art der Messung der Durchmesser ist durch den Spezifikationsoperator \textcircled{E} gegeben.

1.1 ISO-Toleranzsystem für Längenmass ISO 286-1

ISO-Normen für Toleranzen werden als SN- und ISO-Normenblätter veröffentlicht. Das System umfasst Grundlagen und Angaben, welche die verschiedenen Industriezweige weltweit für das wirtschaftliche Herstellen unter sich austauschbarer Werkstücke benötigen. Die Anwendung der ISO-Toleranzen gewährleistet zum Beispiel den Zusammenbau von Einzelteilen aus der Fertigung ohne kostenintensive Nacharbeit.

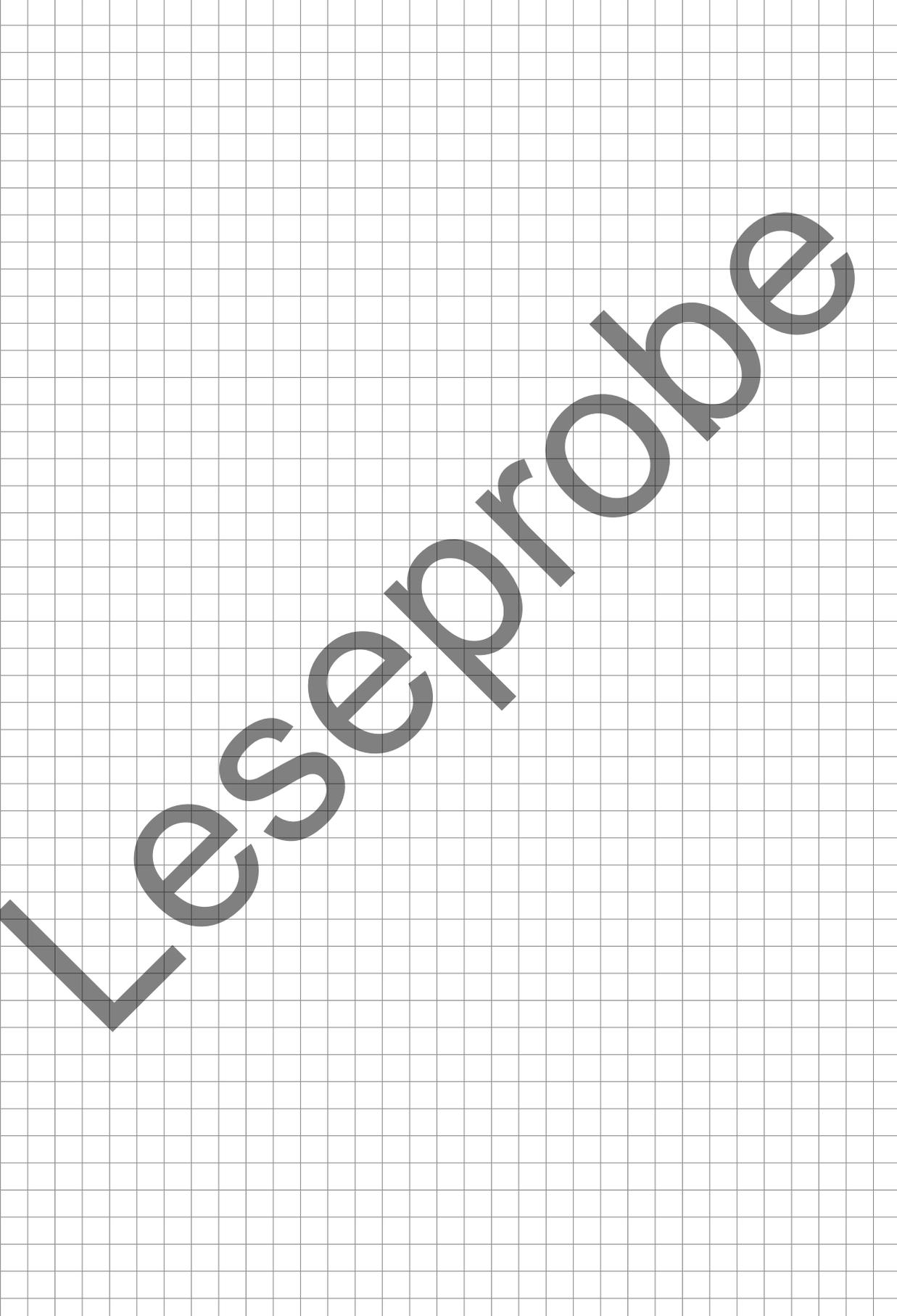
Das ISO-System für Grenzmasse und Passungen wird in nahezu allen Ländern der Welt bereits seit mehr als 80 Jahren erfolgreich angewandt.

