

Studiengang Mechatronik

Modul 5:

# Konstruktion 1

# Technisches Zeichnen

- 7. Vorlesung -

Prof. Dr. Enno Wagner

14. Januar 2026

## Agenda

- Oberflächenbeschaffenheit
- Toleranzen

# Oberflächenbeschaffenheit

## Technische Zeichnung

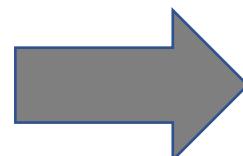
Abstraktes Bild

Ideale Geometrie

Ideale Oberfläche

## Reales Bauteil

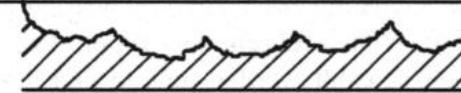
tatsächlich => Gestaltabweichungen  
Ideale Formen, Abmessungen,  
Oberflächen lassen sich nicht  
herstellen



Technische Zeichnung muss definieren, und  
eindeutig vermerken, welche Gestalt-  
abweichungen ein Werkstück aufweisen darf

## Beispiele

- Innenfläche Hydraulikzylinder, Lauffläche Kolbendichtung => hohe Oberflächenqualität
- Lauffläche Radialwellendichtung
  - nicht zu rau => Verschleiß der Dichtlippe
  - Nicht zu glatt => Versorgung mit Schmierstoff
- Wälzlager => nicht zu lose (Rutschen) und nicht zu fest (Montierbarkeit)
- Medizinische Instrumente => Sauberkeit (poliert, verchromt)
- Kraftfahrzeuge: Ersatzteile „von der Stange“ passen auf Anhieb
- Enge Toleranzen bei der Karosserie (Hauben-, Türenspalte => besonderer Qualitätseindruck, auch wenn technisch nicht erforderlich

Gestaltabweichung (als Profilschnitt überhöht dargestellt)	Beispiele für die Art der Abweichung
1. Ordnung: Formabweichungen	Geradheits-, Ebenheits-, Rundheits- Abweichung
	
2. Ordnung: Welligkeit	Wellen
	
3. Ordnung: Rauheit	Rillen
	
4. Ordnung: Rauheit	Riefen, Schuppen, Kuppen
	
5. Ordnung: Rauheit Nicht mehr in einfacher Weise bildlich darstellbar	Gefügestruktur
6. Ordnung: Nicht mehr in einfacher Weise bildlich darstellbar	Gitteraufbau des Werkstoffes
	
Die Gestaltabweichungen 1. bis 4. Ordnung überlagern sich zur Istoberfläche	

## Gestaltabweichungen nach DIN 4760

=> Durchbiegung Maschine / Werkstück

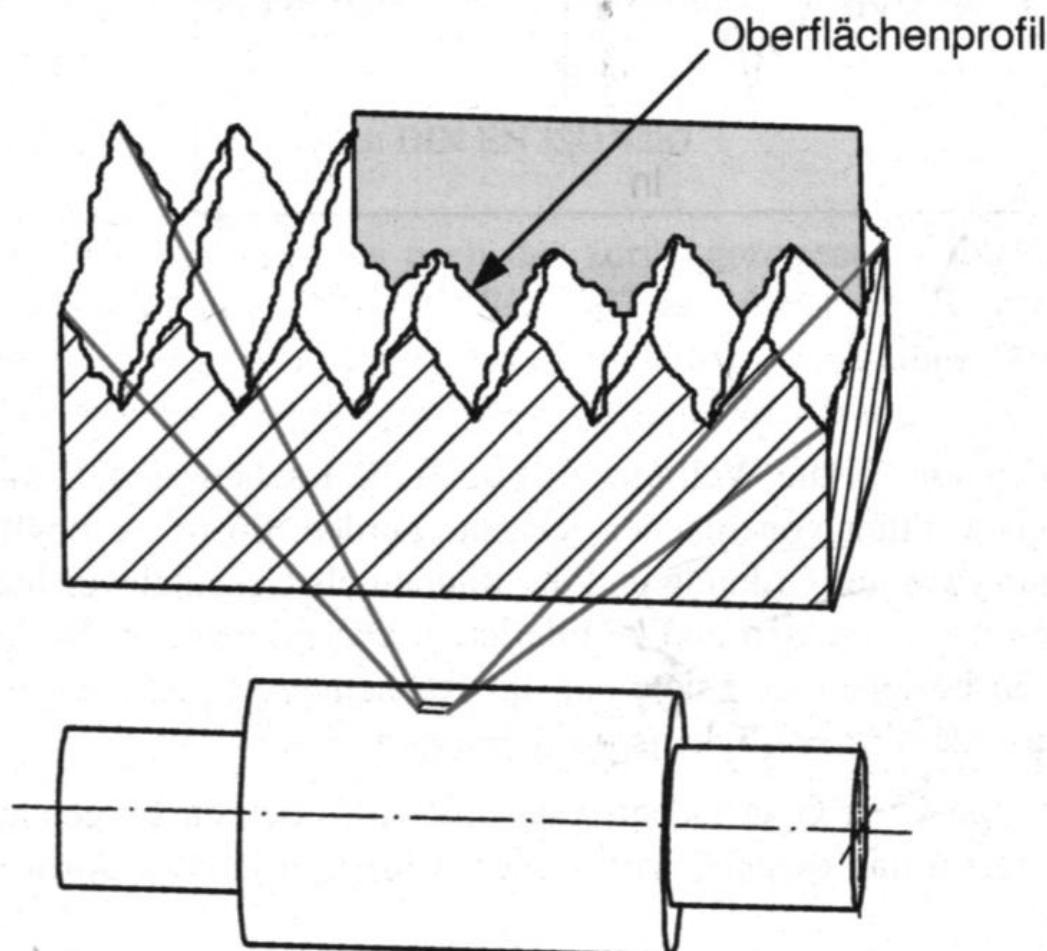
=> Formfehler des Fräzers

=> Form der Werkzeugschneise, Vorschub  
des Werkzeugs

=> Spanbildung (Reiß-, Scherspan)

=> Sandstrahlen

Quelle:  
Labisch, Wählisch, Technisches  
Zeichnen, Springer Vieweg

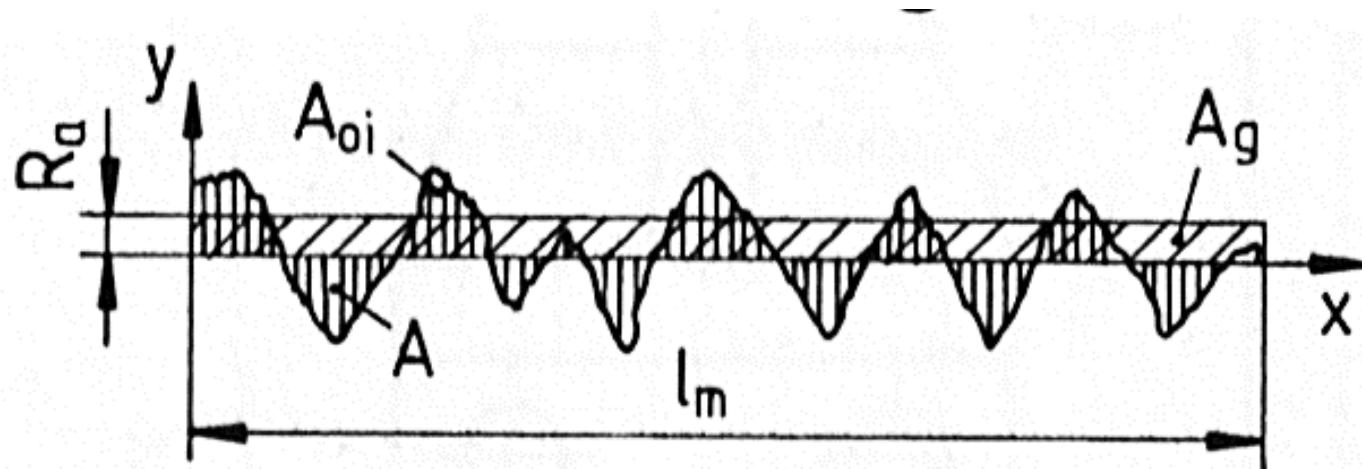


## Kenngrößen der Oberflächenbeschaffenheit

Mikroskopische Betrachtung der Oberfläche (REM-Aufnahmen)

- => Relief wird sichtbar, abhängig von
- Herstellverfahren: Drehen Fräsen, Schleifen, Hohnen
  - Material: Stahl, Messing, Aluminium

Quelle:  
Labisch, Wählisch, Technisches Zeichnen, Springer Vieweg



## Oberflächenprofil

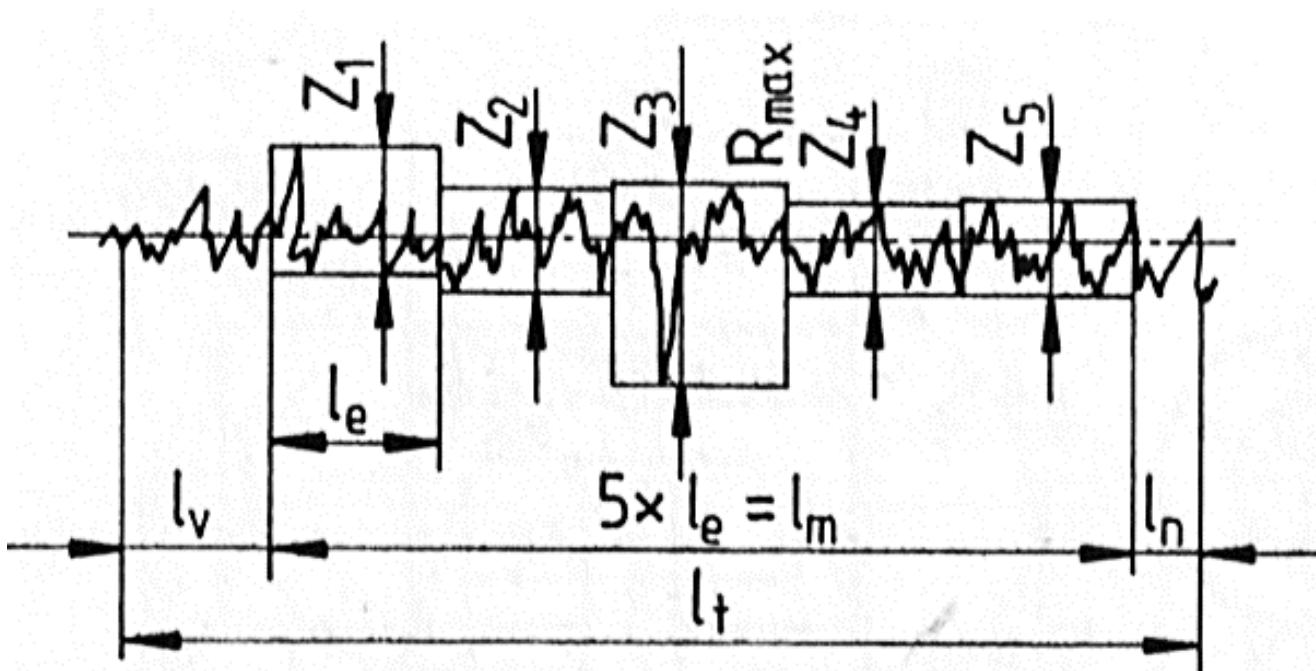
- DIN ISO EN 4768

Neuerung nach ISO 21920  
Hoischen 39. Auflage:  
Seite 222

**Mittenrauhwert  $R_g$  ( $\mu\text{m}$ ) ist der arithmetische Mittel der absoluten Beträge der Abstände  $y$  der einzelnen Punkte von der mittleren Linie innerhalb der Meßstrecke.**

Mittlere arithmetische Höhe der Absolutwerte  $R_a$  (früher „Mittenrauwert“)

Quelle: Hoischen



## Gemittelte Rauhtiefe $R_z$

Neuerung nach ISO 21920  
Hoischen 39. Auflage:  
Seite 222

- **Gemittelte Rauhtiefe** Maximale Höhe  $R_z$  (früher „gemittelte Rautiefe“) **geometrisches Mittel aus den Einzelrauhtiefen fünf aneinander grenzender Einzelmeßstrecken,**

$$R_z = \frac{1}{5} (Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5)$$

Quelle: Hoischen

## Oberflächenprofile

Primär-Profil



Rauheits-Profil



Welligkeits-Profil



Nesting Index Profil-L-Filter  $N_{ic}$  (Langwellenfilter)

Quelle: [https://www.wotech-technical-media.de/womag/ausgabe/2022/12/04\\_schorr\\_iso\\_neu\\_12j2022/04\\_schorr\\_iso\\_neu\\_12j2022.php](https://www.wotech-technical-media.de/womag/ausgabe/2022/12/04_schorr_iso_neu_12j2022/04_schorr_iso_neu_12j2022.php)

Neuerung nach ISO 21920  
Hoischen 39. Auflage:  
Seite 222

Maximale Rauhtiefe  $R_{max}$  ( $\mu m$ ) ist die größte der auf der Gesamtmeßstrecke  $l_m$  vorkommenden Einzelrauhtiefen  $Z_i$ , z. B.  $Z_3$  in 76.3.

Weitere Rauheitsmeßgrößen sind die Glättungstiefe  $R_p = 0,6 R_z$  ( $\mu m$ ), der Profiltraganteil  $t_p$  (%) und der Flächentraganteil  $t_a$  (%).

