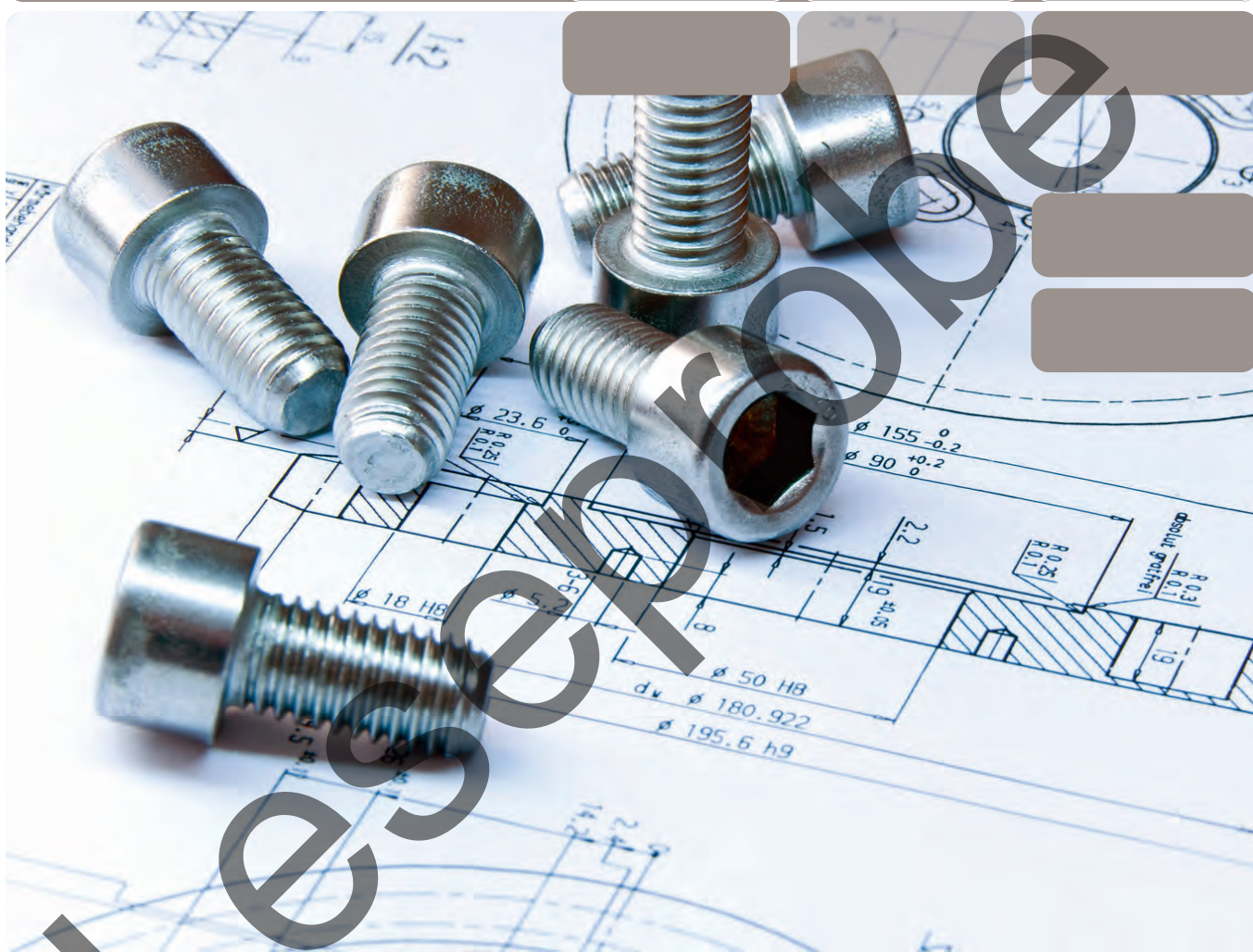


# Normgerechte Bemassung für den Einbau von Maschinenelementen



Fachmodul zur Zeichnungstechnik

Ausgabe mit Lösungen

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b>	<b>3</b>
<b>2. Wälzlager</b>	<b>7</b>
2.1 Lagerarten und Lagerbefestigungen	8
2.2 Informationen zur Festlegung der Spezifikationen (Zeichnungseintrag)	10
2.3 Schritt für Schritt zu den Spezifikationen für das Gehäuse	11
2.4 Schritt für Schritt zu den Spezifikationen für die Welle	17
2.5 Übungen	23
<b>3. Sicherungsringe</b>	<b>27</b>
3.1 Übersicht Sicherungsringe	28
3.2 Informationen zur Festlegung der Spezifikationen (Zeichnungseintrag)	29
3.3 Schritt für Schritt zu den Spezifikationen für die Welle	30
3.4 Schritt für Schritt zu den Spezifikationen für die Bohrung	35
3.5 Übungen	40
<b>4. Passfedern</b>	<b>41</b>
4.1 Auswahlinformationen für Passfedern	42
4.2 Informationen zur Festlegung der Spezifikationen (Zeichnungseintrag)	44
4.3 Schritt für Schritt zu den Spezifikationen für die Welle	45
4.4 Schritt für Schritt zu den Spezifikationen für die Bohrung	50
4.5 Übungen	53
<b>5. Spannsätze</b>	<b>55</b>
5.1 Spannverbindungen	56
5.2 Informationen zur Festlegung der Spezifikationen (Zeichnungseintrag)	56
5.3 Spannverbindung mit einem Spannsatz «BAR» und einer Zahnriemenscheibe	57
5.4 Informationen zur Festlegung der Spezifikationen (Zeichnungseintrag)	62
5.5 Spannverbindung mit einer Taper-Spannbuchse und einer Keilriemenscheibe	63
5.5 Übungen	69
<b>6. Gleitlagerbuchsen</b>	<b>71</b>
6.1 Auswahlinformationen für Gleitlagerbuchsen	72
6.2 Informationen zur Festlegung der Spezifikationen (Zeichnungseintrag)	74
6.3 Schritt für Schritt zu den Spezifikationen für die Bohrung und die Welle	75
6.4 Übungen	79
<b>7. Nutmuttern</b>	<b>81</b>
7.1 Übersicht Nutmuttern	82
7.2 Informationen zur Festlegung der Spezifikationen (Zeichnungseintrag)	82
