

Konstruktion einer Getriebewelle für ein Fräswerkzeug

Vorlesung

Wildau, den 20.06.2010

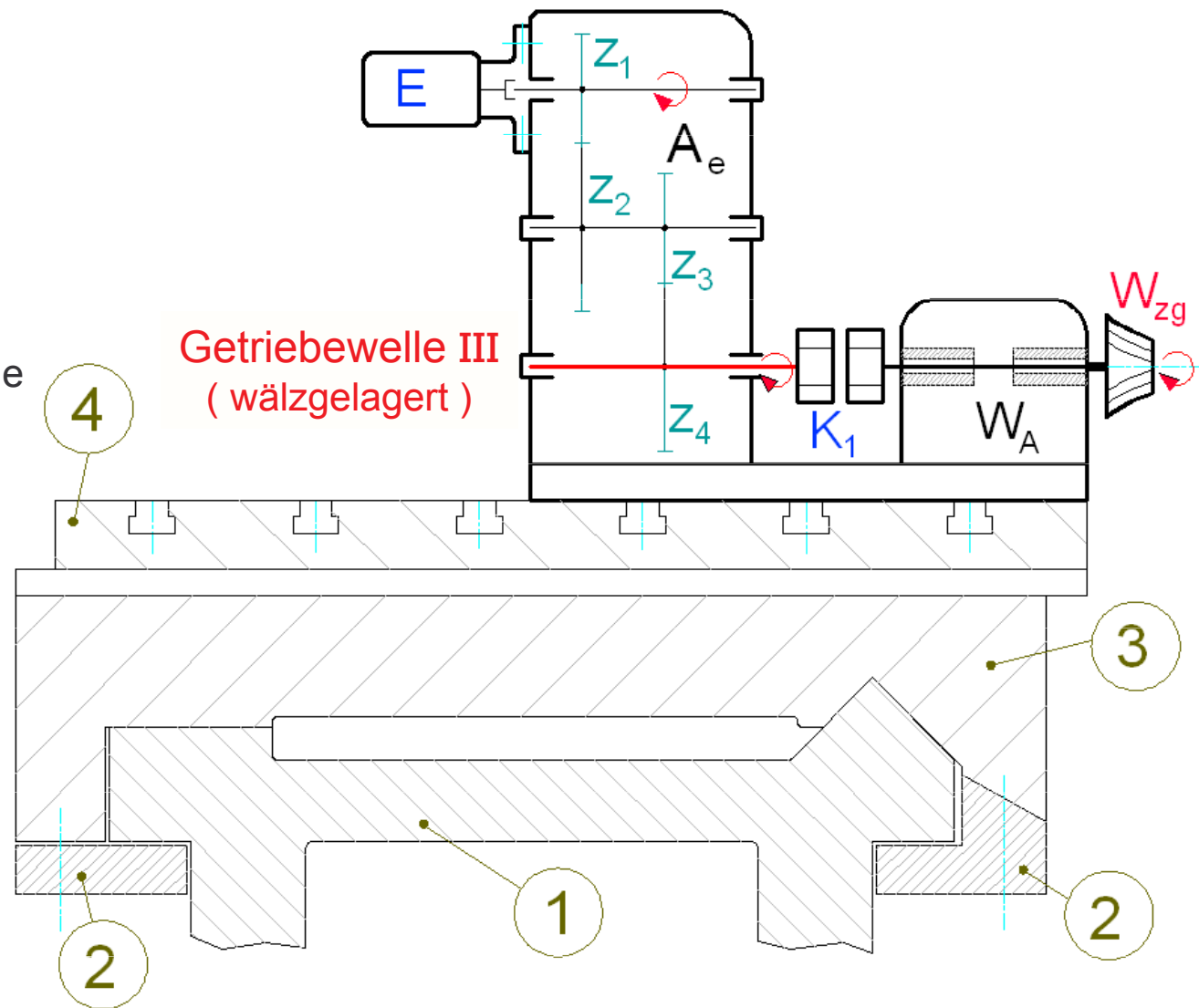
von

Prof. Dr.-Ing. Norbert Miersch

- 1 Aufgabe präzisieren
- 2 Lagerung und Entwurf
- 3 Gestaltung
- 4 Nachrechnung
- 5 Fertigteilzeichnung
- 6 Zusammenfassung und Ausblick

Fräswerkzeug

A_e	Antriebseinheit
E	Flanschmotor
K_1	Kupplung
$z_1 \dots z_4$	Zahnräder
W_A	Werkzeugaufnahme
W_{zg}	Werkzeug



Werkzeugmaschine

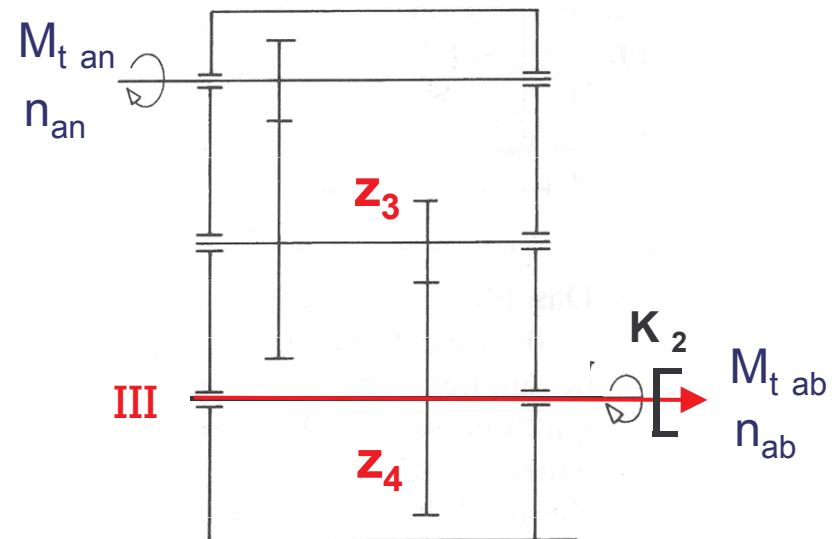
- 1 Gestell
- 2 Klemmleisten
- 3 Längsschlitten (z – Achse)
- 4 Querschlitten (x - Achse)