Quelle: Hoischen

## i.d.R. 5 Einzelmessstrecken

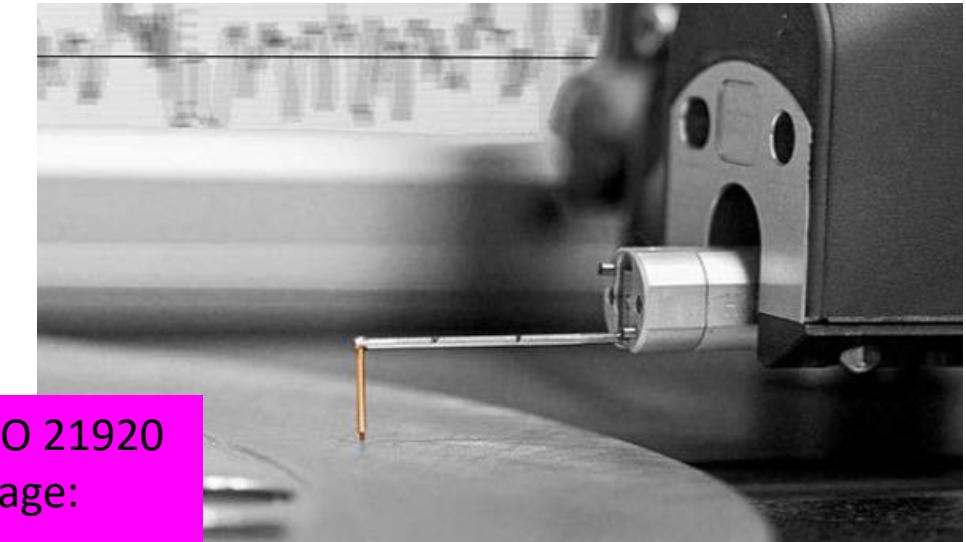
- abweichende Forderungen müssen explizit angegeben werden (z.B. Rz1 3,3 1 Einzelmessstrecke)

## 16%-Regel

- g 16 %-Regel ist kein Default
  - 1 mehr und muss mit T16% / explizit gefordert werden
- ereres angegeben  
Werte über-  
ngegebene Vor
- Neuerung nach ISO 21920  
Hoischen 39. Auflage:  
Seite 223

## max.-Regel

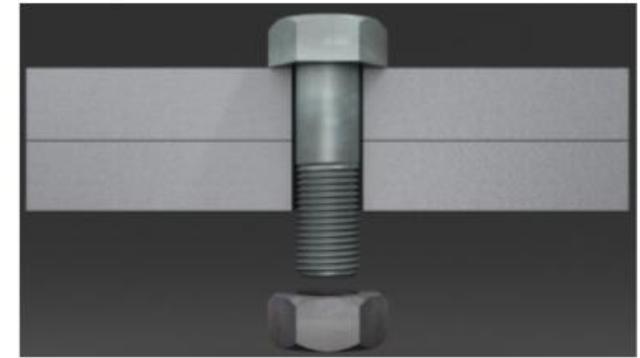
- muss explizit angegeben werden (z.B. Rzmax)
- kein Wert der Messung über-/unterschreitet die angegebene Vorgab



Bildquelle:  
Lehrveranstaltung CAD,  
Hochschule Anhalt,  
Thomas Gläser, M.Eng

# Richtwerte für Rautiefen

- funktionslose Oberflächen
  - $R_z > 100 \mu\text{m} / R_a > 12,5 \mu\text{m}$
- kraft-oder formschlüssig aufeinander liegende Flächen
  - $R_z \leq 100 \mu\text{m} / R_a \leq 12,5 \mu\text{m}$
- Dichtflächen bei statischer Belastung
  - $16 \mu\text{m} < R_z < 25 \mu\text{m}$
  - $1,6 \mu\text{m} < R_a < 3,2 \mu\text{m}$
- Dichtflächen bei dynamischer Belastung
  - $4 \mu\text{m} < R_z < 6,3 \mu\text{m}$
  - $0,4 \mu\text{m} < R_a < 0,8 \mu\text{m}$
- Wälzlagersitz auf Welle
  - $R_z \leq 6,3 \mu\text{m} / R_a \leq 1,6 \mu\text{m}$
- Wälzlagersitz im Gehäuse
  - $R_z \leq 10 \mu\text{m} / R_a \leq 3,2 \mu\text{m}$



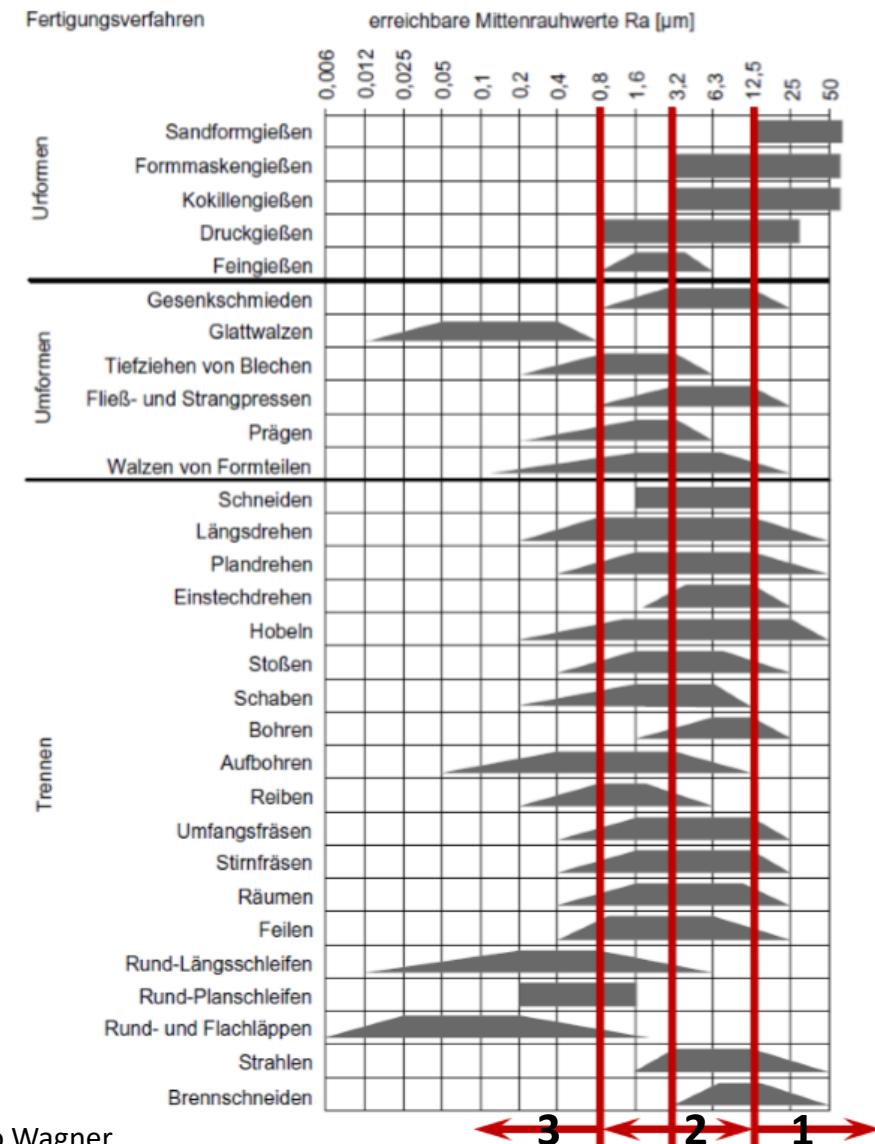
Bildquelle:  
Lehrveranstaltung CAD,  
Hochschule Anhalt,  
Thomas Gläser, M.Eng

## Erreichbare Mittenrauhwerte Ra [μm]

1 – geschruppt (Riefen fühl- und sichtbar)

2 – geschlichtet (Riefen nur noch sichtbar)

3 – fein/feinst geschlichtet (Riefen weder fühl- noch sichtbar)



1.7	a ✓	Die angegebene Oberflächenbeschaffenheit kann durch jedes Fertigungsverfahren erreicht werden.
1.8	a ✓	Die angegebene Oberflächenbeschaffenheit kann durch ein beliebiges Verfahren der Materialabtrennung erreicht werden.
1.9	a ✓	Die angegebene Oberflächenbeschaffenheit wird durch ein beliebiges anderes Verfahren aber nicht durch Materialabtrennen erreicht.
1.10	a gefräst	Die angegebene Oberflächenbeschaffenheit soll durch ein besonderes Verfahren nämlich durch Fräsen erreicht werden.
1.11	✓ 2,5	Bezugsstrecke in mm für die Rauheitsmessung, nicht bei $R_a$ - und $R_z$ -Angaben.
1.12	✓ ⊥	Rillenrichtung der vorherrschenden Oberflächenstruktur senkrecht zur Projektionsebene der Ansicht.

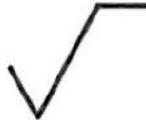
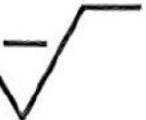
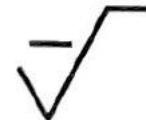
Keine Neuerungen  
nach ISO 21920  
bekannt

Quelle:  
Hoischen

## Textangabe

(z.B. für Dok)

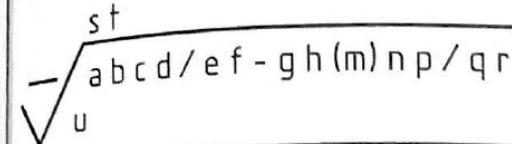
- APA  
→ any p
- MRR  
→ mate
- NMR  
→ no m

Oberflächensymbole		
„alt“ ISO 1302	profilhaft ISO 21920	flächenhaft ISO 25178
		
Kennzeichnung der Anforderungen an den Fertigungsprozess nach ISO 21920		
alle Fertigungsprozesse zulässig	Material muss abgetragen werden	Materialabtragung ist unzulässig
		

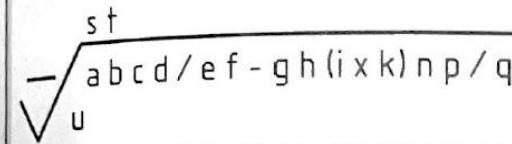
Nicht mehr aktuell  
nach ISO 21920  
Hoischen 39. Auflage:  
Seite 221 - 231

Bildquelle:  
Lehrveranstaltung CAD /  
Thomas Gläser, M.Eng

**Nicht abschnittlängenbasierte R-Parameter**  
z. B. Ra, Rq, Rt, Rzx, Rk, Rmc ...



**Abschnittlängenbasierte R-Parameter**  
z. B. Rz, Rp, Rv ...



#### Anmerkungen:

- Angaben **b** und **c** müssen immer angegeben werden. Alle anderen Angaben können angegeben werden, falls diese vom Default abweichen.
- Alle angegebenen Spezifikationselemente werden durch ein einzelnes Leerzeichen getrennt
- Toleranztypen: U (Default) steht für einen oberen Grenzwert, L für einen unteren.

#### Legende:

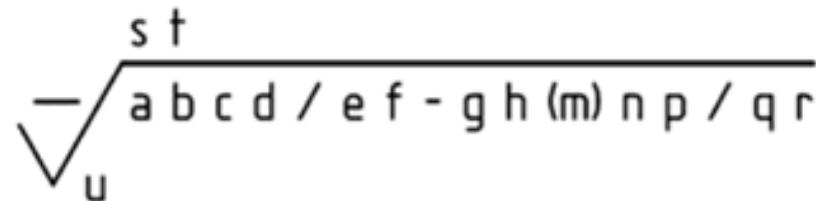
- a Toleranztyp (siehe Anmerkungen)
- b Symbol für R-Parameter Kenngröße**
- c Toleranzgrenzwert**
- d Toleranzakzeptanzregel
- e Typ des Profil-S-Filters
- f Nesting-Index des Profil-S-Filters
- g Typ des Profil-L-Filters
- h Nesting-Index des Profil-L-Filters
- ii Abschnittslänge
- k Anzahl Abschnitte
- m Auswertelänge
- n Assoziation/Element des Profil-F-Operators
- p Nesting-Index des Profil-F-Operators
- q Verfahren der Profilerfassung
- r Platzhalter für das OR(n)-Symbol (andere Anforderungen)
- s Fertigungsprozess
- t Oberflächenrillen und Richtung der Bearbeitungsspuren
- u Profilrichtung im Verhältnis zu den Oberflächenrillen

**Neuerung der  
Zeichnungseintragung  
nach ISO 21920  
Hoischen 39. Auflage:  
Seite 221 - 231**

Bildquelle:  
Hoischen 39. Auflage, S.225

# ISO 21920 vs. ISO 1302

DIN EN ISO 21920



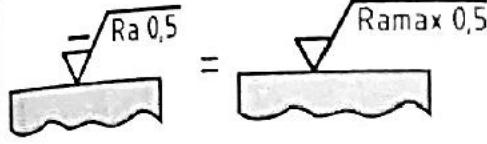
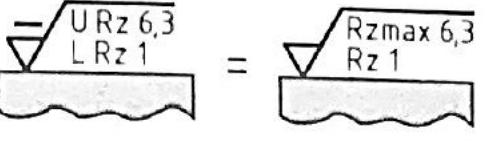
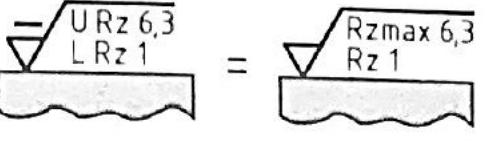
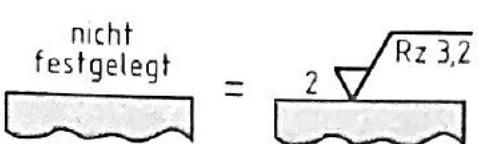
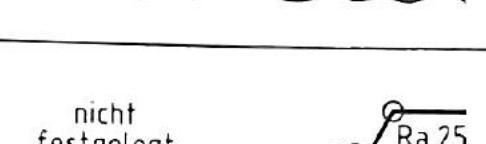
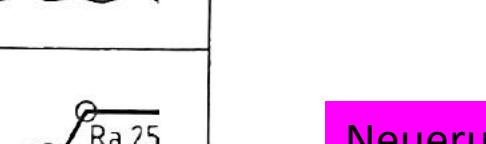
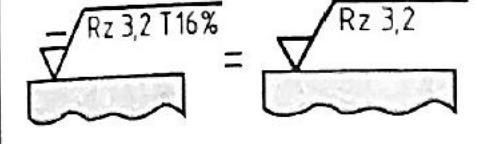
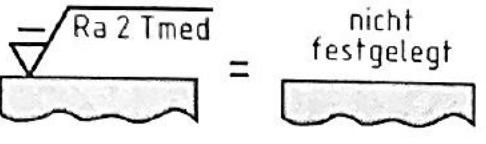
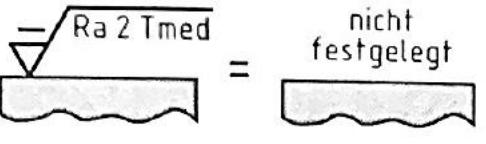
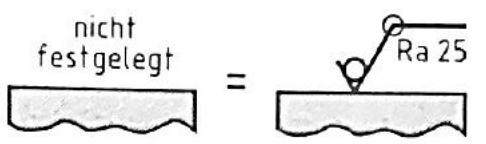
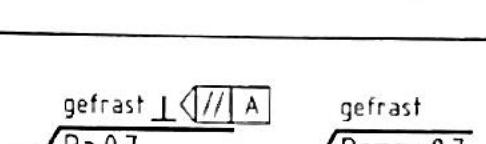
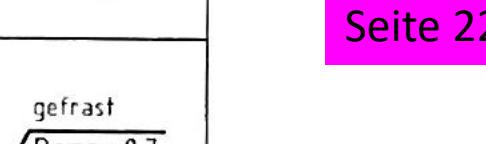
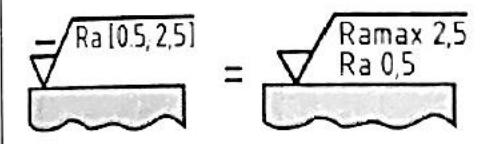
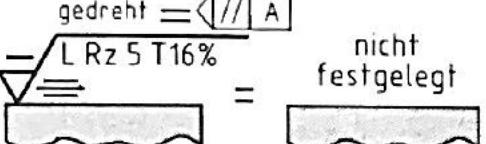
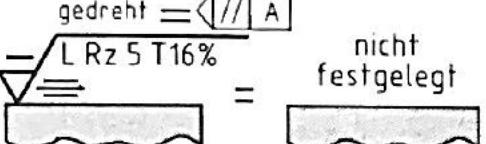
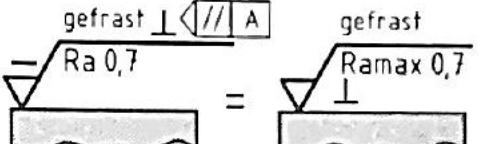
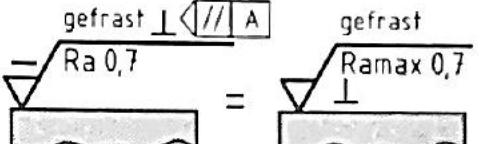
- a Toleranztyp
- b Symbol für Kenngröße
- c Toleranzgrenze
- d Toleranzakzeptanzregel
- e Typ des Profil-S-Filters
- f Nesting-Index des Profil-S-Filters
- g Typ des Profil-L-Filters
- h Nesting-Index des Profil-L-Filters
- m Auswertlänge, bzw. (i x k) für Rz, Rp etc. mit
- i = Abschnittslänge und
- k = Anzahl Abschnitte