7.3 Schritt für Schritt zu den Spezifikationen für die Welle	83
7.4 Übungen	88
<b>8. Sechskantschrauben mit Scheiben</b>	<b>89</b>
8.1 Übersicht Sechskantschrauben	90
8.2 Informationen zur Festlegung der Spezifikationen (Zeichnungseintrag)	90
8.3 Schritt für Schritt zu den Spezifikationen für die Welle	91
8.4 Übungen	94
<b>9. O-Ringe</b>	<b>97</b>
9.1 Einleitung	98
9.2 Aufbau	98
9.3 Funktion	99
9.4 Einbauart	99
9.5 Werkstoffe	100
9.6 Auslegung	101
9.7 Informationen zur Festlegung der Spezifikationen (Zeichnungseintrag)	103
9.8 Schritt für Schritt zu den Spezifikationen für das Gehäuse	104
9.9 Übungen	109

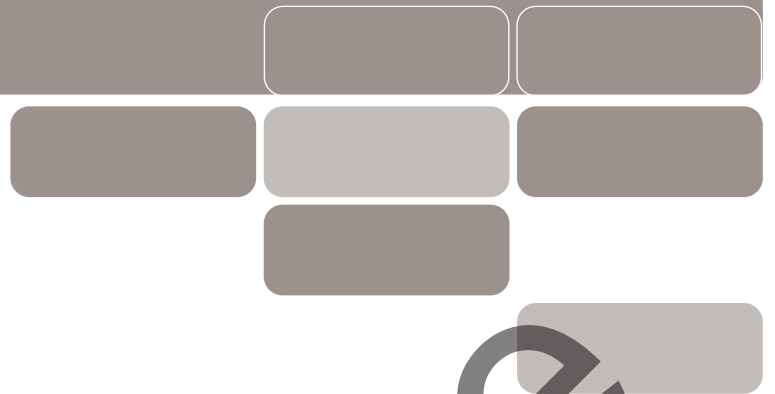
## Inhaltsverzeichnis/Zeichenerklärung

<b>10. Radial-Wellendichtringe</b>	<b>111</b>
10.1 Arten von Radial-Wellendichtringen	112
10.2 Standard-Werkstoffe für Radial-Wellendichtringe	113
10.3 Standard-Bauformen für Radial-Wellendichtringe	114
10.4 Informationen zur Festlegung der Spezifikationen (Zeichnungseintrag)	115
10.5 Schritt für Schritt zu den Spezifikationen für die Welle und das Gehäuse	116
10.6 Übungen	121
<b>11. Linearkugellager</b>	<b>123</b>
11.1 Einleitung	124
11.2 Informationen zur Festlegung der Spezifikationen (Zeichnungseintrag)	125
11.3 Informationen über Linearkugellager aus dem INA-Katalog	126
11.4 Schritt für Schritt zu den Spezifikationen für die Welle	128
11.5 Übungen	136
<b>12. Übersicht der Endergebnisse</b>	<b>139</b>
12.1 Endergebnisse der 10 Kapitel	140

### Zeichenerklärung:

-  Lösen Sie diese Übungen mit den geeignetsten Hilfsmitteln (z.B. schreiben, skizzieren, mithilfe des CAD).
-  Wichtiger Hinweis
-  Information

## 2. Wälzlager



## 2. Wälzlager

### 2.4 Schritt für Schritt zu den Spezifikationen für die Welle

**Gesucht:**

- Wellendurchmesser  $d_1/d_2$  inkl. Toleranzklasse und Oberflächenbeschaffenheit
- Zusätzliche Abweichungen sowie die geometrische Tolerierung gemäss SKF-Datenblatt