Vorteile der Anwendung des ISO-Systems für Grenzmasse und Passungen

Die Anwendung des ISO-Systems für Grenzmasse und Passungen bietet die folgenden Vorteile:

- Die Anzahl der Tolerierungsmöglichkeiten wird geringer.
- Für vergleichbare Funktionsanforderungen lässt sich eine geeignete Masstoleranz einfacher auffinden (z.B. Einbau von Wälzlagern 30k5).
- Einfachere Auswahl und Zuordnung von geeigneten Werkzeugen, Werkzeugmaschinen und Messmittel bzw. Messmaschinen zur entsprechenden Toleranzforderung.
- Die notwendige Anzahl von Werkzeugen und Messmittel reduziert sich, falls Vorzugstoleranzen (siehe Seite 19) verwendet werden.

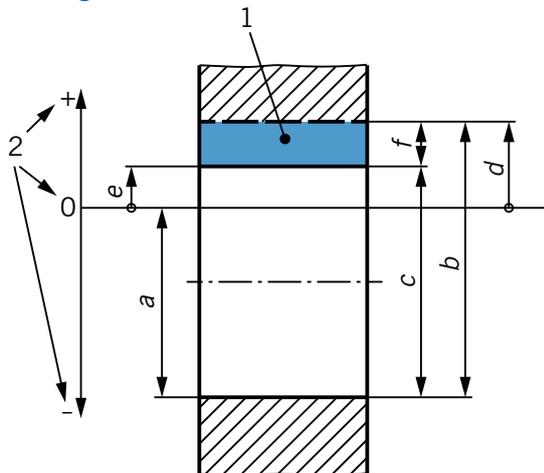
Notizen



Leseprobe

2. ISO-Toleranzsystem

2.1 Begriffe



Legende:

- 1 Toleranzintervall (früher Toleranzfeld)
- 2 Vorzeichen für Abmasse

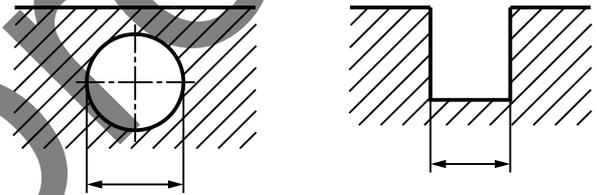
- a Nennmass
- b Höchstmass
- c Mindestmass
- d oberes Grenzabmass
- e unteres Grenzabmass (hier auch Grundabmass)
- f Toleranz

Anmerkung:

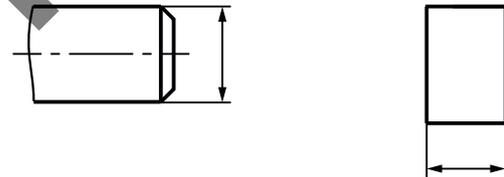
Die horizontal durchgezogene Linie, welche die Toleranz (f) begrenzt, stellt das Grundabmass für eine Bohrung dar. Die gestrichelte Linie, welche die Toleranz (f) begrenzt, stellt das andere Grundabmass für eine Bohrung dar.

2.1.1 Bohrung/Welle

Unter dem Begriff «Bohrung» soll nachfolgend gemäss ISO 286-1 allgemein ein inneres Formelement eines Werkstücks verstanden werden. Hierzu zählen auch nichtzylindrische Werkstücke (z.B. zwei parallel, sich gegenüber liegenden Flächen wie bei der Breite einer Nut).



Unter dem Begriff «Welle» soll nachfolgend gemäss ISO 286-1 allgemein ein äusseres Formelement eines Werkstücks verstanden werden. Hierzu zählen auch nichtzylindrische Werkstücke (z.B. die Dicke einer Platte).