- n Typ und Methode des Profil-F-Operators
- p Nesting-Index des Profil-F-Operators
- q Verfahren der Profilerfassung
- r „OR(n)“-Symbol für andere Anforderungen
- s Fertigungsprozess
- t Richtung der Bearbeitungsspuren
- u Profilrichtung in Bezug auf die Bearbeitungsspuren

Zeichnungseintragung  
nach ISO 21920  
Hoischen 39. Auflage:  
Seite 221 - 231

Bildquelle:  
[https://www.perschmann.de/  
neue-normen-fuer-gps/](https://www.perschmann.de/neue-normen-fuer-gps/)

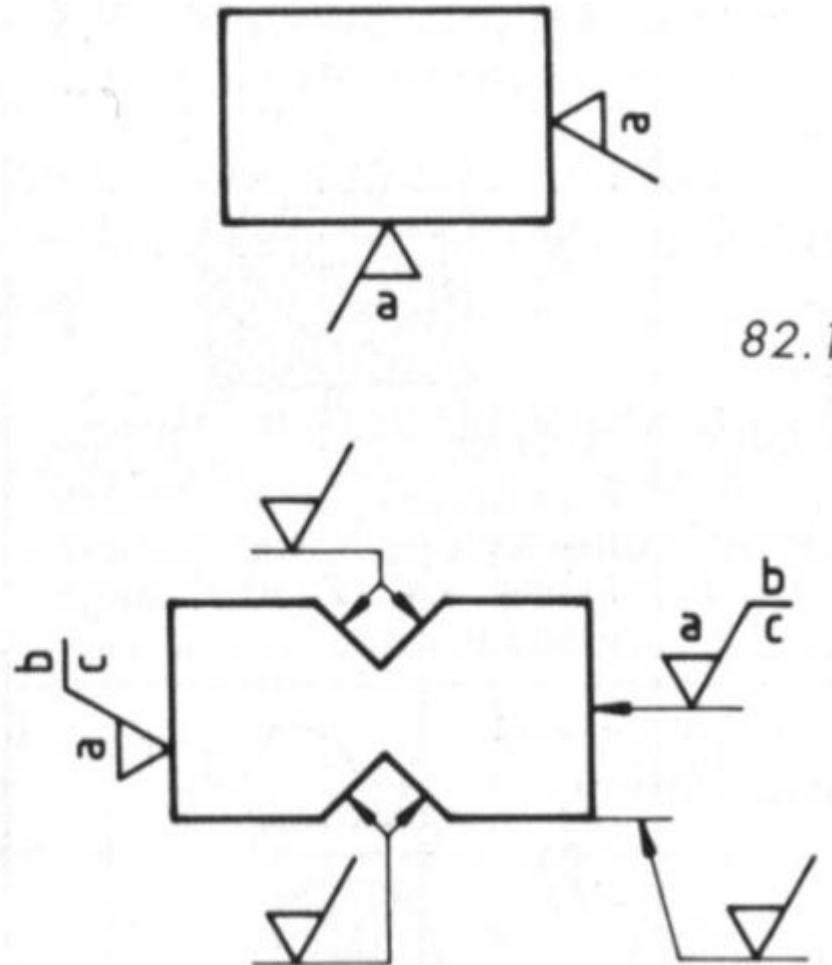
# ISO 21920 vs. ISO 1302

ISO 21920	ISO 1302	ISO 21920	ISO 1302	ISO 21920	ISO 1302
					
					
					

Neuerung nach ISO 21920  
Hoischen 39. Auflage:  
Seite 221 - 231

Bildquelle:  
Hoischen 39. Auflage, S.229

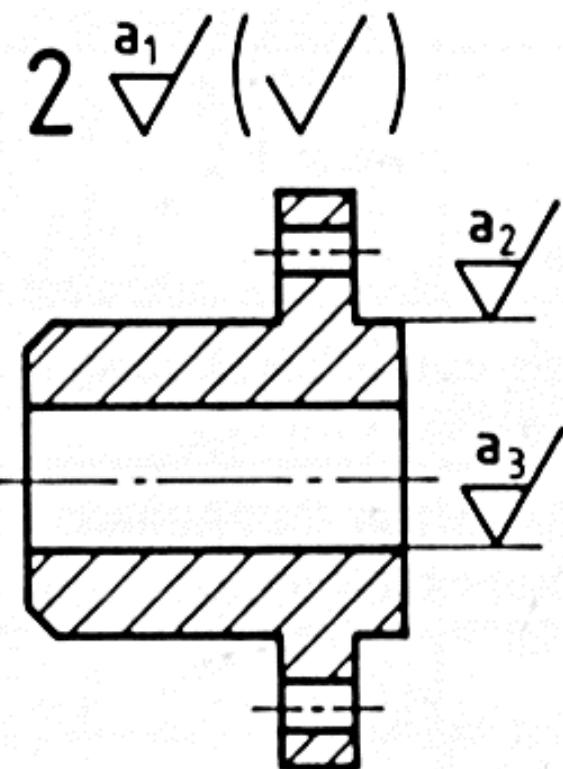
# Zeichnungsangaben



Die Symbole und Zusatzangaben sind so anzuordnen, daß sie von unten oder nach rechts zu lesen sind. Wenn diese Regel nicht eingehalten werden kann, darf das Symbol auch in jeder anderen Lage gezeichnet werden. Es darf dann aber keine Angaben für besondere Oberflächenbeschaffenheiten oder für Bearbeitungszugaben enthalten, 82.1.

Wenn notwendig, darf das Symbol auf einer Hinweislinie, die zur entsprechenden Oberfläche führt, stehen. Die Hinweislinie hat am Ende einen Maßpfeil,

Quelle: Hoischen



Wird für alle Flächen eines Teiles die gleiche Oberflächenbeschaffenheit gefordert, dann ist das entsprechende Oberflächensymbol in die Nähe der Darstellung des Teiles, z. B. hinter die Positionsnummer (2) oder in die Nähe des Schriftfeldes zu setzen.

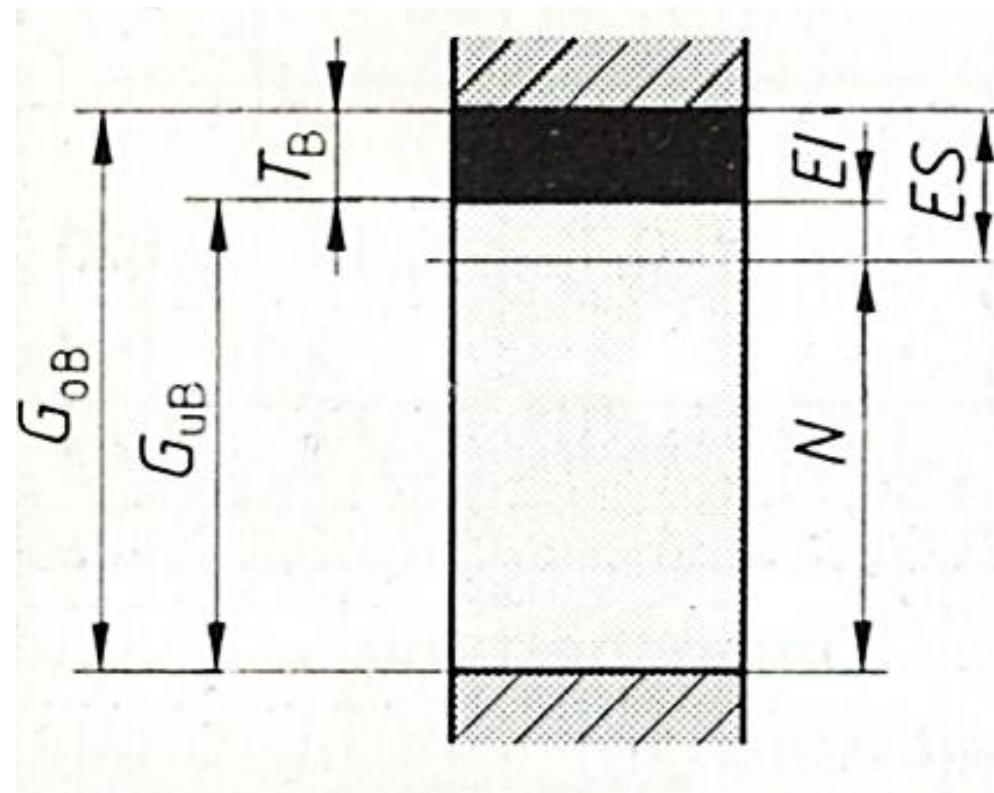
Quelle: Hoischen

# Toleranzen und Passungen

## Grundverständnis

Da bei der Fertigung von Werkstücken die Nennmaße nicht genau eingehalten werden können, erhalten je nach Funktion und Berücksichtigung einer wirtschaftlichen Fertigung die Nennmaße durch Angabe von Grenzabmaßen zugelassene Abweichungen. Diese legen die Grenzmaße fest, zwischen denen das am fertigen Werkstück gemessene Istmaß liegen darf.

## Bohrung



$N$  Nennmaß

$G_{\text{oB}}$  Höchstmaß Bohrung

$G_{\text{uB}}$  Mindestmaß Bohrung

$ES$  oberes Abmaß Bohrung

$EI$  unteres Abmaß Bohrung

$T_B$  Toleranz Bohrung

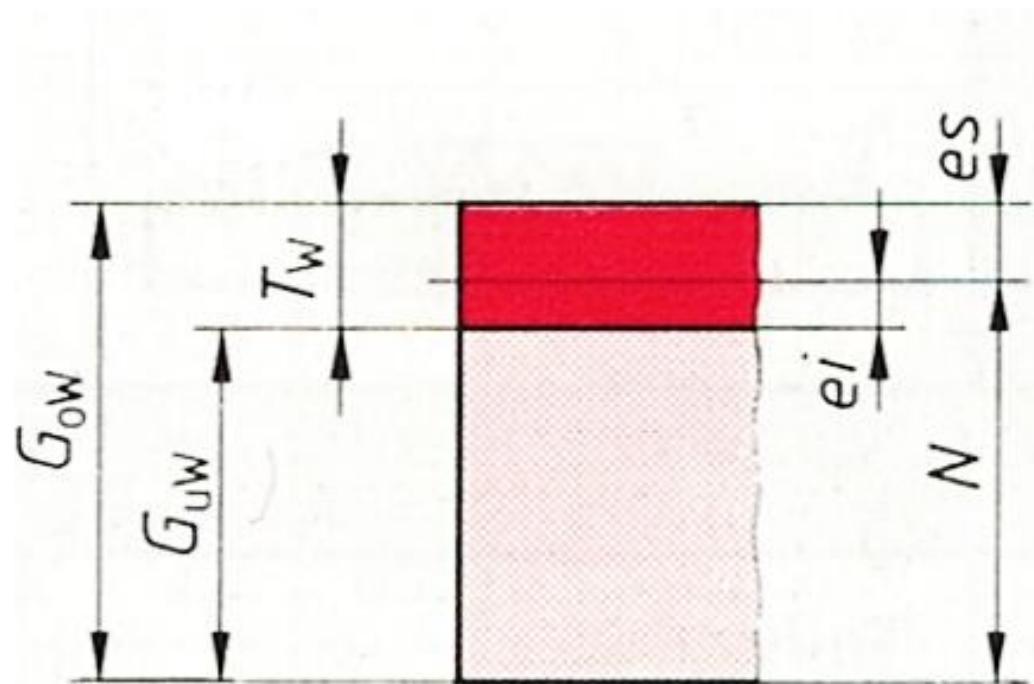
$$G_{\text{oB}} = N + ES$$

$$G_{\text{uB}} = N + EI$$

$$T_B = ES - EI$$

$$T_B = G_{\text{oB}} - G_{\text{uB}}$$

## Welle



$N$  Nennmaß

$G_{oW}$  Höchstmaß Welle

$G_{uW}$  Mindestmaß Welle

$es$  oberes Abmaß Welle

$ei$  unteres Abmaß Welle

$Tw$  Toleranz Welle

$$G_{oW} = N + es$$

$$G_{uW} = N + ei$$

$$Tw = es - ei$$

$$Tw = G_{oW} - G_{uW}$$

## Grundbegriffe

Das *Nennmaß*  $N$  ist ein Maß zur Größenangabe, auf das Grenzabmaße bezogen werden.

Ein *toleriertes Maß* ist ein Nennmaß mit zugeordneten Grenzabmaßen, wobei die Grenzabmaße am Nennmaß eingetragen, siehe Beispiel, oder mit Hilfe von Allgemeintoleranzen, z. B. nach DIN ISO 2768 T1, angegeben oder durch Toleranzkurzzeichen nach DIN ISO 286 gekennzeichnet sind.

Das *Höchstmaß*  $G_o$  als größtes zugelassenes Maß weicht um das obere Abmaß  $A_o$  und das *Mindestmaß*  $G_u$  als kleinstes zugelassenes Maß um das untere Abmaß  $A_u$  vom Nennmaß ab.

Ein Toleranzfeld wird in der graphischen Darstellung durch die beiden Grenzmaße oder durch die beiden Grenzabmaße begrenzt, 152.1 sowie 153.1 u. 2.