**Vorgehen**

**Schritt 1:**

- Kurzzeichen aufschlüsseln
- Bestimmen des Wellendurchmessers  $d_1/d_2$

**Rillenkugellager DIN 625-6205-2RS1**

- Norm DIN 625-1 \_\_\_\_\_
- Lagerreihe <sup>1)</sup> \_\_\_\_\_
- Bohrungskennzahl \_\_\_\_\_
- Lagerbohrungsdurchmesser ( $\varnothing 25$  mm) \_\_\_\_\_
- Dichtscheiben gemäss SKF \_\_\_\_\_

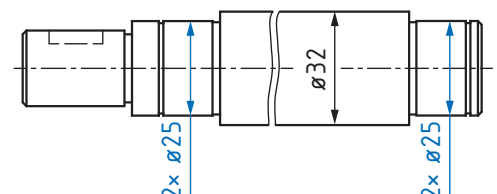
Aus der «Lagerreihe (62)» und der «Bohrungskennzahl (05)» ergibt sich der Wellendurchmesser (Lagerbohrungsdurchmesser)  $d_1/d_2$  aus der unten aufgeführten Tabelle.

Bohrungskennzahl	Lagerbohrungsdurchmesser <i>d</i>	Durchmesserreihe 0			Durchmesserreihe 2			Durchmesserreihe 3				
		Lageraussen-durchmesser <i>D</i>	Lagerreihen		Lageraussen-durchmesser <i>D</i>	Lagerreihen		Lageraussen-durchmesser <i>D</i>	Lagerreihen			
			160	60		62	42		32	63	73	33
			NU 10		NU 2	NU 22	222		NU 3	NU 23	223	
			Breite <i>B</i>		Breite <i>B</i>				Breite <i>B</i>			
4	4	12	-	4	13	5	-	7	16	5	-	9
5	5	14	-	5	16	5	-	8	19	6	-	10
6	6	17	-	6	19	6	-	10	22	7	11	13
7	7	19	-	6	22	7	-	11	26	9	13	15
8	8	22	-	7	24	8	-	12	28	9	13	15
9	9	24	-	7	26	8	-	13	30	10	14	16
00	10	26	-	8	30	9	14	14	35	11	17	19
01	12	28	7	8	32	10	14	15,9	37	12	17	19
02	15	32	8	9	35	11	14	15,9	42	13	17	19
03	17	35	8	10	40	12	16	17,5	47	14	19	22,2
04	20	42	8	12	47	14	18	20,6	52	15	21	22,2
<b>05</b>	<b>25</b>	<b>47</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>52</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>20,6</b>	<b>62</b>	<b>17</b>	<b>24</b>	<b>25,4</b>
06	30	55	9	13	62	16	20	23,8	72	19	27	30,2
07	35	62	9	14	72	17	23	27	80	21	31	34,9
08	40	68	9	15	80	18	23	30,2	90	23	33	36,5

Quelle: Normenauszug

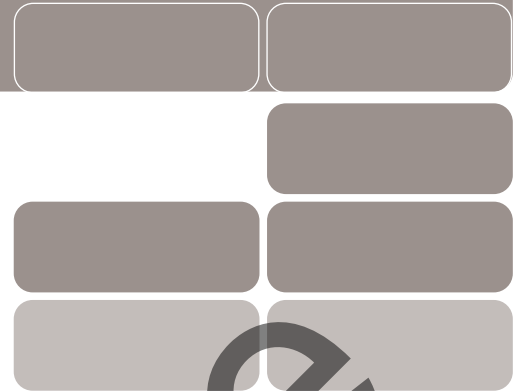
**Ergebnis Schritt 1:**

62 ⇒ Lagerreihe  
05 ⇒ Bohrungskennzahl }  $d_1/d_2 = \varnothing 25$



1) Das Zeichen für die Lagerreihe enthält die Lagerart und die Massreihe in verschlüsselter Form (DIN 623-1).

### 3. Sicherungsringe



### 3. Sicherungsringe

#### Vorgehen

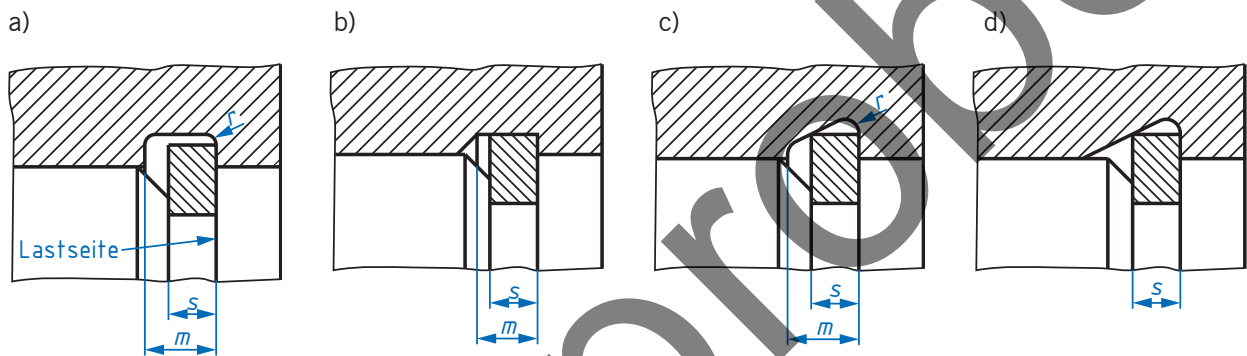
##### Schritt 1:

- Bestimmen des Nutgrundes, des Radius und der geometrischen Tolerierung

#### Angaben zur Gestaltung des Nutgrundes gemäss DIN 472

Als Regelausführung für den Nutgrund gilt eine Rechteckform (siehe Bild a). Die Ausrundung  $r$  auf der Lastseite darf, wie unten beschrieben, maximal  $0,1 \times s$  betragen. Weitere bewährte Nutformen sind in Bild b)...d) dargestellt. Bei einer scharfkantigen Rechtecknut ist aufgrund der Kerbempfindlichkeit des jeweiligen Werkstoffes mit einer entsprechenden Kerbwirkungszahl zu rechnen.

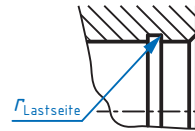
Mögliche Gestaltung des Nutgrundes:



#### Angaben zum Radius $r$ gemäss DIN 472

Radius  $r$

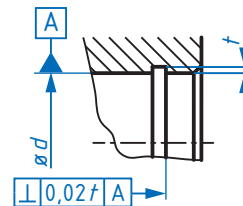
$$r_{\max \text{ Lastseite}} = 0,1 \cdot s \quad (s = \text{Sicherungsringdicke})$$



**Anmerkung:** Der gegenüberliegende Nutgrundradius kann der Allgemeinangabe für Werkstückkanten unterliegen.

#### Angaben zur Rechtwinkligkeit « $\perp$ » gemäss DIN 472

Die Rechtwinkligkeit ist auf die Lastseite bezogen und beträgt  $0,02 \times t$ .



#### Ergebnis Schritt 1:

Radius  $\Rightarrow$   
( $0,1 \times 1,75 \text{ mm} = 0,175 \text{ mm}$ )

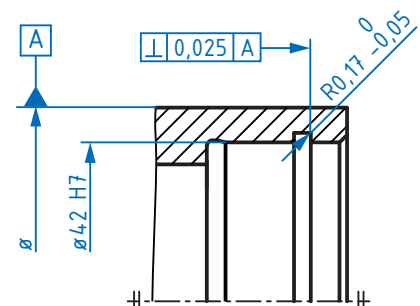
$$r = 0,17 \begin{matrix} 0 \\ -0,05 \end{matrix} \quad 1)$$

Rechtwinkligkeit  $\Rightarrow$   
( $0,02 \times 1,25 \text{ mm} = 0,025 \text{ mm}$ )

$$\perp = 0,025$$

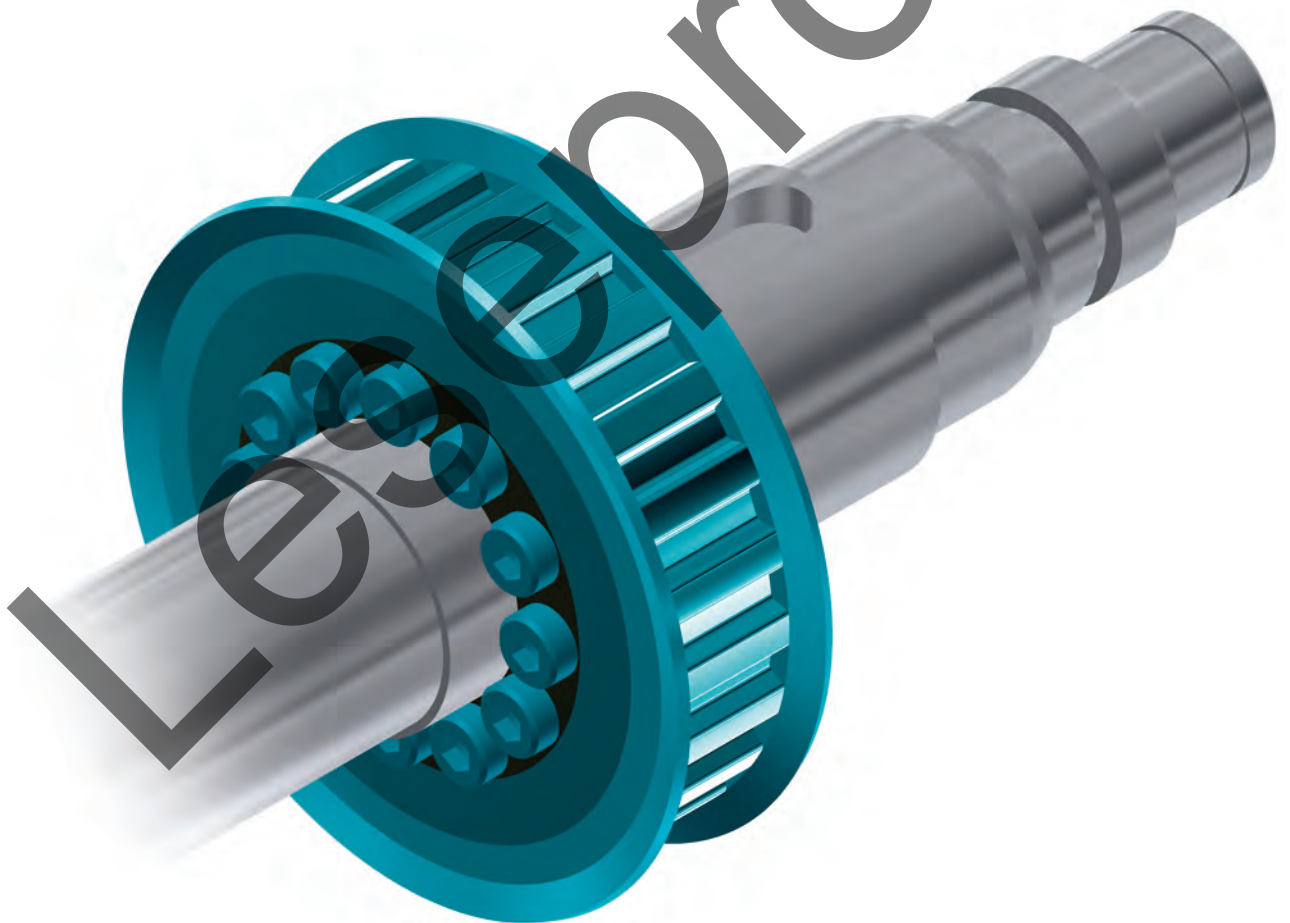
1) Der Toleranzwert wird in diesem Fall durch den Konstrukteur bestimmt, da der Wert nicht unter die Allgmeintoleranz fällt (kleinster Wert in der Allgmeintoleranz: 0,5 mm).