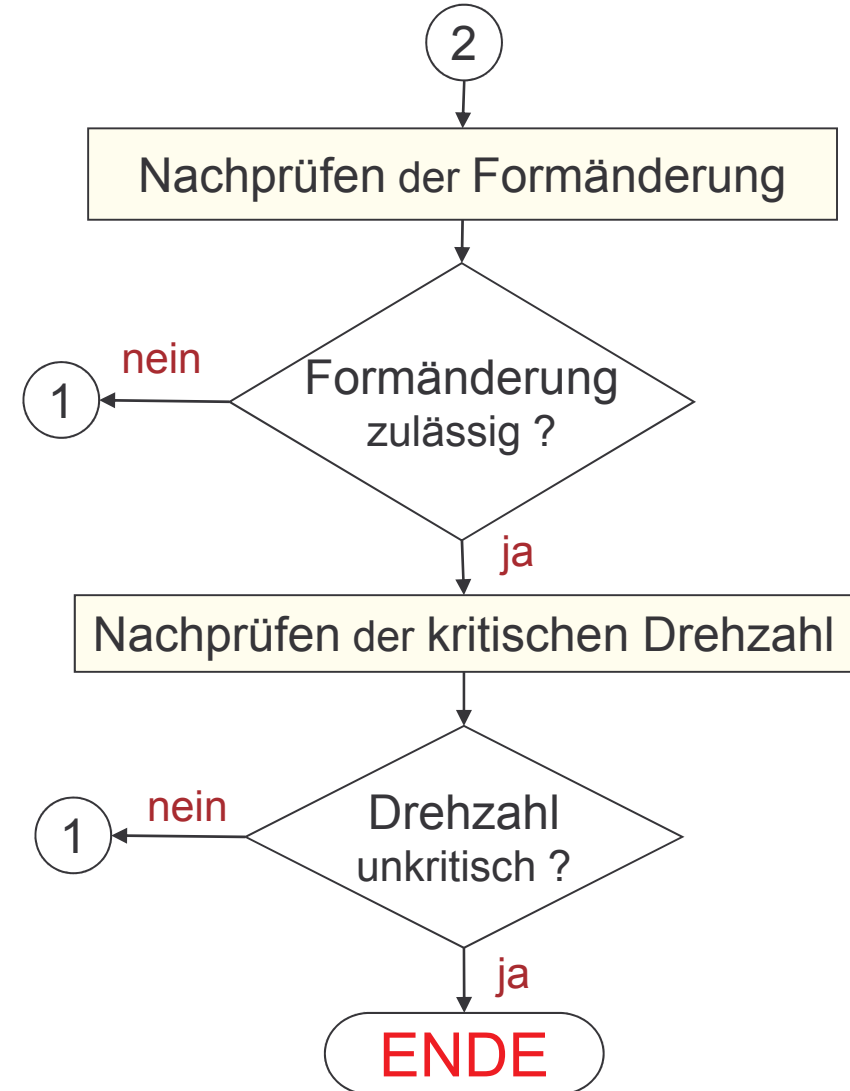
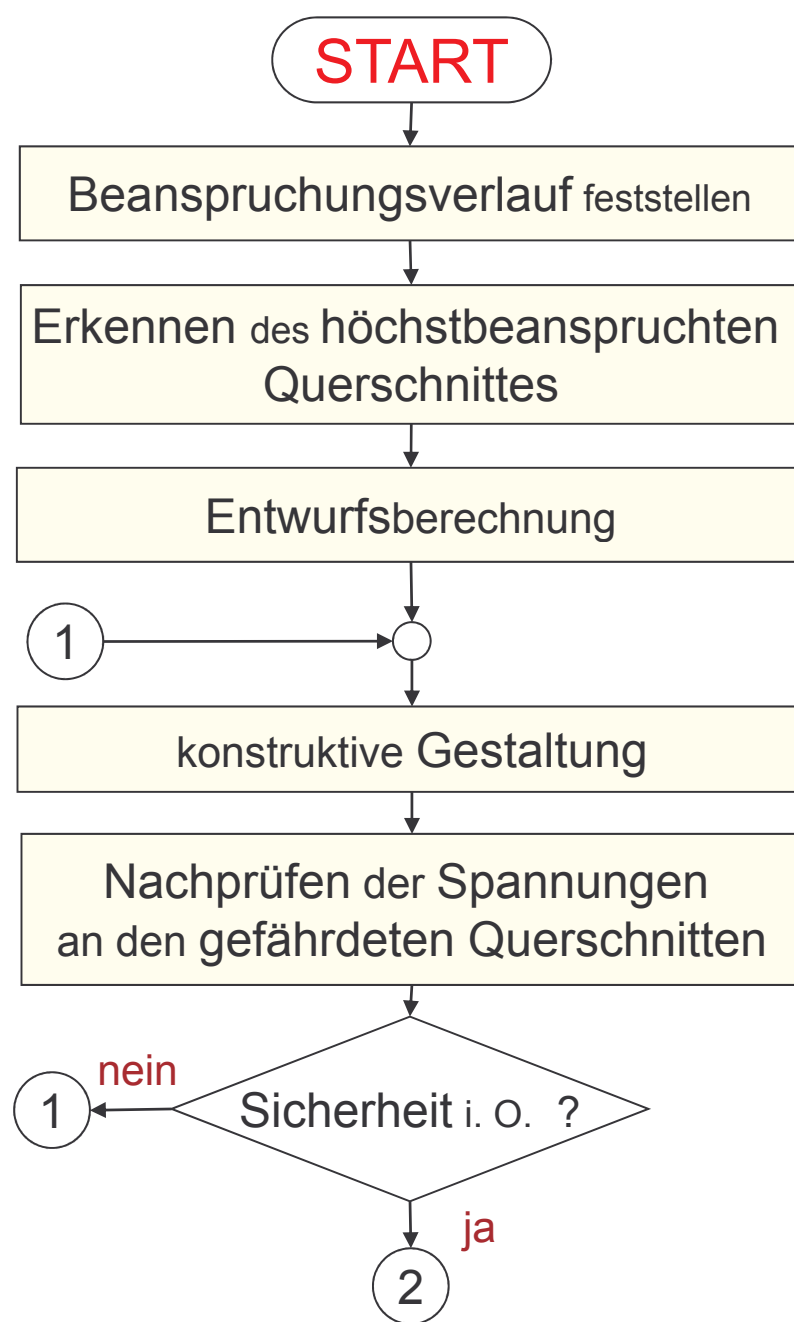
Festlegungen (Getriebewelle III) :

- Lagerabstand und Kraftangriffspunkte bekannt.
- Vollwelle dreht in einer Richtung.
- Zahnrad geradverzahnt.
- Welle-Nabe-Verbindung ist Passfeder.