Quelle:  
Hoischen

## Grundbegriffe

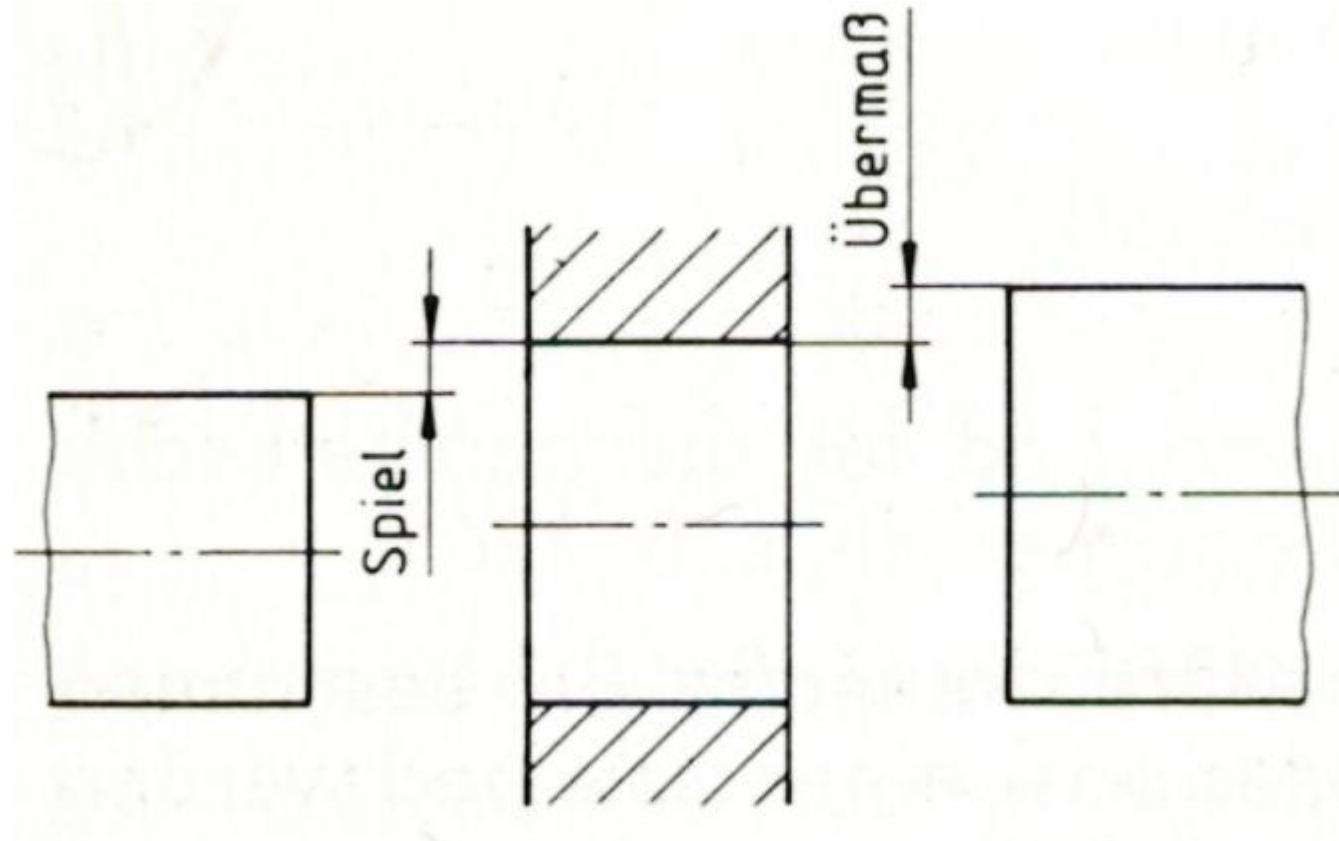
Die *Maßtoleranz*  $T$  ist die Differenz zwischen den Grenzmaßen, und zwar zwischen Höchstmaß  $G_o$  und Mindestmaß  $G_u$ .  $T = G_o - G_u$

Die *Nulllinie* ist in der graphischen Darstellung die gerade Linie, die dem Nennmaß entspricht. Sie ist die Bezugslinie für die Grenzabmaße. Diese erhalten ein + Vorzeichen, wenn sie über der Nulllinie liegen und ein - Vorzeichen, wenn sie unter der Nulllinie liegen.

Das am Werkstück gemessene *Istmaß*  $l$  (Fertigmaß) muß zwischen den Grenzmaßen liegen, andernfalls ist das Teil Ausschuß oder muß nachgearbeitet werden.

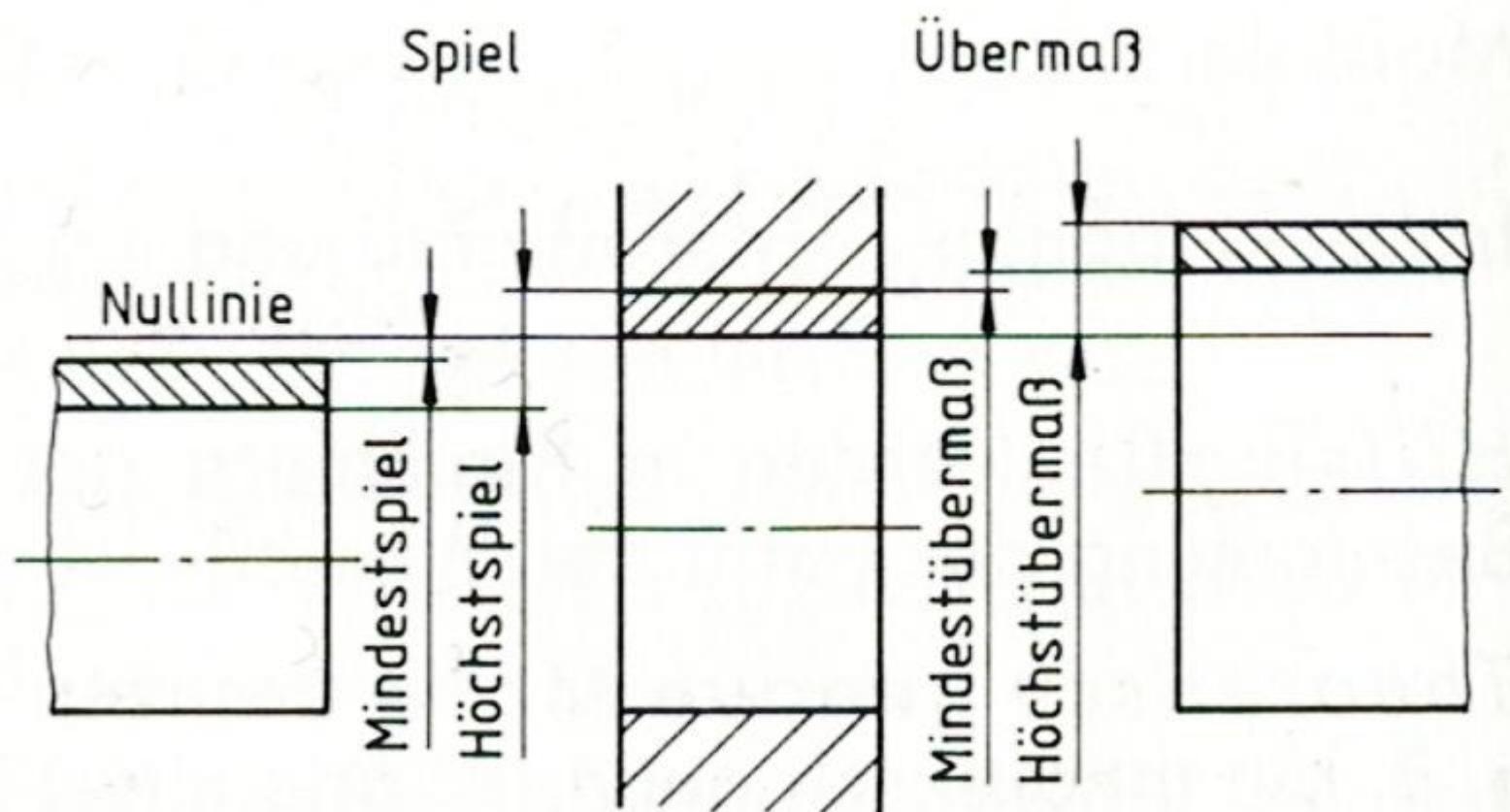
Quelle:  
Hoischen

## Übermaß und Spiel



Quelle:  
Hoischen

## Übermaß und Spiel



Unter *Spiel* versteht man die positive Differenz zwischen dem Maß der Bohrung und dem Maß der Welle vor dem Fügen, 154.1.

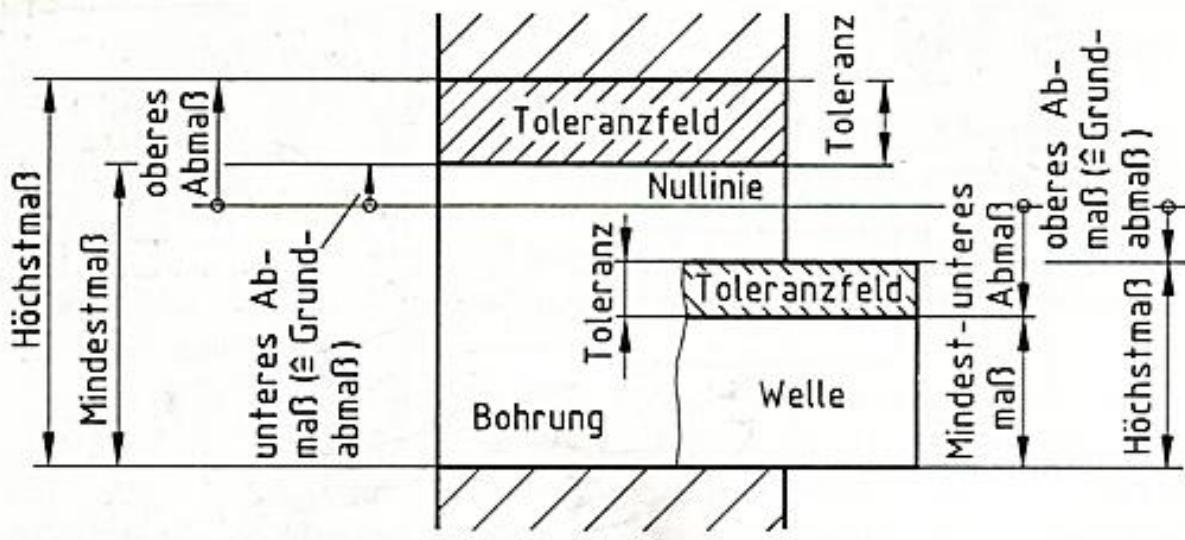
*Höchstspiel* ist entsprechend die positive Differenz zwischen Höchstmaß der Bohrung und Mindestmaß der Welle.

*Mindestspiel* ist die positive Differenz zwischen Mindestmaß der Bohrung und Höchstmaß der Welle, 154.2.

*Übermaß* ist die negative Differenz zwischen dem Maß der Bohrung und dem Maß der Welle vor dem Fügen, wenn der Ø der Welle größer ist als der Ø der Bohrung, 154.1

*Höchstübermaß* ist die negative Differenz zwischen Mindestmaß der Bohrung und Höchstmaß der Welle (bei Übermaß- und Übergangspassungen).

*Mindestübermaß* ist die negative Differenz zwischen Höchstmaß der Bohrung und Mindestmaß der Welle, 154.2.



**Nennmaß:** Maß, auf das sich die Abmaße beziehen  
(bei grafischer Darstellung als Nulllinie bezeichnet)

**Istmaß:** Gemessenes Werkstückfertigmaß

**Grenzmaße**

**Höchstmaß:** Größtes zugelassenes Werkstückmaß

**Mindestmaß:** Kleinstes zugelassenes Werkstückmaß

**Grenzabmaße**

**Oberes Abmaß:** Differenz zwischen Höchstmaß und Nennmaß

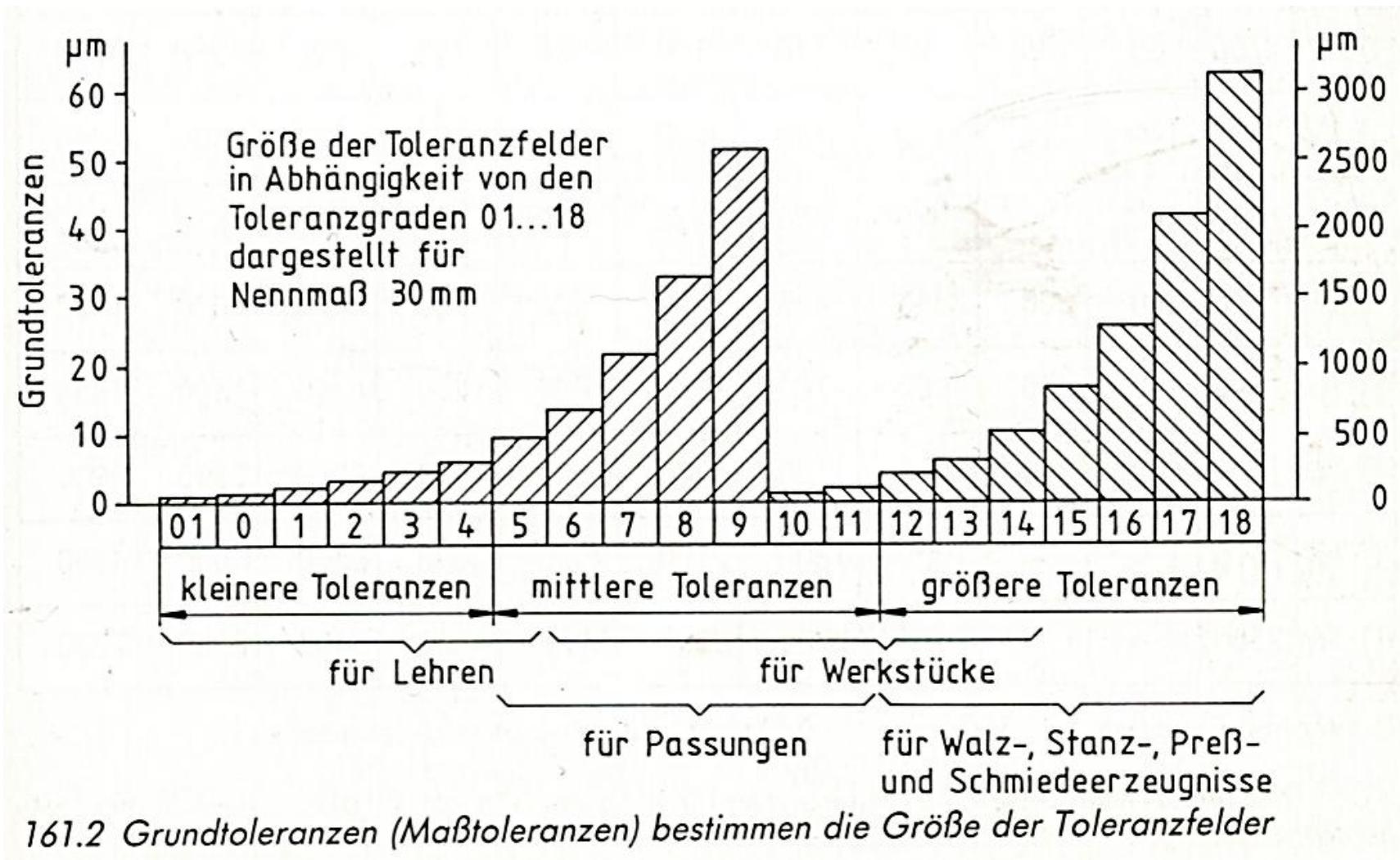
**Unteres Abmaß:** Differenz zwischen Mindestmaß und Nennmaß