$r_{\max}$  darf jedoch nicht überschritten werden.





## 5. Spannsätze





## 5. Spannelemente

### Ergebnis Schritt 1:

Wellendurchmesser  $\Rightarrow$

$$\varnothing d = 38$$

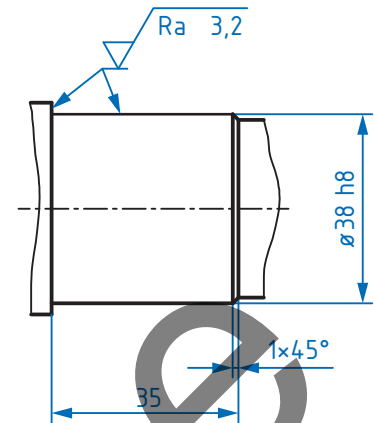
Wellenlänge  $\Rightarrow$

$$L = 35$$

Oberflächenrauheit  $\Rightarrow$

$$Ra = 3,2 \mu\text{m}$$

( $L$  = Länge Spannbuchse + ~10% Durchmesser)  
 ( $L = 31 \text{ mm} + 3,8 \text{ mm} = 34,8 \text{ mm} \Rightarrow$  gewählt 35 mm)



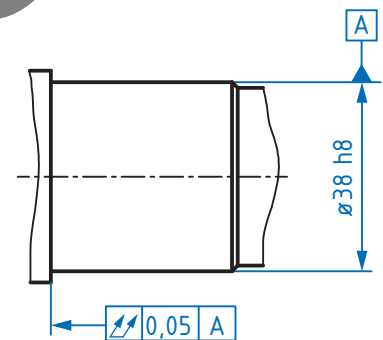
### Schritt 2:

- Bestimmen der geometrischen Toleranz (funktionsabhängig)

### Ergebnis Schritt 2:

Gesamtrundlauf «Schulter»  $\Rightarrow$

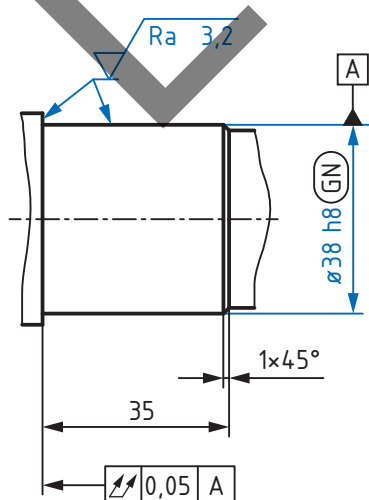
$$t = 0,05$$



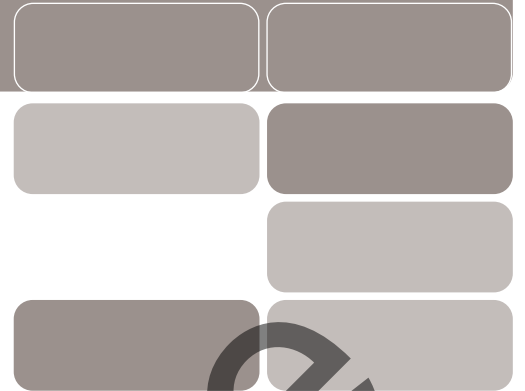
### Endergebnis: Spannsatz «Bar» für Welle