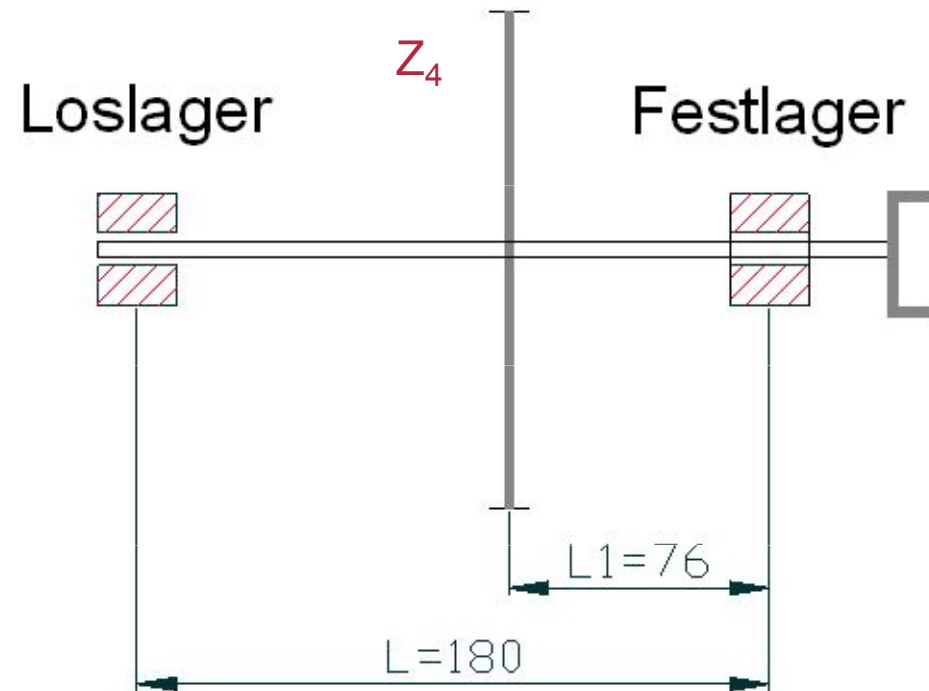
weitere Daten (Getriebewelle III) :

Werkstoff	E 295 (St 50-2)
n_{ab} (Abtriebsdrehzahl)	1000 min ⁻¹
$M_{t\ ab}$ (Abtriebsdrehmoment)	120 Nm
F_t (Tangentialkraft an z_4)	1,5 kN
$\alpha = \alpha_w$ (Eingriffswinkel)	20°
K_A (Betriebs- und Anwendungsfaktor)	1,3





Fest- und Loslagerung für die Getriebewelle



Regel 1 :

Eindeutige Lagerung anstreben !

Regel 2 :

Der Ring mit der Umfangslast muss fest sitzen !

Der Ring mit der Punktlast kann lose sitzen !

Regel 3 :

Längenänderungen für Kupplung vermeiden !

START

Beanspruchungsverlauf bildlich darstellen

Stelle der größten Beanspruchung ermitteln

M_b und M_t ermitteln

Lastfälle für M_b und M_t ermitteln,
Werkstoff festlegen

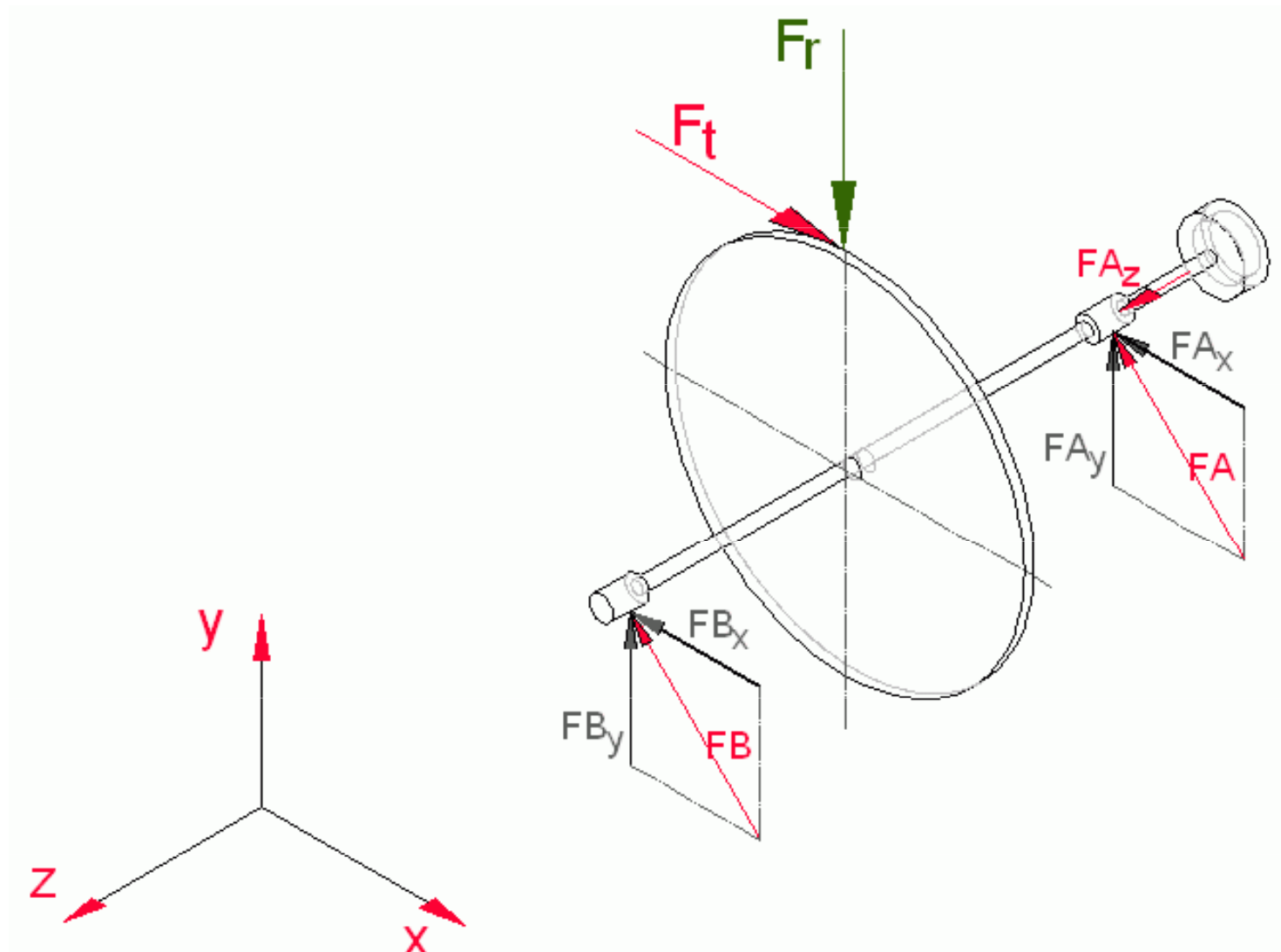
$$M_v = \sqrt{M_b^2 + \frac{3}{4} \cdot (\alpha_0 \cdot M_t)^2}$$