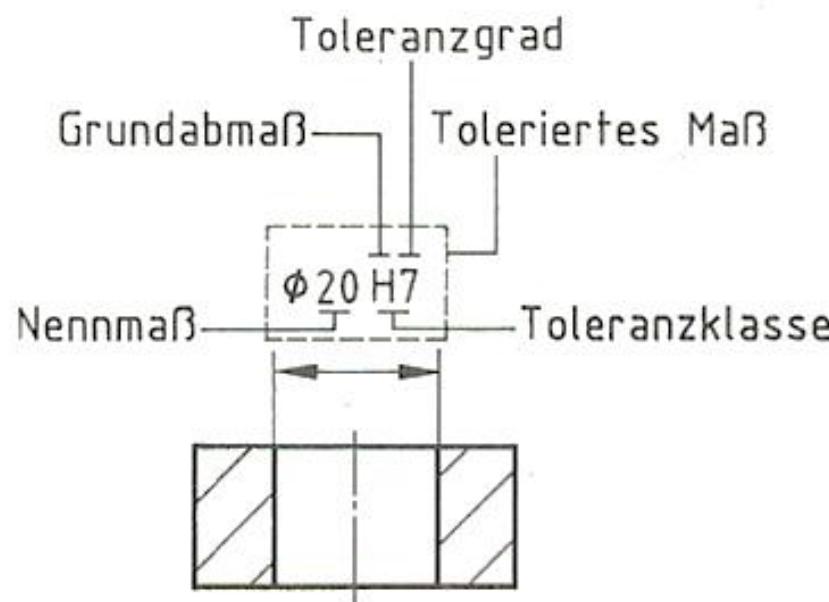
**Grundabmaß:** Abmaß, das die Lage der Toleranz zur Nulllinie festlegt. Seine Größe gibt den Abstand zwischen Nulllinie und demjenigen Grenzmaß an, das am nächsten bei der Nulllinie liegt

**Toleranz:** Differenz zwischen Höchst- und Mindestmaß bzw. zwischen oberem und unterem Abmaß

## Anwendung ISO Toleranzgrade und Herstellung

	Kleine Toleranzen				Mittlere Toleranzen				Große Toleranzen			
Grundtoleranzgrade	01 0 1 2 3 4				5 6 7 8 9 10 11				12 13 14 15 16 17 18			
	Prüflehren				Bearbeitete Werkstücke				Nicht für Passmaße			
Anwendungsgebiete		Arbeitslehren			Maschinenbau		Gezogene, gewalzte Teile Gegossene, geschmiedete Teile					
Fertigungsverfahren	Läppen, Honen			Schleifen, Reiben, Fräsen, Drehen			Walzen, Schmieden, Pressen					





**Toleranzfeld:** Bei grafischer Darstellung von Toleranzen das Feld zwischen Höchst- und Mindestmaß

**Grundtoleranz:** Die einem Grundtoleranzgrad, z.B. IT7, und einem Nennmaßbereich, z.B. 30...50, zugeordnete Toleranz

**Grundtoleranzgrad:** Eine Gruppe von Toleranzen, die dem gleichen Genauigkeitsniveau, z.B. IT7, zugeordnet werden

**Toleranzgrad:** Zahl des Grundtoleranzgrades

**Toleranzklasse:** Benennung für eine Kombination eines Grundabmaßes mit einem Toleranzgrad, z.B. H7

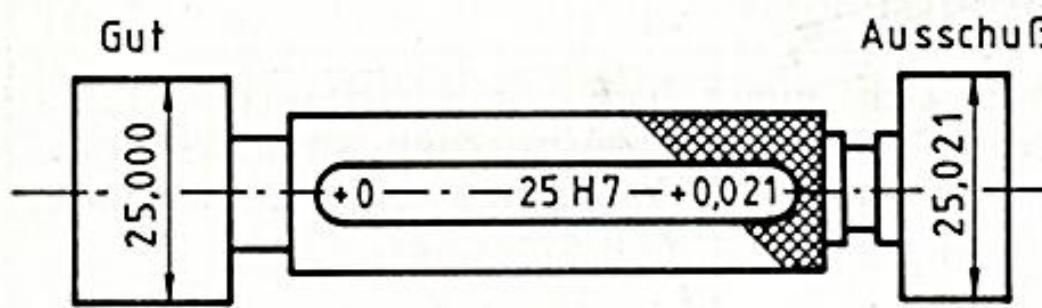
**Toleriertes Maß:** Es besteht aus Nennmaß mit Grenzabmaßen, z.B.  $30 \pm 0,1$ , oder aus Nennmaß mit Toleranzklasse, z.B.  $20H7$

**Passung:** Beziehung aus der Differenz der Istmaße von Bohrung und Welle nach dem Fügen

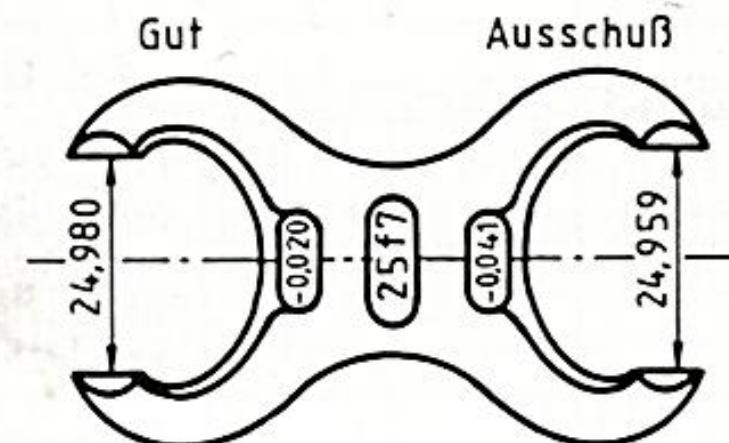
## Grenzlehren

Hüllprinzip nach DIN 7167<sup>1)</sup>

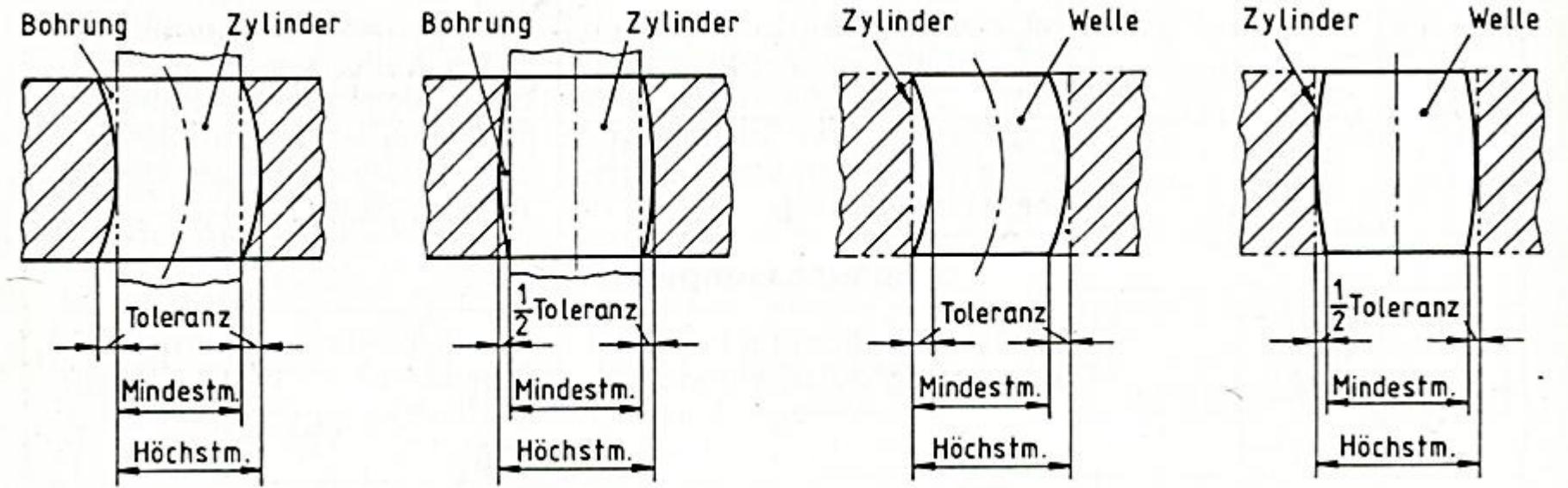
Bei Wellen darf die Oberfläche des Formelementes die geometrisch ideale Form (Zylinder) mit Höchstmaß nicht überschreiten. Ferner darf an keiner Stelle das Istmaß das Mindestmaß unterschreiten.



170.1 u. 170.2 Grenzlehren



## Kontrolle der definierten Toleranzen



Bei Bohrungen darf die Oberfläche des Formelementes die geometrisch ideale Form (Zylinder) mit Mindestmaß nicht unterschreiten. Ferner darf an keiner Stelle das Istmaß das Höchstmaß überschreiten.

## Toleranzen für Längenmaße

**Tabelle 7-4** Grenzabmaße für Längenmaße nach DIN ISO 2768 (Werte in mm)

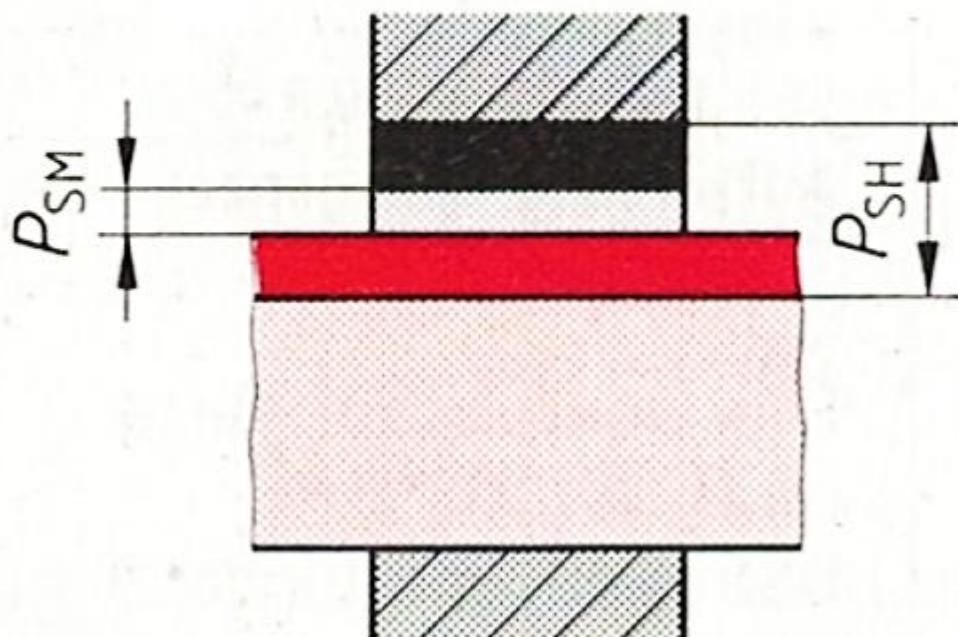
Toleranzklasse Kurz- zeichen	Benennung	Grenzabmaße für Nennmaßbereiche						
		über 0,5 bis 3	über 3 bis 6	über 6 bis 30	über 30 bis 120	über 120 bis 400	über 400 bis 1000	über 1000 bis 2000
f	fein	± 0,05	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,2	± 0,3	± 0,5
m	mittel	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2
c	grob	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2	± 3
v	sehr grob	–	± 0,5	± 1	± 1,5	± 2,5	± 4	± 6