2.1.2 Nennmass

Das Nennmass ist das Mass eines Geometrieelementes perfekter Form wie durch die Angabe (Spezifikation) der Zeichnung festgelegt ist. Das Nennmass wird verwendet, um die Lage der Grenzmasse mittels Anwendung der oberen und unteren Grenzabmasse zu bestimmen. Im ISO-Toleranzsystem sind die Abmasse am Nennmass gebunden, also je grösser das Nennmass, desto grösser die Abmasse (siehe Tabellen Seite 19).

Beispiel:

$$10H7 = 10 \begin{matrix} +0,015 \\ 0 \end{matrix} \text{ mm} \quad 100H7 = 100 \begin{matrix} +0,035 \\ 0 \end{matrix} \text{ mm}$$

2.1.3 Istmass

Das – als Ergebnis von Messungen – an einem Geometrieelement festgestellte Mass.

2. ISO-Toleranzsystem

2.1.4 Grenzmasse

Die beiden noch zulässigen extremen Masse (Höchstmasse, Mindestmasse) eines Formelementes, zwischen denen das Istmasse liegen soll, einschliesslich der Grenzmasse selbst.

Beispiel:

10H7 \Rightarrow 10,0 mm ... 10,015 mm

Höchstmasse (Grösstmasse)

Das grösste zugelassene Masse eines Masselementes, z.B. 10,015 mm.

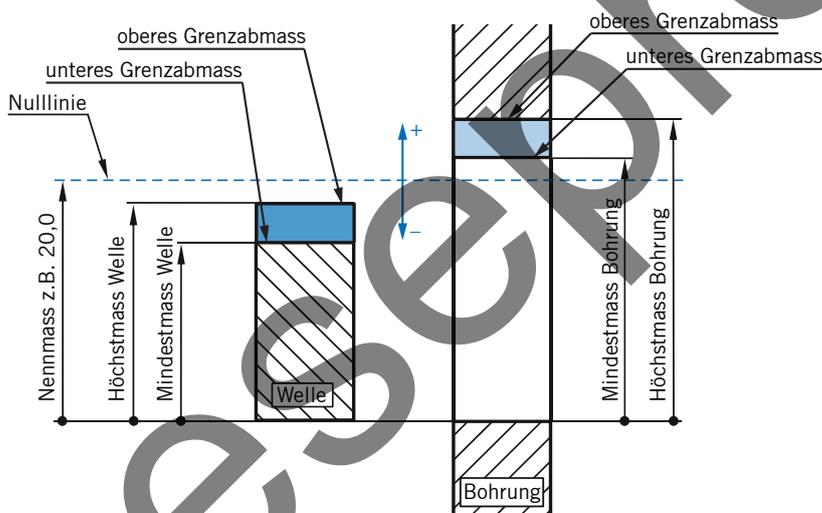
Mindestmasse (Kleinstmasse)

Das kleinste zugelassene Masse eines Masselementes, z.B. 10,0 mm.

2.1.5 Nulllinie

In einer grafischen Darstellung von Grenzmassen und Passungen die gerade Linie, welche das Nennmass darstellt, auf das sich die Abmasse beziehen. Üblicherweise wird die Nulllinie als waagrechte Linie dargestellt, mit positiven Abmassen oberhalb und negativen Abmassen unterhalb dieser Linie.

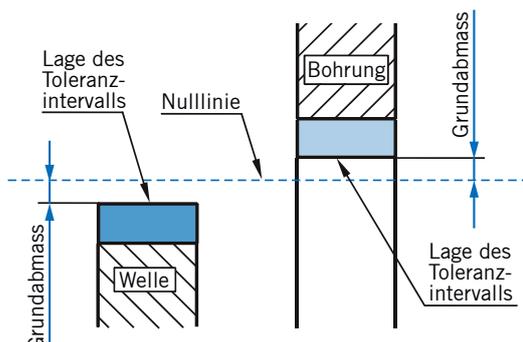
Beispiel:



2.1.6 Grundabmass

Grenzabmass, das die Lage des Toleranzintervalls (früher: Toleranzfeld) im Bezug zum Nennmass festlegt; also das obere oder untere Grenzabmass, welches dem Nennmass am nächsten liegt.