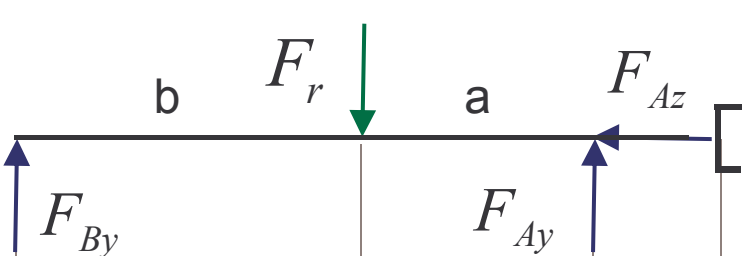
Festlegen des Entwurfsdurchmessers (d)
unter Berücksichtigung eventueller
Querschnittsschwächungen

$$d' \approx 3,4 \cdot \sqrt[3]{\frac{M_v}{\sigma_{bwN}}}$$

STOP

$\sigma_{bwN} \rightarrow$ Werkstofftabelle *Folie 20*



			Ergänzungen :
Auflagerreaktionen $F_{By} = \dots\dots\dots = \underline{0,23} \text{ KN}$ $F_{Ay} = \dots\dots\dots = \underline{0,32} \text{ KN}$			$a = 76 \text{ mm}$ $b = 104 \text{ mm}$ $l = a + b$ $l = 180 \text{ mm}$
Querkräfte $F_Q = \dots\dots\dots \text{ KN}$			$F_r = \underline{0,55} \text{ KN}$
Biegemomente $M_{b \max (yz)} = \dots\dots\dots$ $\approx \underline{\underline{24}} \text{ Nm}$			
Torsionsmomente $M_t = 120 \text{ Nm}$			
Beanspruchungsverlauf festlegen (bildlich darstellen) yz - Ebene			Folie-Nr.: 9

$$1. \quad M_{bres} = \sqrt{M_{b \max(xz)}^2 + M_{b \max(yz)}^2}$$

$$M_{bres} = \underline{70,5 \text{ Nm}}$$

$$2. \quad M_v = \sqrt{M_{bres}^2 + 0,4 \cdot M_t^2}$$

$$M_v = \underline{103,2 \text{ Nm}}$$

$$3. \quad d' \geq 3,4 \cdot \sqrt[3]{\frac{M_v}{\sigma_{bwN}}} = 25,5 \text{ mm}$$

$$d = d' + t_1 = 29,5 \text{ mm}$$

$$d_{\text{gewählt}} = \underline{\underline{30 \text{ mm}}} \quad (\text{Vorzugsreihe n. Tabelle})$$

Ergänzungen :

$$\sigma_{bwN} = 245 \text{ N/mm}^2$$

(E 295 Folie 20)