#### Zeichnungsangabe Einbau des Spannsatzes «BAR» 615 438 00:

- blau: Herstellerangaben
- schwarz: Erweiterte Angaben



## 6. Gleitlagerbuchsen



## 6. Gleitlagerbuchsen

### 6.3 Schritt für Schritt zu den Spezifikationen für die Bohrung und die Welle

**Gesucht:**

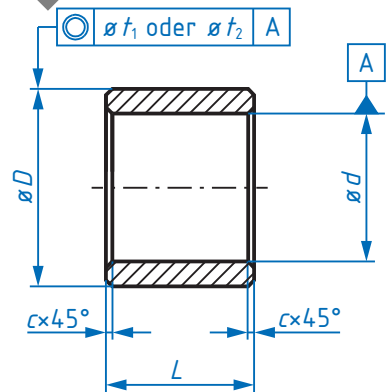
- Bohrungsdurchmesser im Gegenstück
- Wellendurchmesser
- Oberflächenbeschaffenheit (Bohrung des Gegenstücks und die Welle)
- Toleranzen sowie Angaben der geometrischen Tolerierung

**Vorgehen**

**Schritt 1:**

- Kurzzeichen aufschlüsseln
- Bestimmen des Bohrungsdurchmessers im Gegenstück (inkl. Länge)
- Bestimmen des Wellendurchmessers

- Buchse ISO 2795-10x16x10-Sint-B 50**
- Norm ISO 2795
  - Innendurchmesser  $d$
  - Aussendurchmesser  $D$
  - Länge  $L$  (js 13)
  - Material  $\Rightarrow$  Sinterbronze (Sinterlegierung mit Massenanteil  $> 60\%$  Cu)



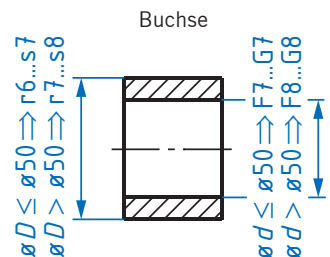
**Ergebnis Schritt 1:**

- Bohrungsdurchmesser im Gegenstück  $\Rightarrow D = \text{ø}16 \text{ mm}$
- Wellendurchmesser  $\Rightarrow d = \text{ø}10 \text{ mm}$
- Länge der Buchse  $\Rightarrow L = 10 \text{ mm}$

**Durchmessertoleranzen der Sinterbuchse (vor dem Einpressen)**

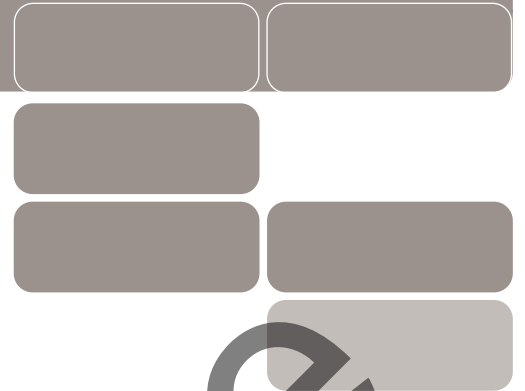
Aussendurchmesser:  
 Toleranzen  $\text{ø}D \leq 50 \Rightarrow r6$  bis  $s7$   
 Toleranzen  $\text{ø}D > 50 \Rightarrow r7$  bis  $s8$

Innendurchmesser:  
 Toleranzen  $\text{ø}d \leq 50 \Rightarrow F7$  bis  $G7$   
 Toleranzen  $\text{ø}d > 50 \Rightarrow F8$  bis  $G8$



Die Buchsentoleranzen für  $\text{ø}d$  und  $\text{ø}D$  sind so festgelegt, dass sich nach dem Einpressen der Buchse für  $\text{ø}d$  ein Toleranzfeld H und ein Grundtoleranzgrad von etwa IT7 ergibt. Das Spiel ist demzufolge in die Welle zu legen, z.B. f7.

## 10. Radial-Wellendichtringe



## 10. Radial-Wellendichtringe

### Laufflächenbereich:

Die Werte für die Oberflächenrauheit und -härte sind innerhalb des Laufflächenbereichs einzuhalten. Es ist wesentlich, dass dieser Bereich drallfrei ist, damit es aufgrund der Förderwirkung zu keiner Undichtheit führen kann.