Beispiel:



2. ISO-Toleranzsystem

2.1.7 Toleranz

Differenz zwischen den oberen und unteren Grenzabmassen. Es ist ein Absolutwert ohne Vorzeichen.

2.1.8 Grundtoleranz IT

Die Grundtoleranz ist der für die einzelnen Grundtoleranzgrade und Nennmassbereiche festgelegte Wert der Toleranz. Die Buchstaben des Symbols «IT» stehen für «International Tolerance»-Grad.

Beispiel:

Nennmass 30 mm, Grundtoleranzgrad IT7, ergibt einen Grundtoleranzwert von 0,021 mm (siehe Tabelle Seite 18).

2.1.9 Grundtoleranzgrade

Die Grundtoleranzgrade sind mit den Buchstaben IT und einer nachfolgenden Zahl, z.B. IT7, gekennzeichnet. Falls die Toleranzgrade in Zusammenhang mit einem Grundabmass stehen, um eine ISO-Toleranzklasse zu bilden, entfallen die Buchstaben IT. Ein bestimmter Toleranzgrad entspricht dabei dem Genauigkeitsniveau für alle Nennmasse.

Beispiel:

Nennmass 40, Grundtoleranzgrad IT8 \Rightarrow 40H8, 40G8, 40js8, 40f8

Das ISO-System gibt 20 Grundtoleranzgrade an, wobei IT01 der feinste und IT18 der grösste ist. Allgemein gebräuchlich sind die Grade IT1 bis IT18. Die Grade IT01 und IT0 sind für besondere Anwendungen vorgesehen.

Folgende Anwendungsgebiete sind gebräuchlich:

- Grundtoleranzgrad IT01 ... IT4: im Messwerkzeugbau
- Grundtoleranzgrad IT5 ... IT11: im allgemeinen Maschinen- und Apparatebau
- Grundtoleranzgrad IT12 ... IT18: für gepresste und gewalzte Erzeugnisse

2.1.10 Toleranzintervall (Toleranzfeld)

Das Intervall vom Höchstmass zum Mindestmass (diese eingeschlossen), festgelegt durch die Grösse der Toleranz und seine Lage relativ zum Nennmass. Die Toleranzgrenzen können einseitig oder zweiseitig bezogen sein auf das Nennmass.

Beispiel:

$+0,015$	$+0,035$
$10 - 0,005$ mm	$100 + 0,010$ mm

Anmerkung:

Der früher in Verbindung mit Längenbemessung (nach ISO 286-1:1988) verwendete Begriff Toleranzfeld wurde in Toleranzintervall geändert, da sich ein Intervall auf einen Bereich auf einer Skala bezieht, wohingegen sich ein Toleranzfeld in GPS auf den Bereich eines Raumes oder einer Fläche bezieht, gemäss geometrischer Tolerierung nach ISO 1101.

2. ISO-Toleranzsystem

2.1.11 Toleranzklasse

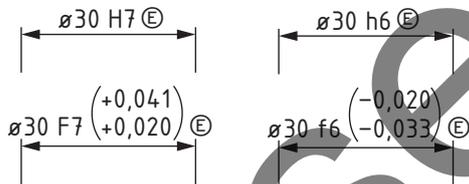
Benennung für eine Kombination eines Grundabmasses mit einem Grundtoleranzgrad, z.B. h9, D10 usw.

2.1.12 Zusammenfassung anhand eines tolerierten Masses



2.1.13 Tolerierter Masse nach ISO 286-1 und ISO 14405-1

Eintragungsbeispiele mit ISO-Toleranzsystem (ISO 286-1):



Eintragungsbeispiele mit Plus-/Minus-Tolerierung (ISO 14405-1):



2. ISO-Toleranzsystem

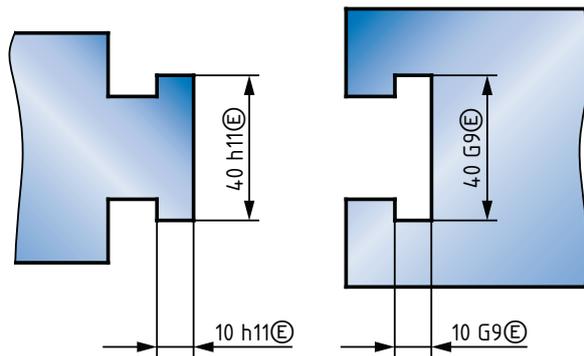
2.2 Passungsart

Unter einer Passung versteht man nach ISO 286-1 die Beziehung, welche sich aus der Differenz zwischen den Istmassen zweier zu fügender Formelemente mit gleichem Nennmass («Welle» und «Bohrung») ergibt.