$$M_t = \underline{120 \text{ Nm}}$$

$$t_1 = 4 \text{ mm}$$

➤ Beanspruchungsgerecht

Gestaltfestigkeit

➤ Funktionsgerecht

Steifigkeit

➤ Werkstoffgerecht

Werkstoffauswahl

➤ Fertigungsgerecht

Werkzeugauslauf

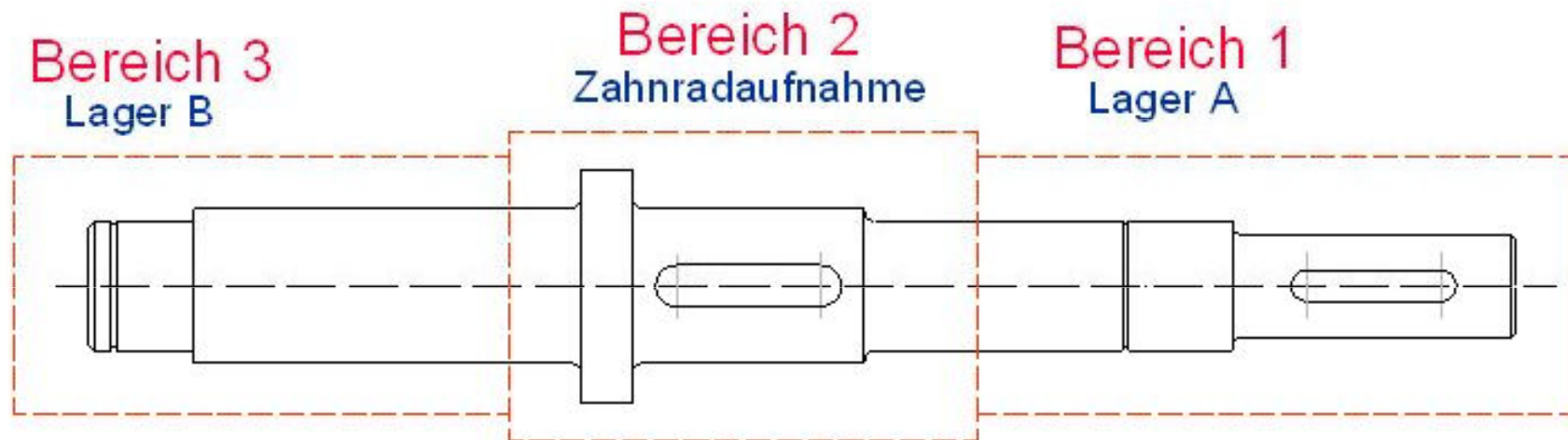
➤ Standardisierungsgerecht

Vorzugsreihen

➤ Wartungsgerecht

Wartungszyklen

Hinweise zur Orientierung für die Gestaltung



1... Rillenkugellager

DIN 625 - 6205

$L_h = 144\,000\,h$

2... Gehäuse

3... Wellensicherungsring

DIN 471 – 25 x 1,2

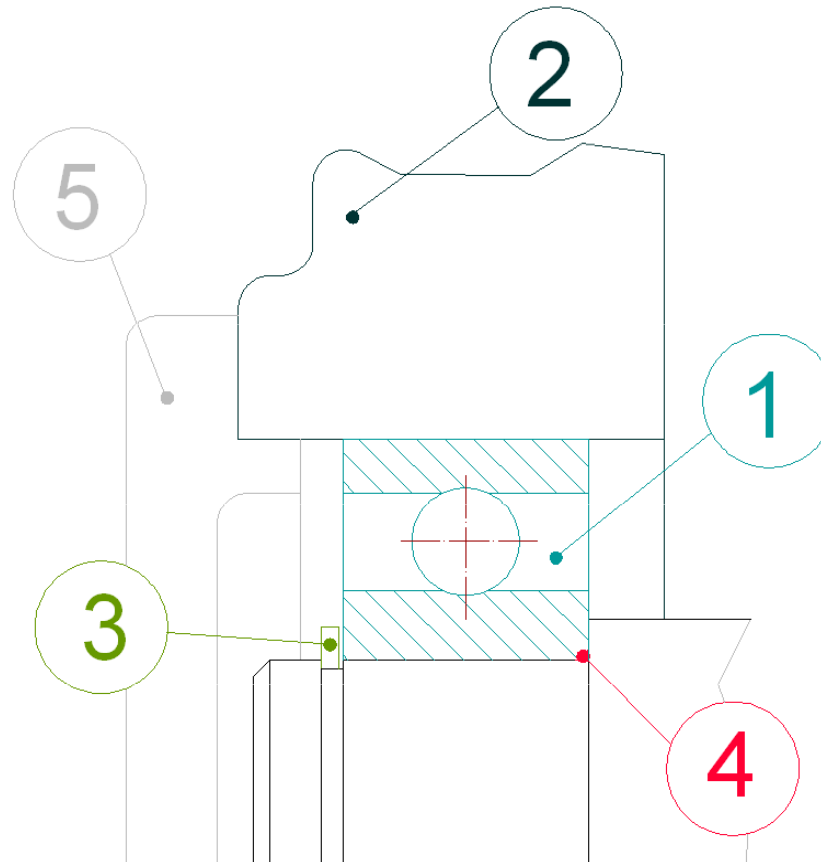
4... Übergang

$R \leq r_{smin}$

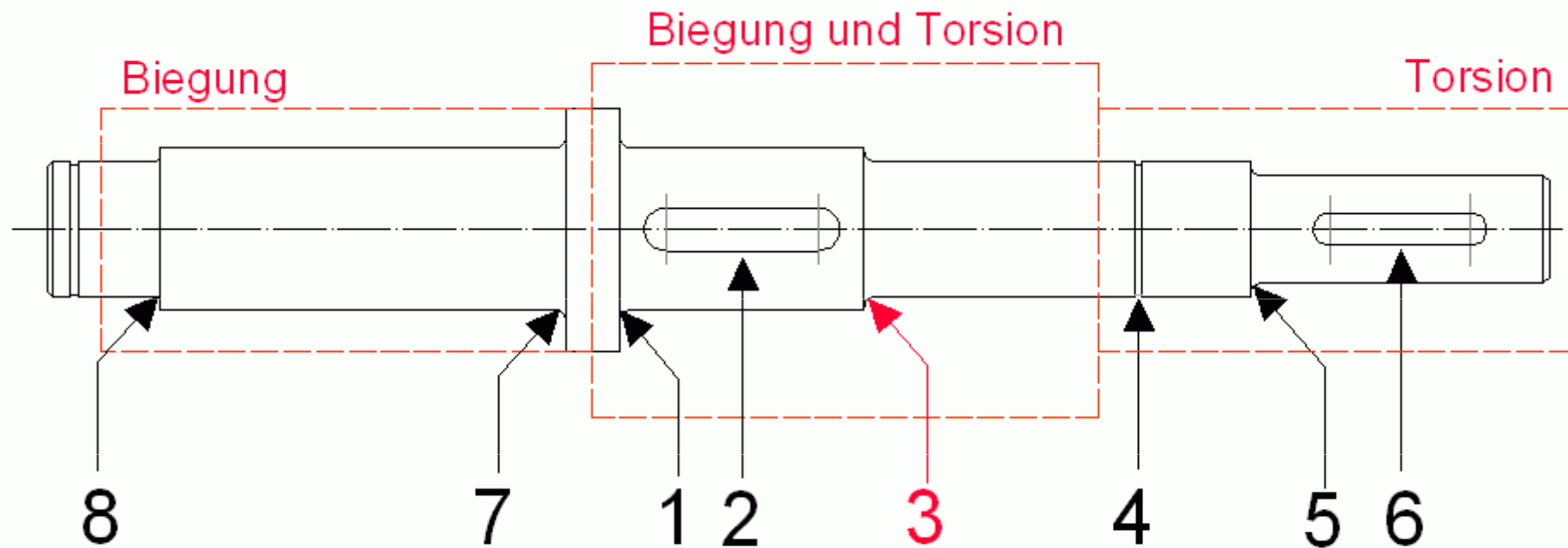
bzw.

Freistich DIN 509 – H1 x 0,2

5... Deckel

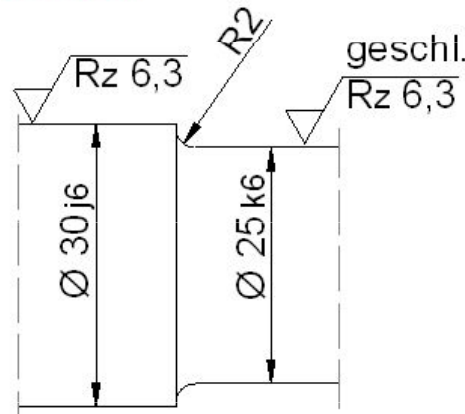


Bereiche der gefährdeten Querschnitte



statischer Festigkeitsnachweis
(Sicherheit gegen Fließen)

dynamischer Festigkeitsnachweis
(Sicherheit gegen Dauerbruch)

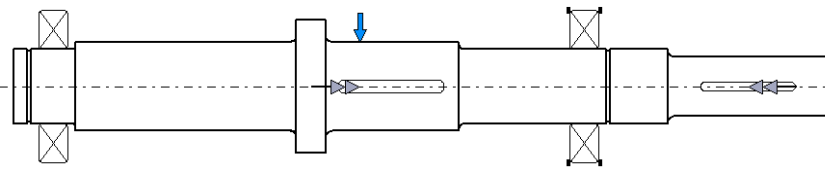


$$S_F = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{\sigma_{b \max}}{\sigma_{bF}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{t \max}}{\tau_{tF}}\right)^2}}$$

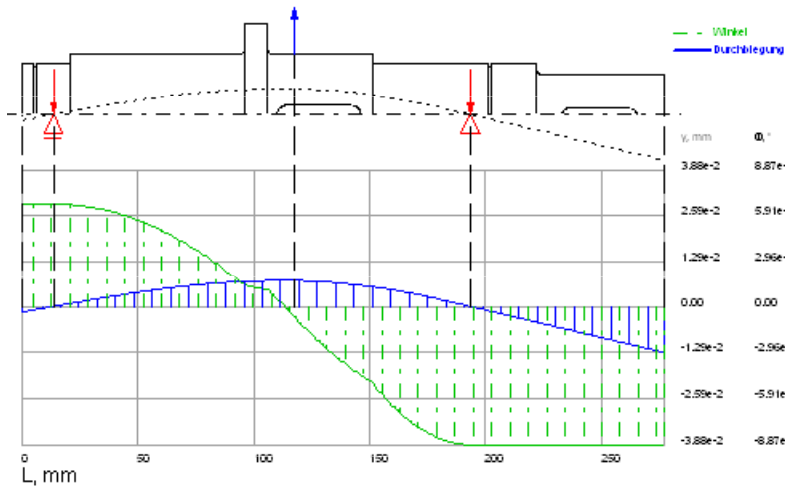
$$S_D = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{\sigma_{ba}}{\sigma_{GW}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{ta}}{\tau_{GW}}\right)^2}}$$