# Passungen

## Spielpassung

$P_{SH}$  Höchstspiel

$P_{SM}$  Mindestspiel



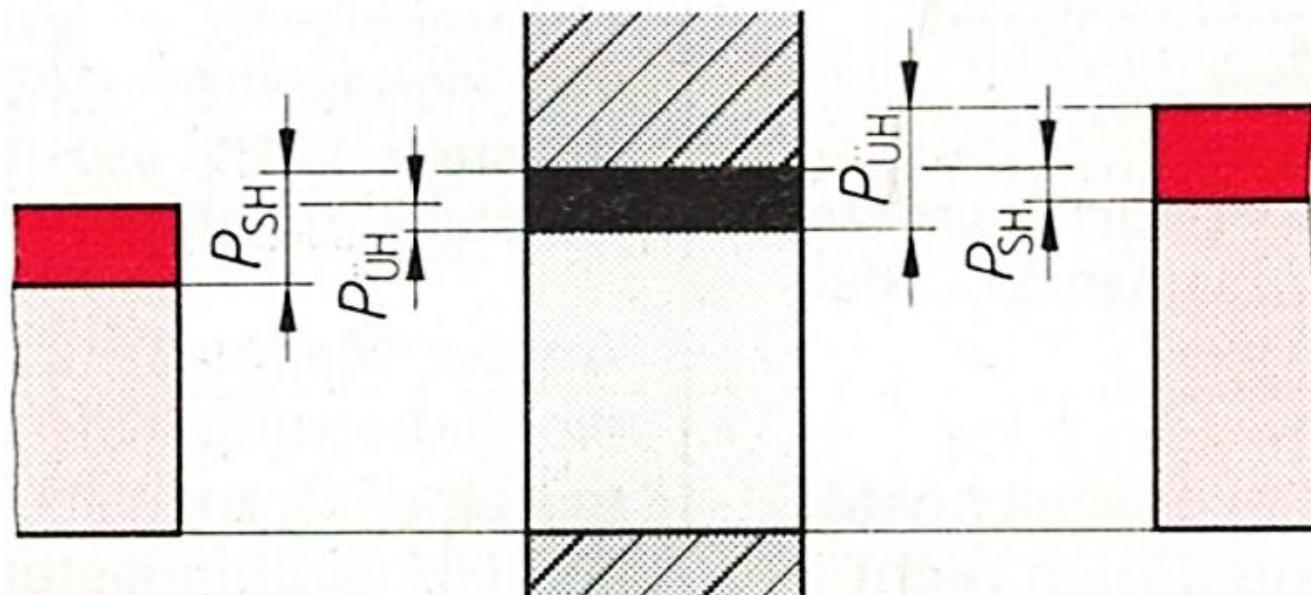
$$P_{SM} = G_{uB} - G_{oW}$$

$$P_{SH} = G_{oB} - G_{uW}$$

## Übergangspassung

$P_{SH}$  Höchstspiel

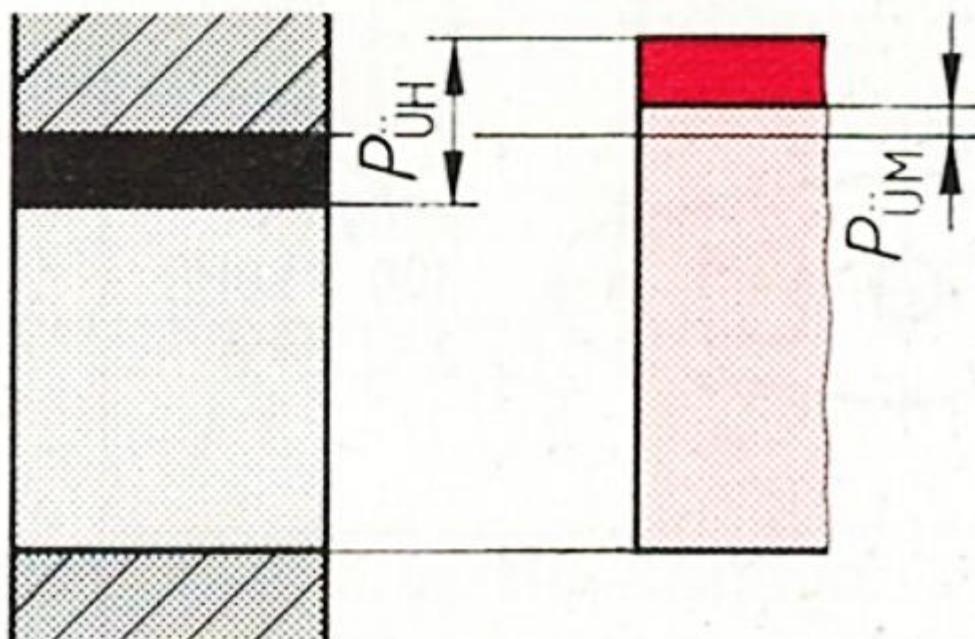
$P_{ÜH}$  Höchstübermaß



## Übermaßpassung

$P_{ÜH}$  Höchstübermaß

$P_{ÜM}$  Mindestübermaß



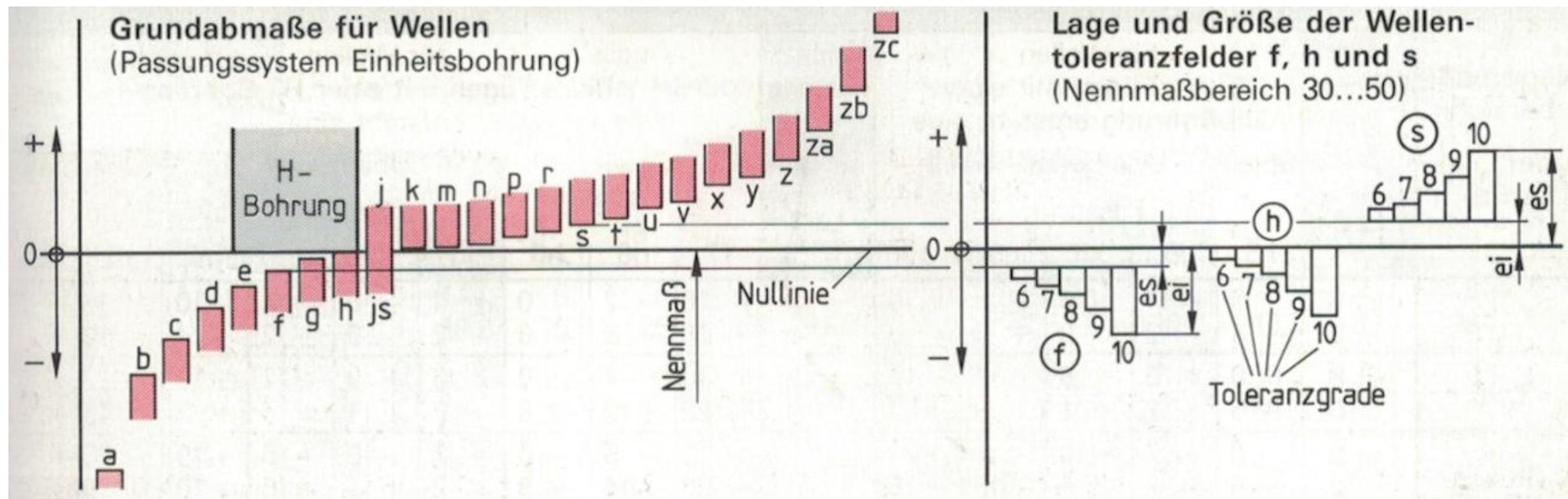
$$P_{ÜH} = G_{uB} - G_{oW}$$

$$P_{ÜM} = G_{oB} - G_{uW}$$

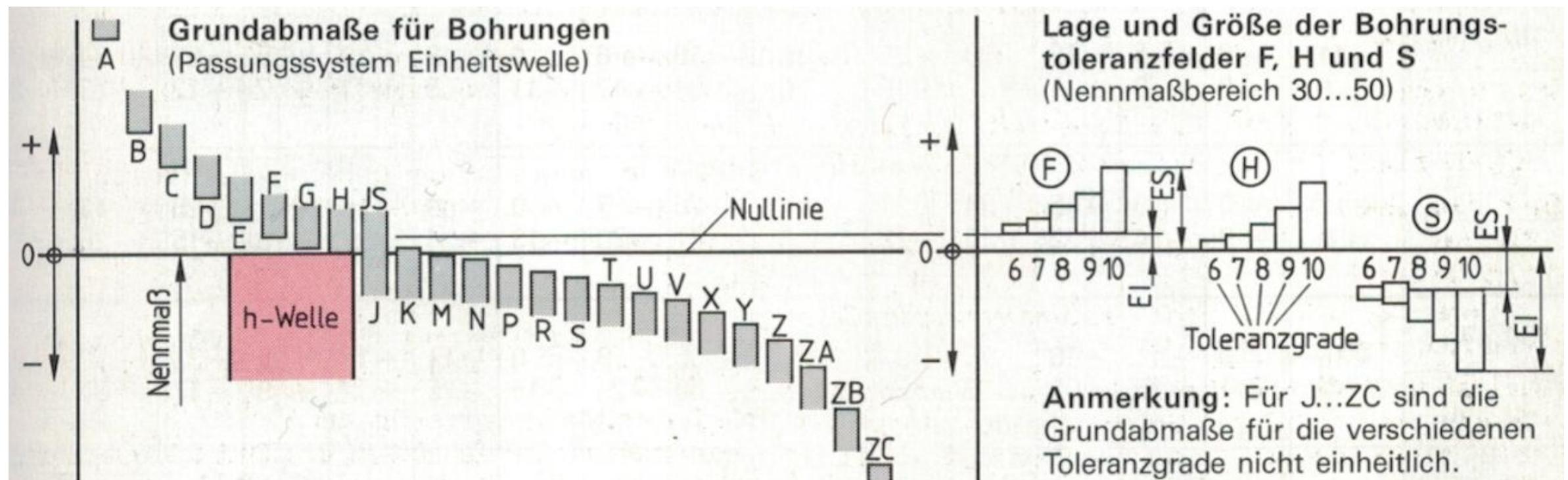
Einheits-Bohrung <sup>1)</sup>	Einheits-Welle <sup>1)</sup>	Merkmale	Anwendung
H8/d9	<b>D10/h9</b>	Die Teile laufen mit sehr weitem Spiel	Förderanlagen, Landmaschinen
H8/e8	<b>E9/h9</b>	Die Teile laufen mit reichlichem Spiel	Ringschmierlager, Spindeln
<b>H7/f7</b>	<b>F8/h6</b>	Die Teile laufen mit merklichem Spiel	Kulissensteine in Führungen
H7/g6	G7/h6	Die Teile laufen ohne merkliches Spiel	Spindellager in Schleifmaschinen, austückbare Zahnräder, Teilkopfspindeln
<b>H7/h6</b>	<b>H7/h6</b>	Die Teile gleiten, von Hand bewegt, gerade noch	Pinole im Reitstock, Säulenführungen
H7/j6	nicht fest-gelegt	Die Teile lassen sich mit leichten Schlägen oder von Hand verschieben	Riemenscheiben, Zahnräder, Nabe und Welle bei Keil- und Federverbindungen
<b>H7/n6</b>		Die Teile lassen sich mit geringem Kraftaufwand verschieben	Lagerbuchsen in Gehäusen, Kolbenbolzen, Führungssäulen
<b>H7/r6</b>	nicht fest-gelegt	Die Teile lassen sich mit größerem Kraftaufwand fügen	Lagerbuchsen in Gehäusen
H7/s6		Die Teile lassen sich nur durch großen Kraftaufwand oder durch Dehnen oder Schrumpfen fügen	Zahnkränze, Schrumpfringe
<b>H8/u8</b>		Die Teile lassen sich nur durch Dehnen oder Schrumpfen fügen	Räder auf Achsen, Kupplungen auf Wellen

<sup>1)</sup> Die fettgedruckten Passungen besitzen Toleranzfelder der Reihe 1. Sie sind bevorzugt anzuwenden.

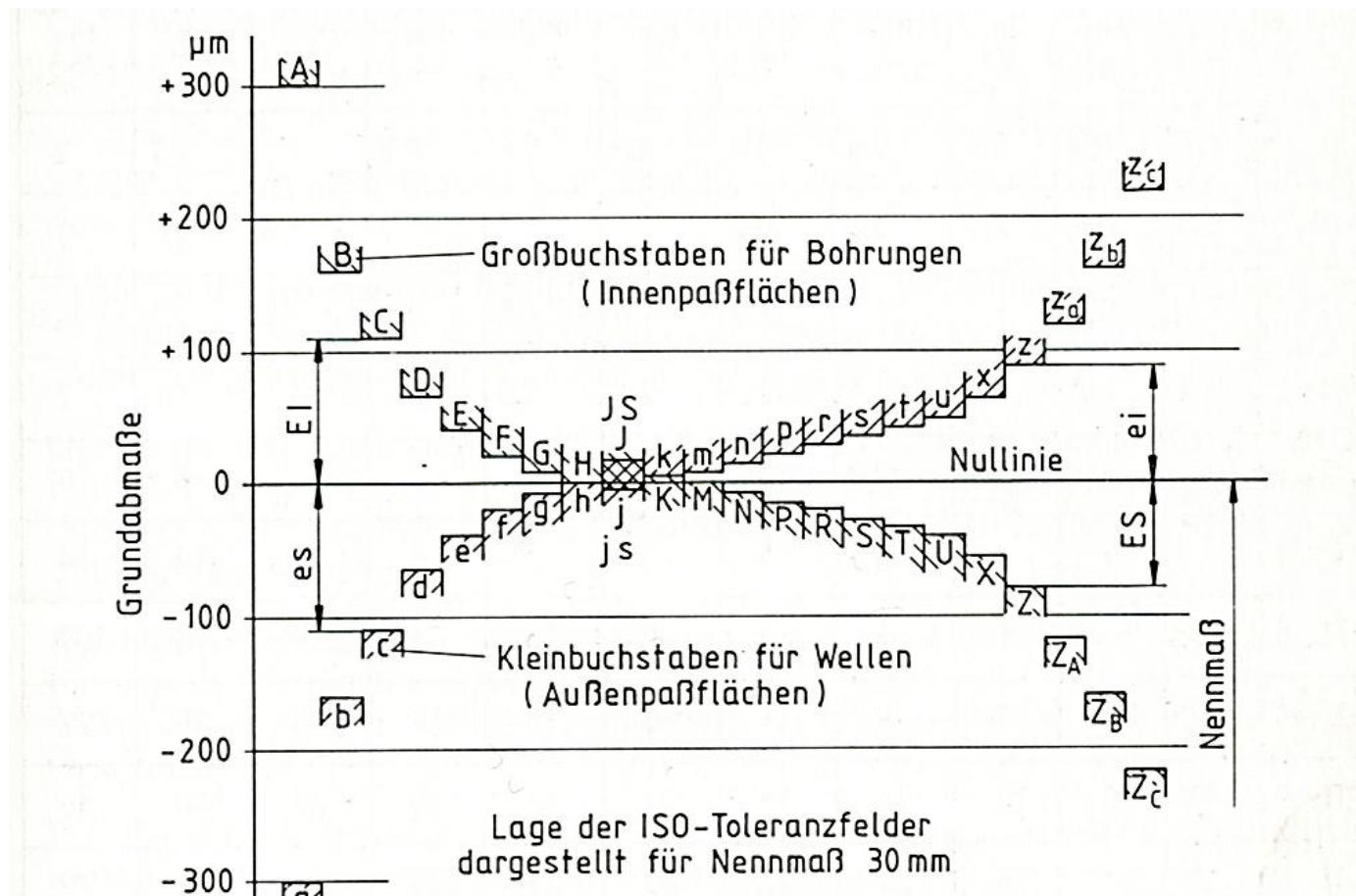
## Passungsauswahl



## Passungsauswahl



## Toleranzklassen



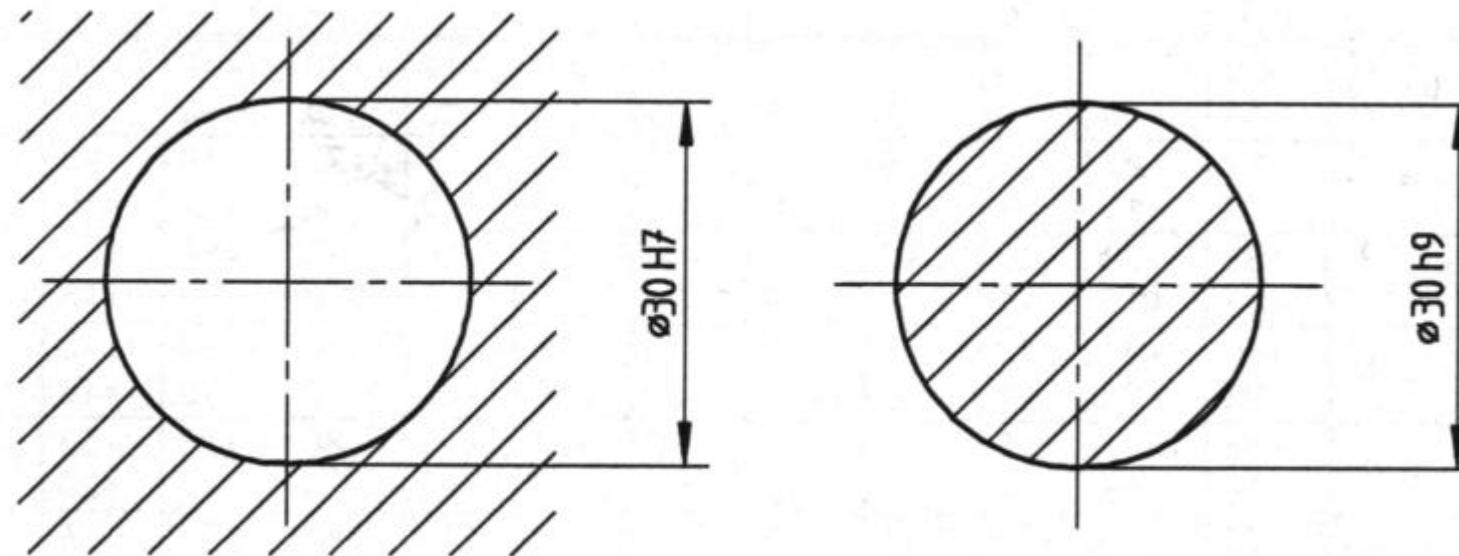
161.1 Grundabmaße bestimmen die Lage der Toleranzfelder zur Nulllinie  
Die Kennzeichnung der Abmaße nach DIN ISO 286 ist für Bohrungen  $ES$  und  $EI$ , für Wellen  $es$  und  $ei$ , für obere Abmaße  $ES$  und  $es$  sowie für untere Abmaße  $EI$  und  $ei$ .