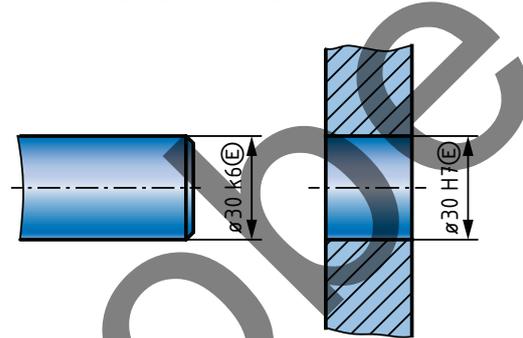
Die festgelegten Toleranzen und Passungen gelten auch für nichtrotative Werkstücke.

Beispiele:

z.B. Spielpassung



z.B. Übergangspassung



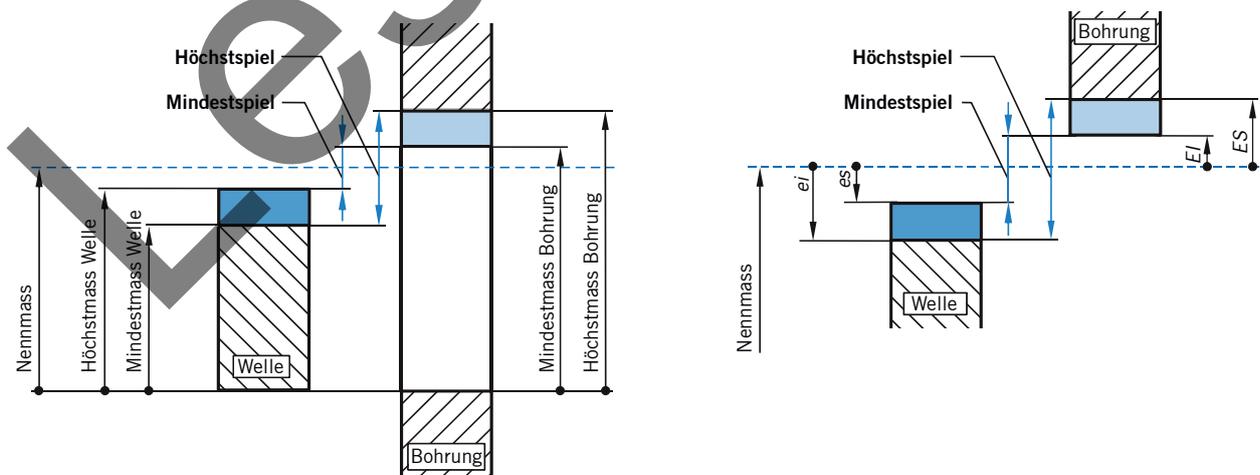
Es werden zwischen drei verschiedene Passungsarten unterschieden:

- Spielpassung
- Übergangspassung
- Übermasspassung (alte Bezeichnung: Presspassung)

2.2.1 Spielpassung

Passung, bei welcher beim Fügen von Bohrung und Welle immer ein Spiel entsteht, d.h. das Mindestmass der Bohrung ist grösser oder im Grenzfall gleich dem Höchstmass der Welle. Die Voraussetzung für eine Spielpassung ist dementsprechend:

Mindestmass «Bohrung» ist grösser oder gleich als Höchstmass «Welle»



es = oberes Grenzabmass der Welle (e = extreme im Sinne von Grenze; s = superior im Sinne von oben)
 ei = unteres Grenzabmass der Welle (e = extreme im Sinne von Grenze; i = inferior im Sinne von unten)
 ES = oberes Grenzabmass der Bohrung (E = extreme im Sinne von Grenze; S = superior im Sinne von oben)
 EI = unteres Grenzabmass der Bohrung (E = extreme im Sinne von Grenze; I = inferior im Sinne von unten)