$$S_{F \text{ erf}} = 1,5 < S_{F \text{ vorh}} = 3,5$$

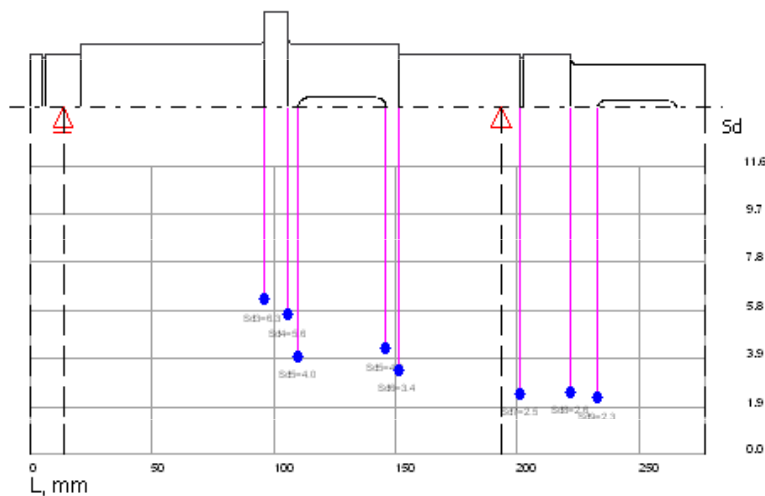
$$S_{D \text{ erf}} = 1,8 < S_{D \text{ vorh}} = 3$$



Durchbiegung und Winkel der Durchbiegung Z-X - Ebene



Sicherheit gegen Dauerbruch
(Ausschnitt: $S_d = 5 \cdot S_{dminx}$)



MDESIGN Explorer 5.0 \ Wellen, Achsen, Zapfen \ Wellenberechnung DIN 743 - W101_DIN743.xml

Datei Bearbeiten Berechnungsmodul Werkzeuge Ansicht Analyse ?

Berechnungsmodul

- MDESIGN
 - Wellen, Achsen, Zapfen
 - Wellenberechnung
 - Trägerberechnung
 - Wellenberechnung DIN 743**
 - Welle-Nabe-Verbindungen
 - Bolzen und Stifte
 - Schraubenverbindungen
 - Verzahnungen
 - Riem-, Kettentriebe
 - Wälzlager
 - Gleitlager
 - Elastische Federn
 - Werkstoffe, Festigkeiten, Spannungen
 - Toleranzen und Passungen
 - Momente, Richtwerte
 - Schweißverbindungen
 - Klebeverbindungen
 - Formelsammlung
 - Dämpfungselemente
 - Kupplungen, Bremsen
 - Dichtungen
 - Antriebe
 - Lineartechnik
 - Hydraulik
 - Getriebe
 - Motoren
 - Pneumatik

Eingabeseite

Wellenberechnung in Anlehnung an DIN 743 - erweiterte Version

Geometrieschema: gesamte Wellengeo...

Berechnungsgang: dynamischer und st...

Beanspruchungsart Zug-Druck: eigene Vorgabe

Spannungsverhältnis (Zug-Druck): $\kappa_{zd} = 0$

Beanspruchungsart Biegung: dynamisch rein we...

Beanspruchungsart Torsion: dynamisch rein sch...

Faktor für Maximallast (Zug-Druck): = 1

Faktor für Maximallast (Biegung): = 1.3

Faktor für Maximallast (Torsion): = 1.3

Angaben zum Werkstoff

Festigkeitswerte nach: DIN 743 - 3

Werkstoffbezeichnung: E295

Werkstoffnummer: 1.0050

Bezugsdurchmesser: $d_B = 16$ mm

Für den Bezugsdurchmesser

Zugfestigkeit: $\sigma_B^R (R_m) = 490$ N/mm²

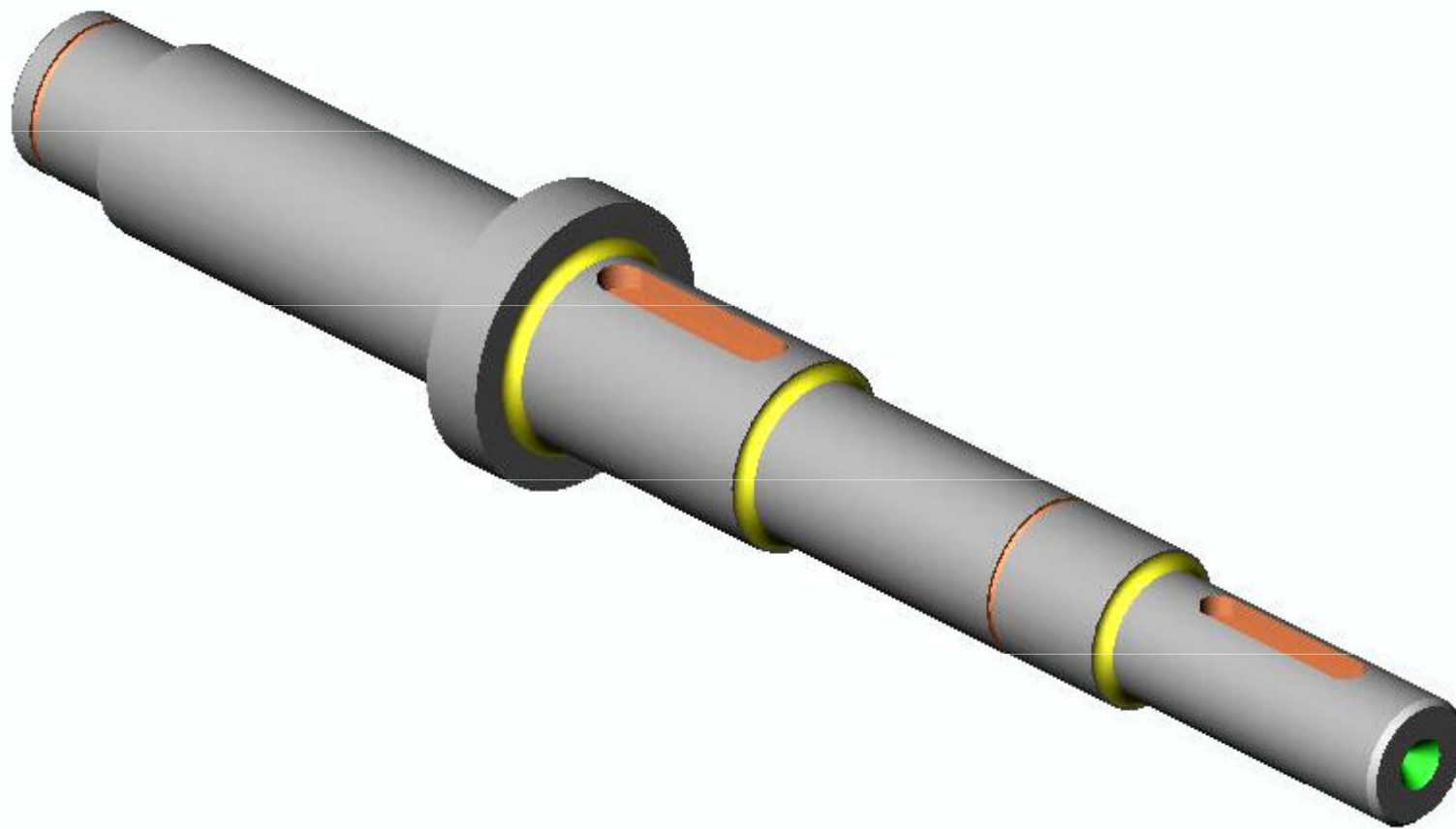
Streckgrenze: $\sigma_S^R (R_e) = 295$ N/mm²