**Tabelle 7-3** Grenzabmaße [ $\mu\text{m}$ ] für ausgewählte Toleranzklassen (DIN 7157)

Nennmaß [mm]	Innenteile						Außenteile					
	s6	r6	k6	j6	h6	h11	H7	H8	H11	G7	F8	E9
1 bis 3	+20	+16	+6	+4	0	0	+10	+14	+60	+12	+20	+39
	+14	+10	0	-2	-6	-60	0	0	0	+2	+6	+14
> 3 bis 6	+27	+23	+9	+6	0	0	+12	+18	+75	+16	+28	+50
	+19	+15	+1	-2	-8	-75	0	0	0	+4	+10	+20
> 6 bis 10	+32	+28	+10	+7	0	0	+15	+22	+90	+20	+35	+61
	+23	+19	+1	-2	-9	-90	0	0	0	+5	+13	+25
> 10 bis 18	+39	+34	+12	+8	0	0	+18	+27	+110	+24	+43	+75
	+28	+23	+1	-3	-11	-110	0	0	0	+6	+16	+32
> 18 bis 30	+48	+41	+15	+9	0	0	+21	+33	+130	+28	+53	+92
	+35	+28	+2	-4	-13	-130	0	0	0	+7	+20	+40
> 30 bis 50	+59	+50	+18	+11	0	0	+25	+39	+160	+34	+64	+112
	+43	+34	+2	-5	-16	-160	0	0	0	+9	+25	+50
> 50 bis 65	+72	+60					+30	+46	+190	+40	+76	+134
	+53	+41	+21	+12	0	0	0	0	0	+10	+30	+60
> 65 bis 80	+78	+62					+35	+54	+220	+47	+90	+159
	+59	+43	+2	-7	-19	-190	0	0	0	+12	+36	+72
> 80 bis 100	+93	+73					+40	+63	+250	+54	+106	+185
	+71	+51	+25	+13	0	0	0	0	0	+14	+43	+85
> 100 bis 120	+101	+76					+40	+63	+250	+54	+106	+185
	+79	+54	+3	-9	-22	-220	0	0	0	+12	+36	+72
> 120 bis 140	+117	+88					+40	+63	+250	+54	+106	+185
	+92	+63	+28	+14	0	0	0	0	0	+14	+43	+85
> 140 bis 160	+125	+90					+40	+63	+250	+54	+106	+185
	+100	+65	+3	-11	-25	-250	0	0	0	+14	+43	+85
> 160 bis 180	+133	+93					+40	+63	+250	+54	+106	+185
	+105	+78	+3	-11	-25	-250	0	0	0	+14	+43	+85

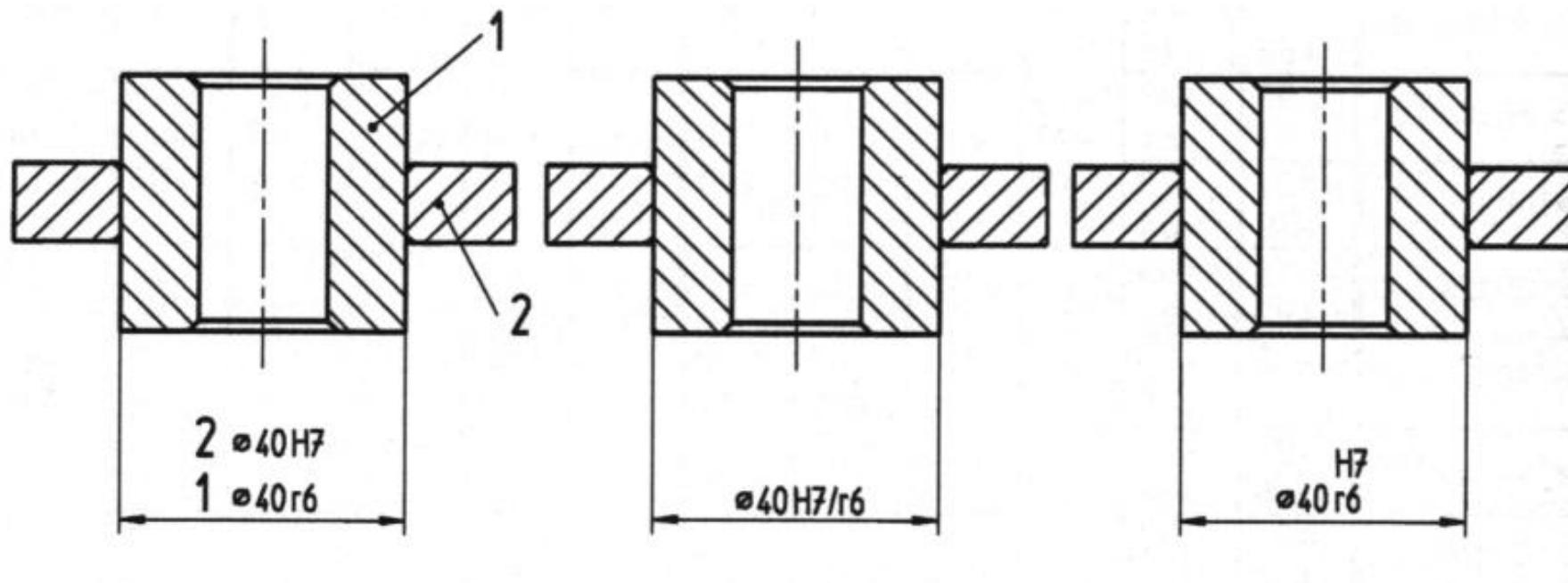
>120 bis 140	+117 +92	+88 +63			0	0	+40	+63	+250	+54	+106	+185
>140 bis 160	+125 +100	+90 +65	+28 +3	+14 -11	-25	-250	0	0	0	+14	+43	+85
>160 bis 180	+133 +108	+93 +68										
>180 bis 200	+151 +122	+106 +77										
>200 bis 225	+159 +130	+109 +80	+33 +4	+16 -13	0	0	+46	+72	+290	+61	+122	+215
>225 bis 250	+169 +140	+113 +84			-29	-290	0	0	0	+15	+50	+100
>250 bis 280	+190 +158	+126 +94	+36	+16	0	0	+52	+81	+320	+69	+137	+240
>280 bis 315	+202 +170	+130 +98	+4	-16	-32	-320	0	0	0	+17	+56	+110
>315 bis 355	+226 +190	+144 +108	+40	+18	0	0	+57	+89	+360	+75	+151	+265
>355 bis 400	+244 +208	+150 +114	+4	-18	-36	-360	0	0	0	+18	+62	+125
>400 bis 450	+272 +232	+166 +126	+45	+20	0	0	+63	+97	+400	+83	+165	+290
>450 bis 500	+292 +252	+172 +132	+5	-20	-40	-400	0	0	0	+20	+68	+135

## Beispiel



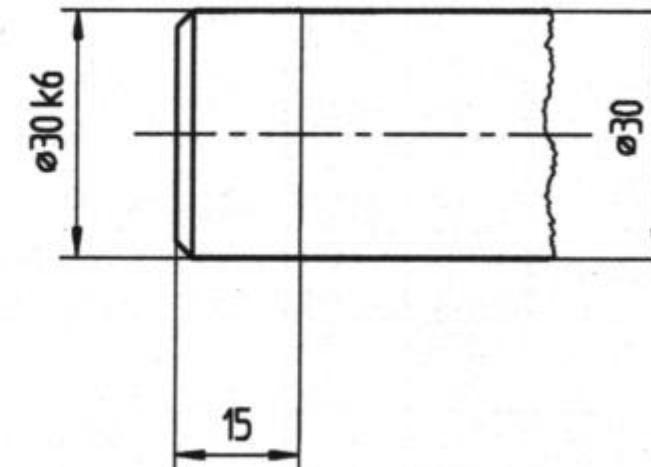
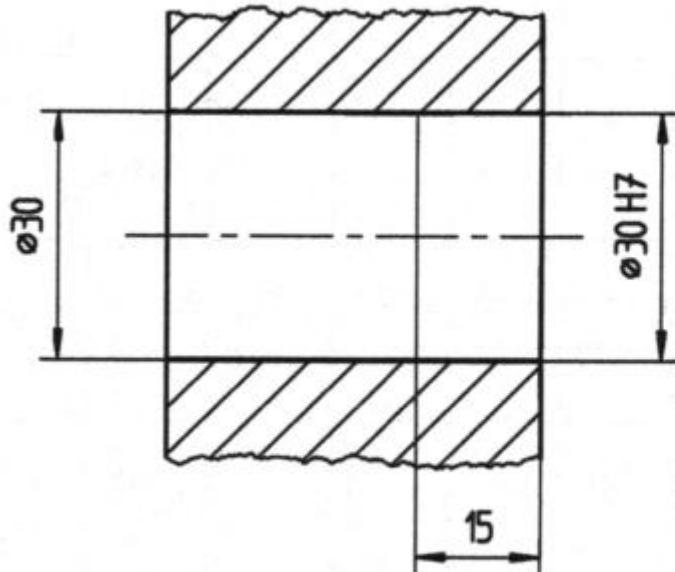
**Bild 7-10** Angabe von Maßtoleranzen durch ISO-Toleranzkurzzeichen (Beispiele 1)

## Beispiel



Geben Sie an, um welche Arten von Passungen es sich hierbei handelt.

## Beispiel



Geben Sie an, um welche Arten von Passungen es sich hierbei handelt.

## Verständnisfragen

- Wie ist ein Toleranzfeld definiert ?
- Zeichnen Sie ein Toleranzfeld mit den wichtigsten Kenngrößen
- Zeichnen Sie eine Welle mit  $\varnothing 20$  mm
  - Die Welle soll in einer passenden Einheitsbohrung geführt werden
  - Welche Passung ist zu wählen, wenn die Teile ohne merkliches Spiel laufen sollen?
  - Zeichnen Sie Welle und Bohrung

**Vielen Dank für die Aufmerksamkeit !**

## Hinweis

Diese Folien sind ausschließlich für den internen Gebrauch im Rahmen der Lehrveranstaltung an der Frankfurt University of Applied Sciences bestimmt. Sie sind nur zugänglich mit Hilfe eines Passwortes, dass in der Vorlesung bekannt gegeben wird.

## Neue Normen

- Oberflächenbeschaffenheit
- Form- und Lagetoleranz

## Änderungen der Normen

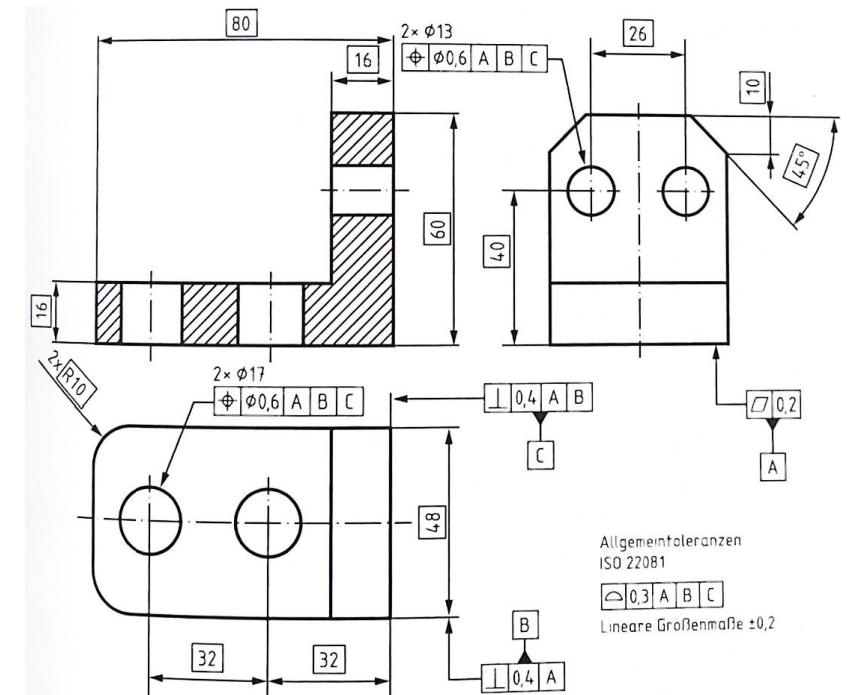
- Oberflächenbeschaffenheit, seit Dezember 2022 (Änderungen sind markiert):
  - DIN EN ISO 21920-1
  - DIN EN ISO 21920-2
  - DIN EN ISO 21920-3
- Form- und Lagetoleranzen, seit Februar 2021:
  - DIN EN ISO 22081

## Form- und Lagetoleranzen nach DIN EN ISO 22081

- auch als „ISO-GPS-Normierung“ bezeichnet
- Ist maschinenlesbar -> ermöglicht eine digitale Erfassung
- Fertigungs- und funktionsgerechte Bemaßung, digital am 3D-Modell definiert
- Vereinfacht Qualitätssicherungsprozesse (höhere Wirtschaftlichkeit)
- Detailliertere Definition der Form- und Lagetoleranzen als bei der ISO 27681