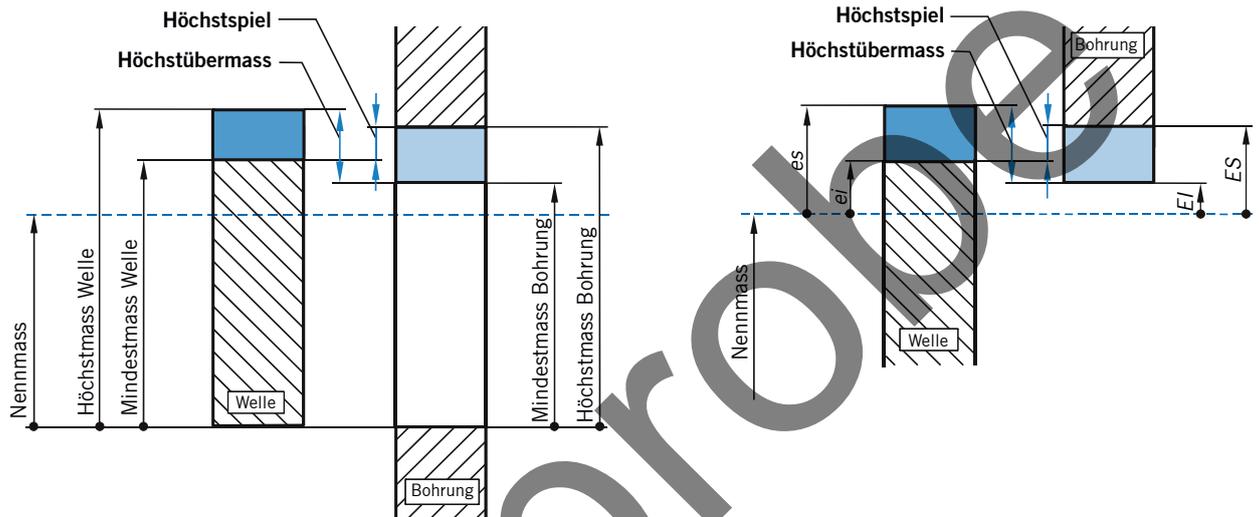
Mindestspiel = Mindestmass Bohrung – Höchstmass Welle
 Höchstspiel = Höchstmass Bohrung – Mindestmass Welle

2. ISO-Toleranzsystem

2.2.2 Übergangspassung

Passung, bei welcher beim Fügen von Bohrung und Welle entweder ein Spiel oder ein Übermass entsteht, abhängig von den Istmassen von Bohrung und Welle, d.h. die Toleranzintervalle von Bohrung und Welle überdecken sich vollständig oder teilweise. Voraussetzung für eine Übergangspassung ist dementsprechend:

**Mindestmass «Bohrung» ist kleiner als Höchstmass «Welle»
und
Höchstmass «Bohrung» ist grösser als Mindestmass «Welle»**