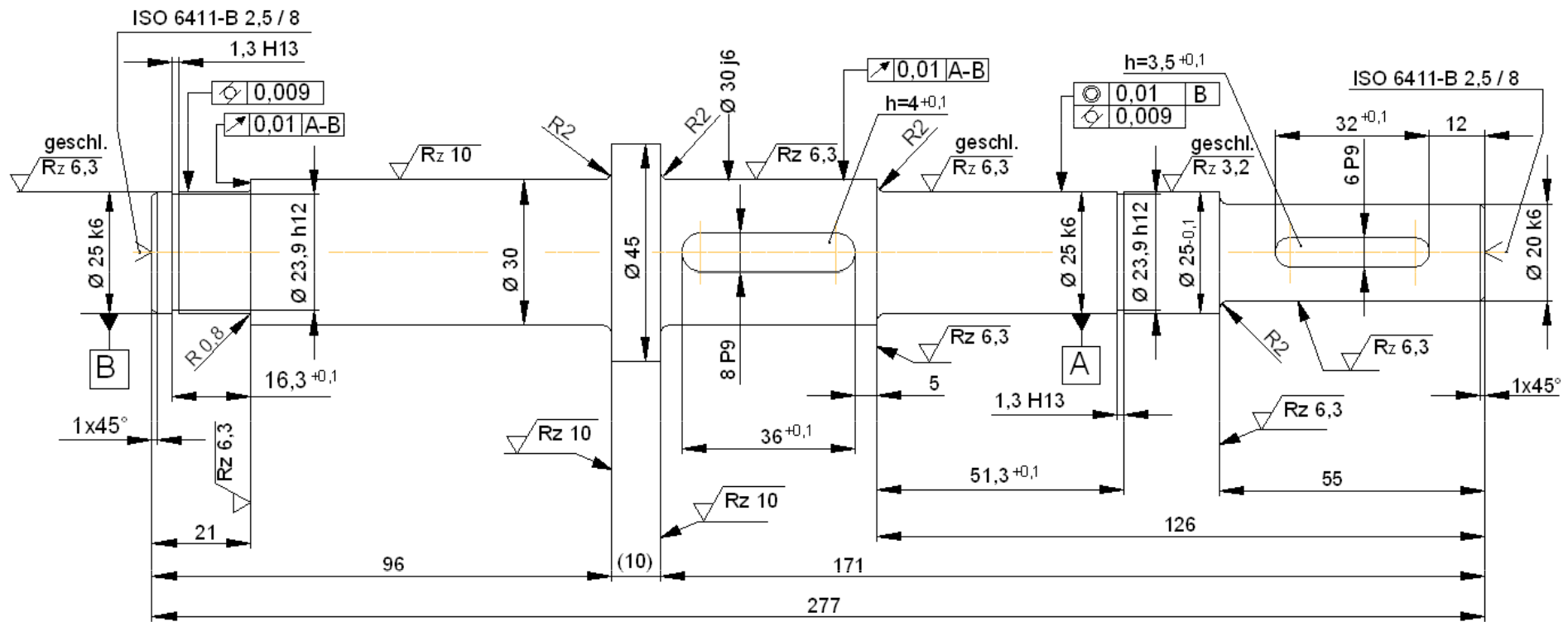
Bitte Werkstofffestigkeit

Allgemeine Texthilfe

3D-Darstellung

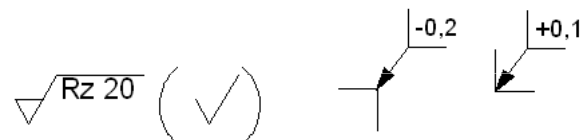
- Zug - Druck - Kraftverlauf
- Durchbiegung und Winkel der Durchbiegung Y-X - Eben
- Durchbiegung und Winkel der Durchbiegung Z-X - Eben
- Durchbiegung und Winkel der Durchbiegung (Resultier
- Vergleichsmittelspannung (Normalspannung)
- Vergleichsmittelspannung (Schubspannung)
- Sicherheit gegen Fließen
- Sicherheit gegen Dauerbruch**
- Maximalwert der Zug-Druck-Spannung (Resultierende