### Oberflächenrauheit im Laufflächenbereich:

Ra 0,2 µm ... 0,8 µm oder Rz 1 µm ... 5 µm

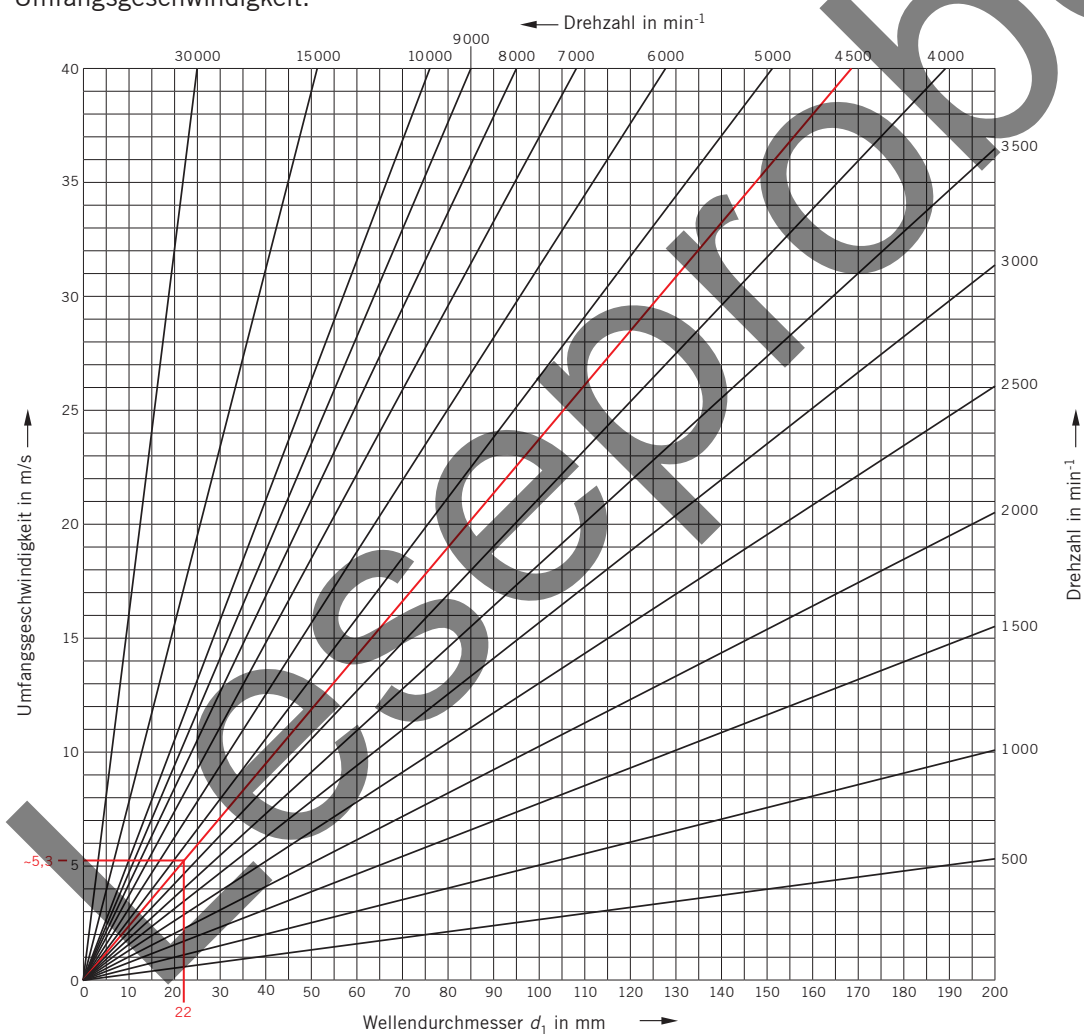
### Oberflächenhärte im Laufflächenbereich:

Oberflächenhärte der Welle: min. 45 HRC

Falls über 4 m/s Umfangsgeschwindigkeit: min. 60 HRC

Bei Oberflächenhärtung: Einhärtetiefe min. 0,3 mm

### Umfangsgeschwindigkeit:



### Ergebnis Schritt 2 (Welle):

Radius ⇒

$r_1 = 0,7$

Oberflächenrauheit ⇒

$Ra = 0,4 \mu\text{m}$

Fase ⇒

$z = 2,5$

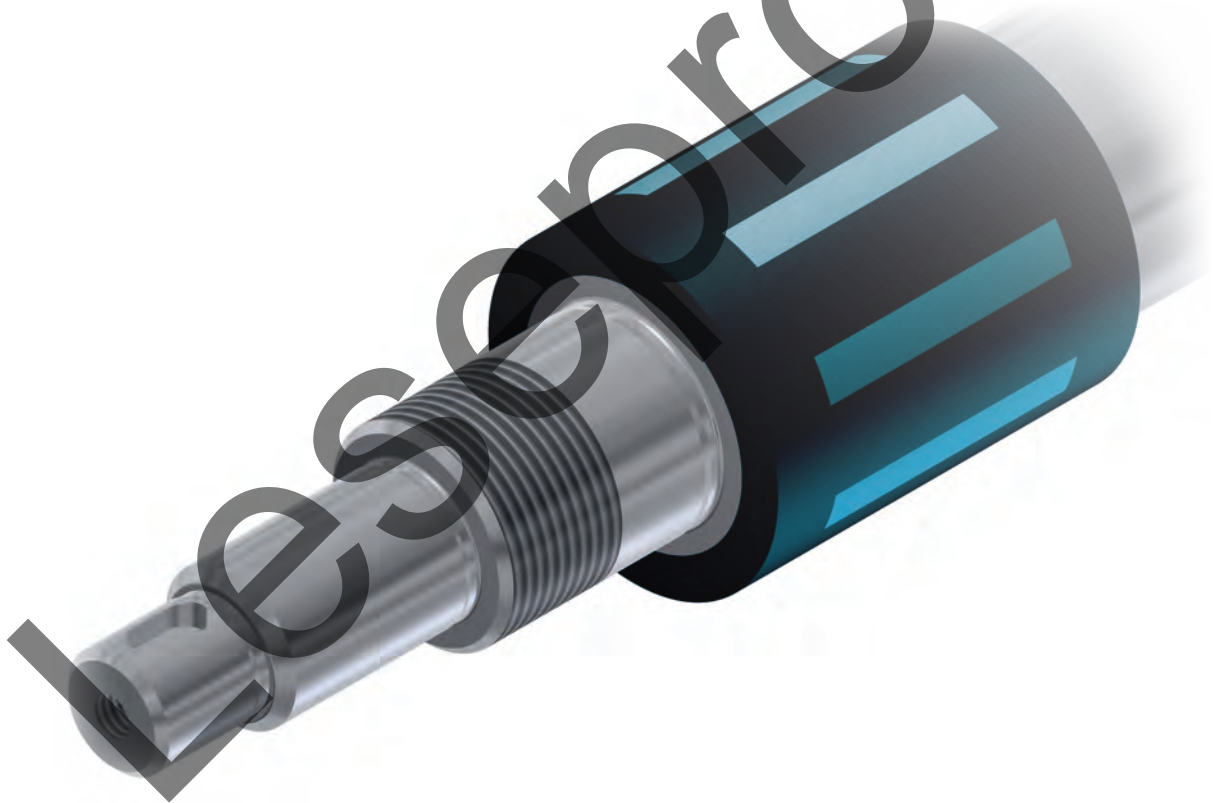
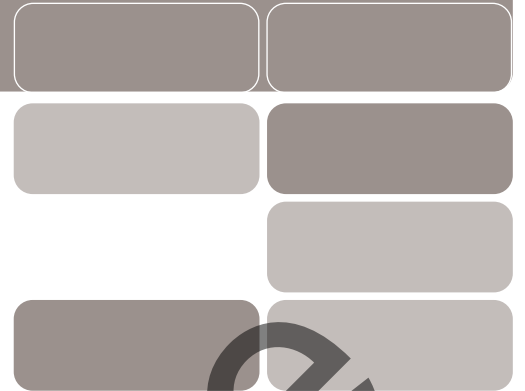
Oberflächenhärte ⇒  
(über 4 m/s)

**60 HRC**

max. Rundlauf ⇒  
(Toleranz in mm)

$X = 0,11$

## 11. Linearkugellager

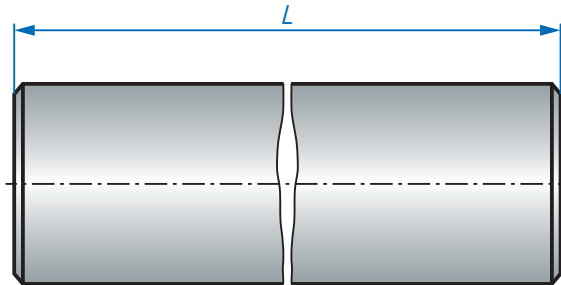




### 11. Linearkugellager

#### Genauigkeit Längentoleranz:

Die Längentoleranzen sind abhängig von der Wellenlänge.

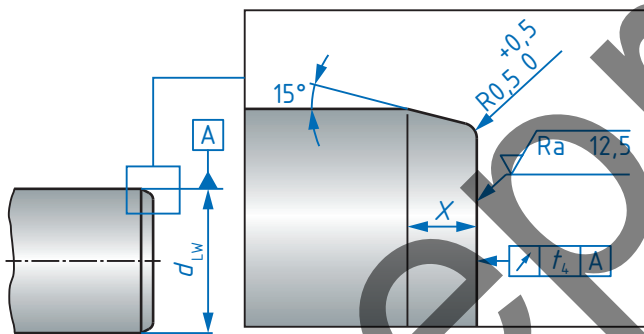


Toleranz

Wellenlänge L		Toleranz
über	bis	max.
-	400	±0,5
400	1000	±0,8
1000	2000	±1,2
2000	4000	±2
4000	6000	±3

Quelle: Schäffler Technologies

#### Standardfase und Ra-Wert (Stirnfläche):



Wellendurchmesser $d_{LW}$	Fase mit Tol. x	Einfacher Lauf $t_4$
$d_{LW} \leq 8$	0,5x45°	0,2
$8 < d_{LW} \leq 10$	1 +1/0	0,2
$10 < d_{LW} \leq 30$	1,5 +1/0	0,3
$30 < d_{LW} \leq 80$	2,5 +1/0	0,3

Quelle: Schäffler Technologies

#### Ergebnis Schritt 2:

Rundheit ⇒	$t_1 = 5 \mu\text{m}$
Parallelität ⇒	$t_2 = 8 \mu\text{m}$
Länge ⇒	$L = 1200 \pm 1,2$

Fase ⇒	$x = 1,5 \begin{matrix} +1 \\ 0 \end{matrix}$
Einfacher Lauf ⇒	$t_4 = 300 \mu\text{m}$