## Form- und Lagetoleranzen nach DIN EN ISO 22081

- Bezugssystem in alle Freiheitsgrade festlegen (über die Bezugsebenen A, B und C)
- TED = theoretical exact dimension (theoretisch exaktes Maß)
- TEDs sind über das CAD-Modell verknüpft
- Für TEDs gelten die Toleranzvorgaben nach DIN ISO 2769



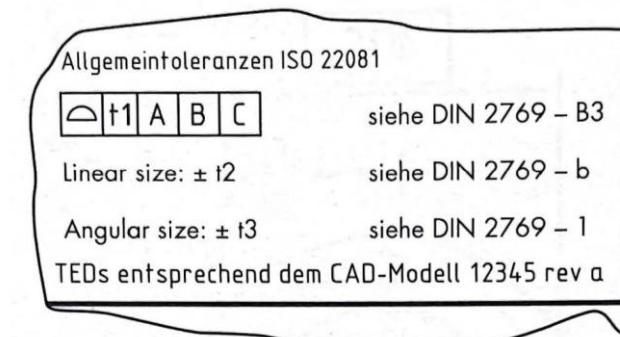
6.158 Beispiel für Allgemeintoleranzen nach ISO 22081

Quelle:

Hoischen, 39. Auflage, S.213

## Toleranzvorgaben nach ISO 2769

- Allgemeine Flächenprofiltoleranz: A1- D8 (Tabelle 1)
- Allgemeintoleranzen: a – d (Tabelle 2)
- Winkelgrößenmaße: 1 – 3 (Tabelle 3)



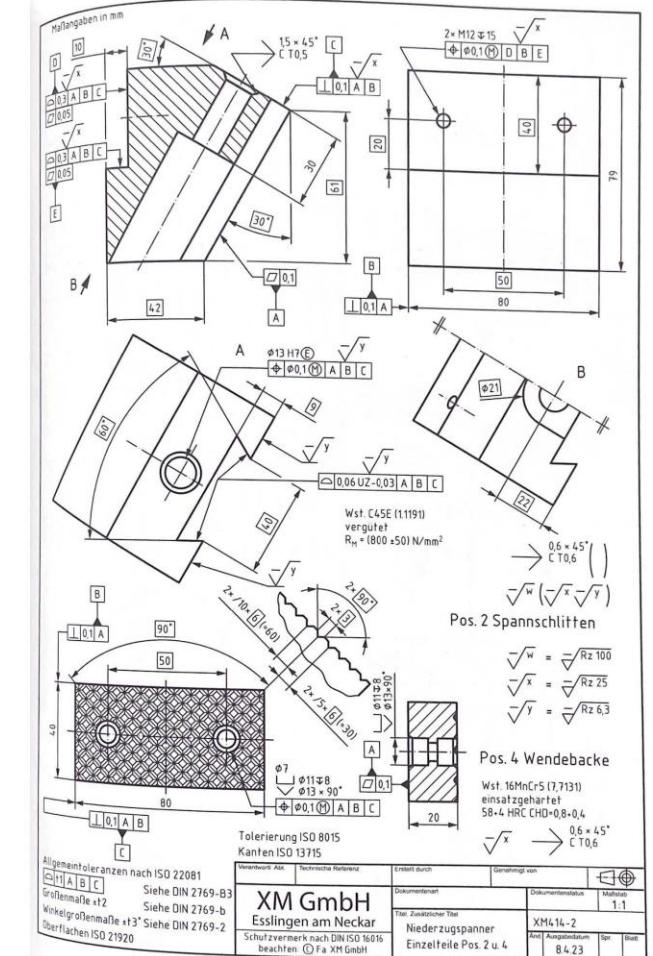
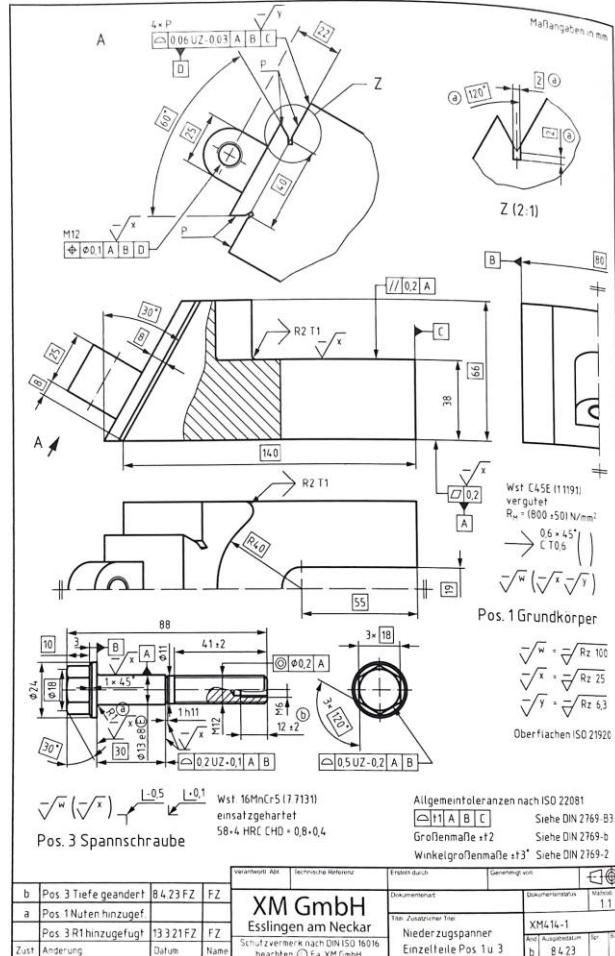
Quelle:

Hoischen, 39. Auflage, S.214-215

Tabellen nach DIN 2769 (Auszug) – alle Maße in mm						
Maß SD der kleinsten umschriebenen Kugel des Teils <sup>11</sup>						
über	0	3	6	30	120	400
bis einschließlich	3	6	30	120	400	1000
Kennzahl						
Toleranzklasse	1	2	3	4	5	6
Allgemeintoleranz für Flächenprofil						
A	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6
B	0,2	0,2	0,4	0,6	1,0	1,6
C	0,4	0,6	1,0	1,6	2,4	4,0
Nennmaßbereiche						
über	0	3	6	30	120	400
bis einschließlich	3	6	30	120	400	1000
Toleranzklasse						
Allg.-toleranzwerte für lin. Größenmaße						
a	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$
b	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$
c	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	$\pm 2,0$
Länge der kürzeren Winkelseite						
über	0	10	50	120	400	
bis einschließlich	10	50	120	400		
Toleranzklasse						
Allg.-toleranzwerte für Winkelgrößenmaße						
1	$\pm 1^\circ$	$\pm 0^\circ 30'$	$\pm 0^\circ 20'$	$\pm 0^\circ 10'$	$\pm 0^\circ 5'$	
2	$\pm 1^\circ 30'$	$\pm 1^\circ$	$\pm 0^\circ 30'$	$\pm 0^\circ 20'$	$\pm 0^\circ 10'$	

<sup>11</sup> Die angegebene Toleranzklasse ist ausschlaggebend für die anzuwendenden Toleranzwerte nach Tabelle 1 und nicht der tatsächliche kleinste umschriebene Kugeldurchmesser des Bauteils.

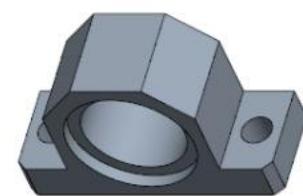
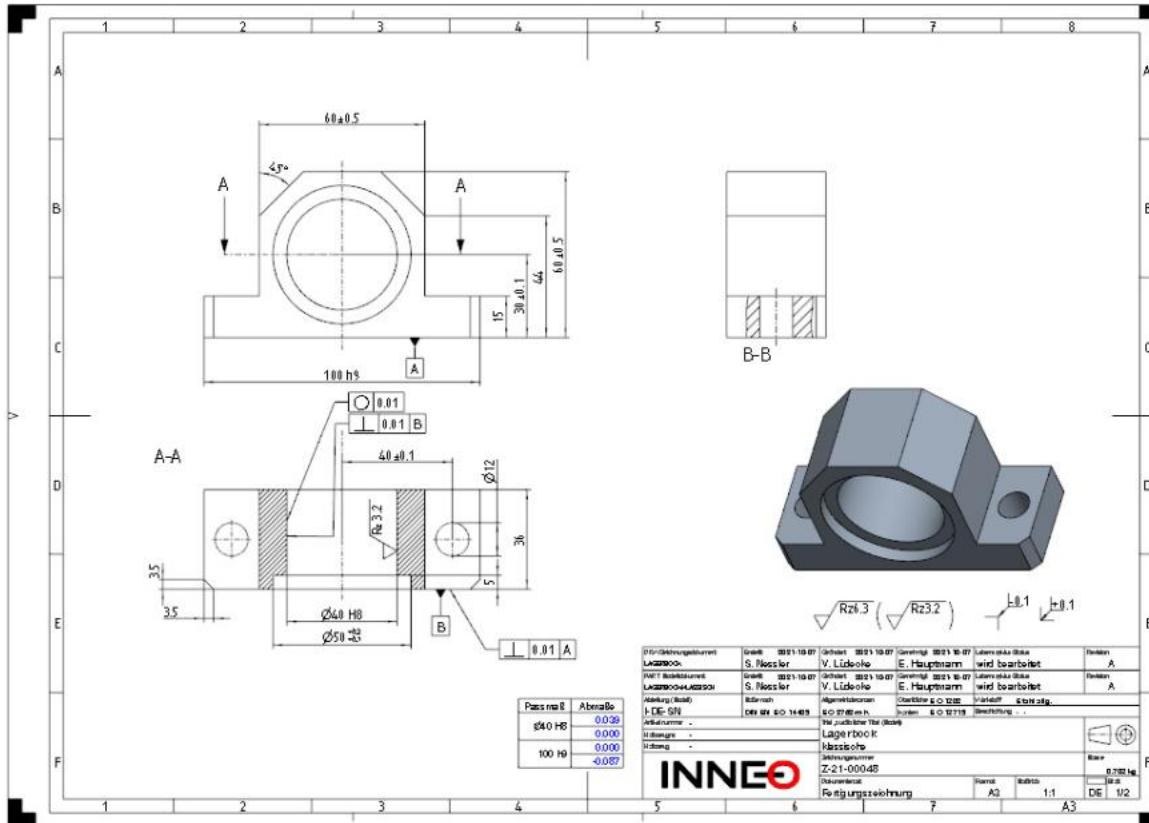
# Beispiel: ISO 22081



Quelle:  
Hoischen, 39. Auflage, S.492-493

# Beispiel: Vergleich DIN ISO 2768-1 vs. ISO 22081

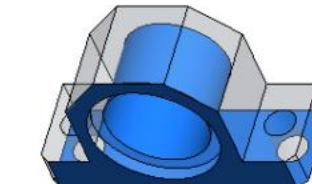
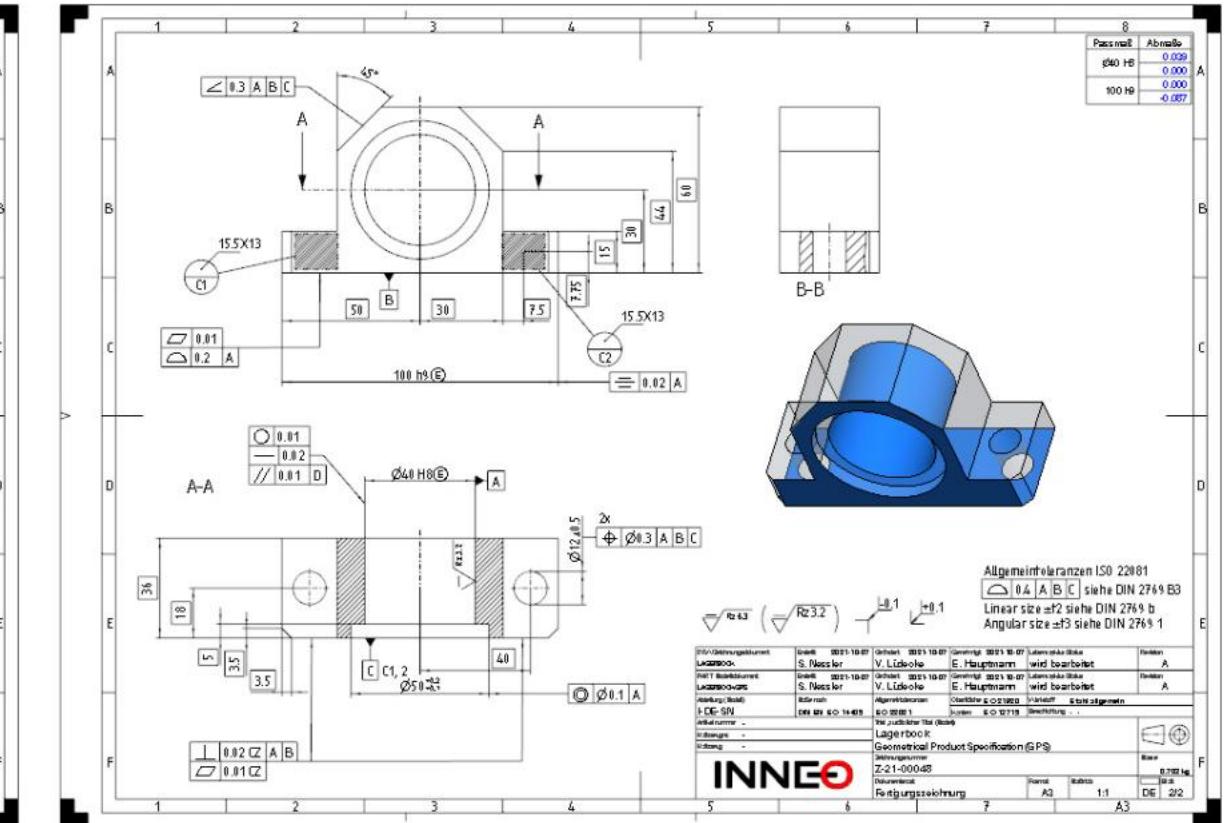
## ISO 2768 - 1



$\sqrt{R26.3}$  ( $\sqrt{R23.2}$ )

$\perp 0.1$   $\perp 0.1$

## ISO 22081 (ISO-GPS)



$\sqrt{R26.3}$  ( $\sqrt{R23.2}$ )

$\perp 0.1$   $\perp 0.1$

Quelle:

<https://www.inneo.de/de/iso-gps-geometrische-produktspezifikation-iso-8015.html>

## Quellen

- <https://www.konstruktionspraxis.vogel.de/was-es-neues-bei-den-iso-gps-normen-gibt-a-f1373b096cf91d358067054eed66edd7/>
- <https://www.youtube.com/watch?v=Vnbo0GiZXII&t=11s>
- <https://www.inneo.de/de/iso-gps-geometrische-produktspezifikation-iso-8015.html>
- Hoischen, 39. Auflage