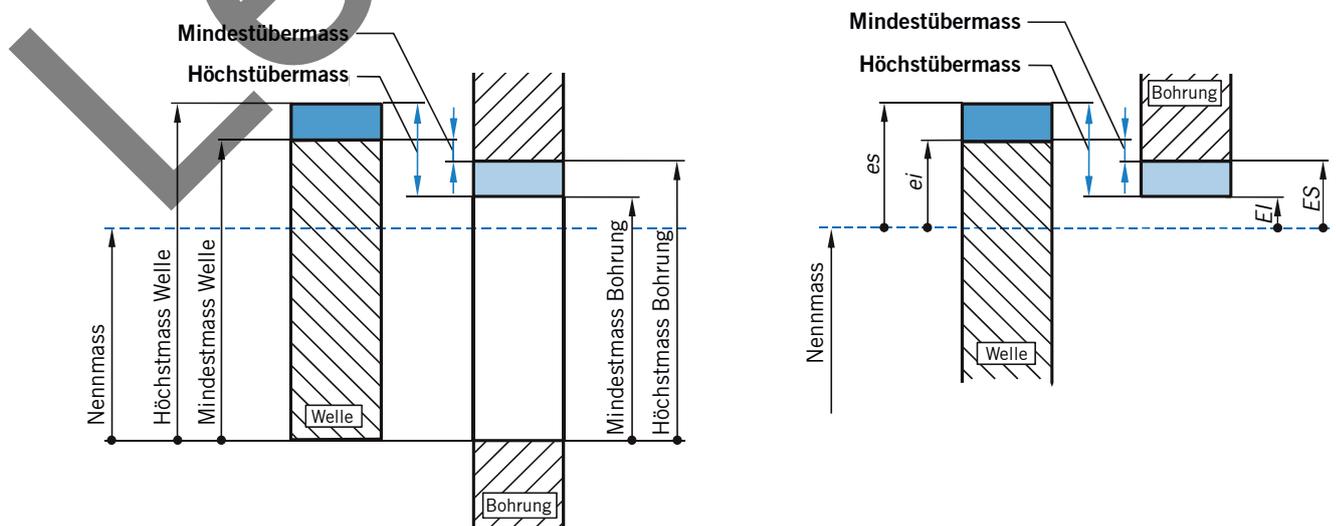


Höchstspiel = Höchstmass Bohrung – Mindestmass Welle
Höchstübermass = Mindestmass Bohrung – Höchstmass Welle

2.2.3 Übermasspassung

Passung, bei welcher beim Fügen von Bohrung und Welle immer ein Übermass entsteht, d.h. das Höchstmass der Bohrung ist kleiner oder im Grenzfall gleich dem Mindestmass der Welle. Voraussetzung für eine Übermasspassung ist dementsprechend:

Höchstmass «Bohrung» ist gleich oder kleiner als Mindestmass «Welle»



Mindestübermass = Höchstmass Bohrung – Mindestmass Welle
Höchstübermass = Mindestmass Bohrung – Höchstmass Welle

2. ISO-Toleranzsystem

2.3 Passungssystem

Mit dem Passungssystem wird im Maschinenbau eine kostengünstige Fertigung realisiert. Es ist ein Hilfsmittel, um eine grössere Anzahl von Toleranzen zu vermeiden. Passungssysteme sorgen somit für eine kostengünstige und kostenoptimierte Fertigung. Passungssysteme werden sehr häufig bei einer Welle-Nabe-Verbindung eingesetzt.

2.3.1 Zweck von Passungssystemen

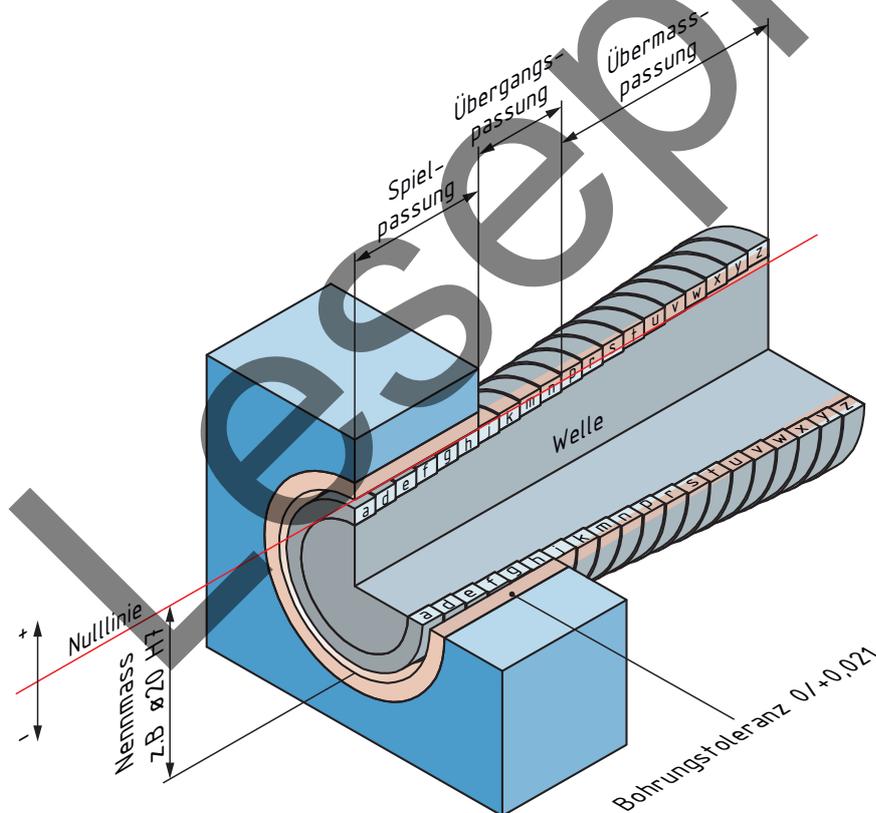
Ein Passungssystem dient dazu, eines der beiden Werkstücke möglichst einheitlich fertigen zu können und die notwendigen Toleranzen in das andere Werkstück zu verlegen. Daher werden zwei Verfahren unterschieden, das Passungssystem «Einheitsbohrung» und das Passungssystem «Einheitswelle».

2.3.2 Einheitsbohrung

Der Durchmesser der Bohrung (z.B. bei einer Welle-Nabe-Verbindung) wird bei der Einheitsbohrung (H) nach ISO-Toleranzsystem immer mit einem H-Feld toleriert. Der zugehörige Wellendurchmesser kann bedarfsweise einer frei wählbaren Toleranzintervall-Lage zugeordnet werden. Dies lässt sich in der praktischen Anwendung durch das Fertigungsverfahren Drehen einfach umsetzen.

Die Einheitsbohrung ist ein Verfahren, bei dem die Werkzeuge kostengünstig und wirtschaftlich eingesetzt werden können, es ist im Maschinenbau am stärksten verbreitet.

Der Grund hierfür ist einfach: Übliche Bohrwerkzeuge weisen zwei oder mehr Werkzeugschneiden auf. Diese lassen sich nur mit grossem technischen Aufwand geometrisch ändern.



Anmerkung:

Es sind nicht alle Kurzzeichen dargestellt.

Einheitsbohrungssystem		
Bohrung	Welle	Passungsart
H	a b c cd d e ef f fg g h	Spielpassungen (stets Spiel vorhanden)
	js j k m n	Übergangspassung (Spiel oder Übermass möglich)
	p r s t u v x y z za zb zc	Übermasspassungen (stets Übermass vorhanden)

2. ISO-Toleranzsystem

Anwendungsbeispiele des Passungssystems «Einheitsbohrung»

Einheitsbohrung (H8, H7), mit entsprechenden Wellen gepaart

Passung	H8	H7	Passungsart	Anwendungsbeispiele	
	Welle				
Spiel	d9		Reichliches Spiel	Mehrfach gelagerte Welle, Gleitlagerung in weitem Temperaturbereich, Hebellagerung	
	e8		Merkliches Spiel		
	h9		Leicht verschiebbar	Verschiebbare Kupplung, Distanzhülse	
	f7		Kleines Spiel	Führungsstein, Kreuzkopf-Gleitbahn	
		g6		Ohne merkliches Spiel	Genauere Gleitlagerung
		h7	h6	Bei Verwendung von Schmiermitteln gerade noch verschiebbar	Stelling, Wechselrad, Zentrierung, Reitstockpinole
Übergang		js6	Unter leichtem Druck noch verschiebbar	Genauere Zentrierung	
		k6	Ohne erheblichen Kraftaufwand zusammengefügt	Handrad, Kupplung, Riemenscheibe	
		n6	Unter Druck zusammengefügt	Drehmomentübertragung mit zusätzlicher Verdrehsicherung	
Übermass		p6	Durch Pressen zusammengefügt oder aufgeschumpft	Übertragung kleiner Drehmomente ohne zusätzliche Verdrehsicherung	
		r6			
		s6			

Für das Einheitsbohrungssystem wird die Toleranzklasse H6, **H7, H8**, H9, H10 oder H11 verwendet. Aus wirtschaftlichen Gründen sollte die erste Wahl aus denjenigen Toleranzklassen erfolgen, welche fett dargestellt sind.

Weitere mögliche Paarungen, z.B. H7/f6, können auch firmenabhängig sein.