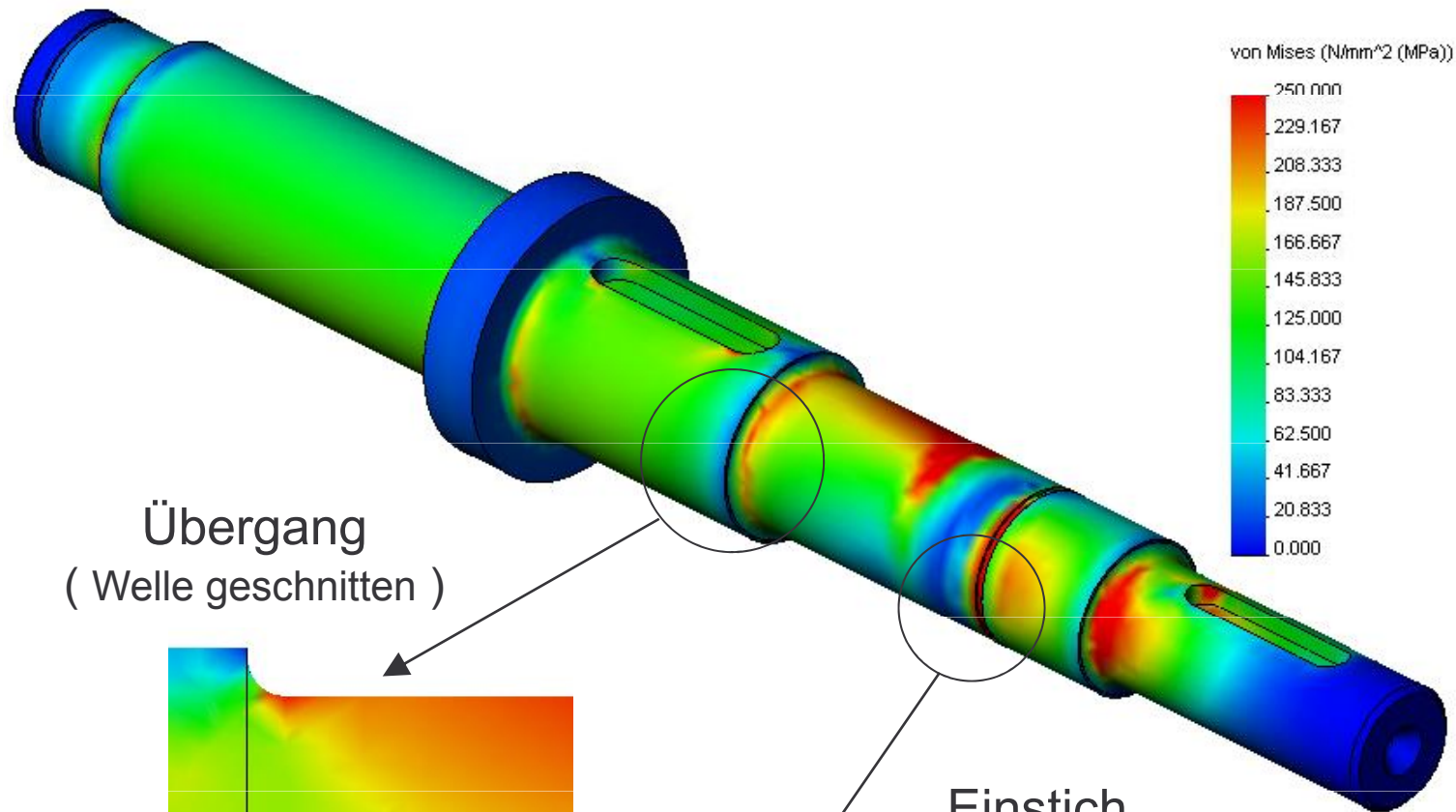


Übersetzungstafel

Paßmaß	Abmaß
20 k6	+ 0,015 + 0,002
25 k6	+ 0,015 + 0,002
30 j6	+ 0,009 - 0,004
23,9 h12	0 - 0,21
1,3 H13	+ 0,14 0



				Allgemein- toleranz ISO 2768-m	Werkstück- kanten DIN 6704	Maßstab 1:1 Werkstoff E295	Gewicht 1,2 Kg
				Datum 28.04.06	Name Miersch	Getriebewelle III	
				Bearb.			
				Gepr.			
				Norm		W101-2-01-02-001	
Zust.	Änderung	Datum	Name	Urspr.:	Ers.f.:	Ers.d.:	Blatt Bl.



Übergang
(Welle geschnitten)

Einstich
(Welle geschnitten)

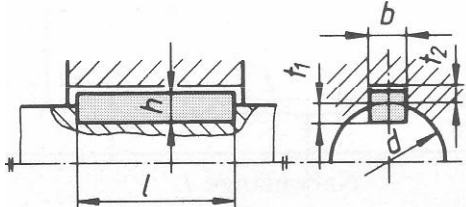
TB 1-1 Stahlauswahl für den allgemeinen Maschinenbau

 Festigkeitskennwerte in N/mm^2 für die Normabmessung d_N

 Schwingfestigkeitswerte nach DIN 743-2¹⁾²⁾ (Richtwerte)

 Elastizitätsmodul $E = 210\,000 \text{ N/mm}^2$, Schubmodul $G = 81\,000 \text{ N/mm}^2$

Kurzname	Stahlsorte Werkstoff- nummer	A % min.	R _{mN} min.	R _{eN} R _{p0,2N} min.	σ_{dWN} (σ_{dSchN})	σ_{bWN} (σ_{bSchN})	τ_{tWN} (τ_{tSchN})	relative Werkstoff- kosten ³⁾	Eigenschaften und Verwendungsbeispiele
a) Unlegierte Baustähle, warmgewalzt, nach DIN EN 10025									Warmgewalzte, unlegierte Grund- und Qualitätsstähle ohne Eignung zur Wärmebehandlung, die durch Zugfestigkeit und Streckgrenze gekennzeichnet und für die Verwendung bei Umgebungstemperatur in geschweißten, genieteten und geschraubten Bauteilen bestimmt sind
Normabmessung $d_N = 16 \text{ mm}$									
S185	1.0035	18	310	185					untergeordnete Bauteile bei geringer Beanspruchung; Geländer, Treppen u. dgl.; Schweißbeignung nicht gewährleistet
S235JR S235JRG1 S235JRG2 S235JO S235J2G3 S235J2G4	1.0037 1.0036 1.0038 1.0114 1.0116 1.0117	26	360	235	140 (225)	180 (270)	105 (160)	□	üblicher Stahl im Maschinen- und Stahlbau bei mäßiger Beanspruchung; Flacherzeugnisse, Stab- und Formstähle; gut bearbeitbar; Schweißbeignung und Zähigkeit verbessern sich stetig von der Gütegruppe JR bis zur Gütegruppe J2G4
S275JR S275JO S275J2G3 S275J2G4	1.0044 1.0143 1.0144 1.0145	22	430	275	170 (270)	215 (320)	125 (190)	1,05	mäßig beanspruchte Bauteile; Wellen, Achsen, Hebel; gut bearbeitbar, gute Schweißbeignung
S355JR S355JO S355J2G3 S355J2G4 S355K2G3 S355K2G4	1.0045 1.0553 1.0570 1.0577 1.0595 1.0596	22	510	355	205 (325)	255 (380)	150 (245)		hoch beanspruchte Tragwerke im Stahl-, Kran- und Brückenbau; hohe Streckgrenze durch Si- und Mn-Gehalte; Schweißbeignung und Sprödbrochursicherheit verbessern sich stetig von der Gütegruppe JR bis zur Gütegruppe K2G4
E295	1.0050	20	490	295	195 (295)	245 (355)	145 (205)	1,1	gut bearbeitbar; meist verwendeter Stahl bei mittlerer Beanspruchung; Wellen, Achsen, Bolzen
E335	1.0060	16	590	335	235 (335)	290 (400)	180 (230)	1,7	für höher beanspruchte verschleißfeste Teile; Wellen, Ritzel, Spindeln
E360	1.0070	11	690	360	275 (360)	345 (430)	205 (250)		höchst beanspruchte verschleißfeste Teile in naturhartem Zustand; Nocken, Walzen, Gesenke, Steuerungsteile

Passfedern DIN 6885, T1				
				
Wellen- durch- messer d über ... bis	Breite × Höhe b × h	Wellen- Nuttiefe r ₁	Nabennuttiefe für Keile r ₂	Nabennuttiefe für Federn r ₂
10 ... 12	4 × 4	2,5	1,2	1,8
12 ... 17	5 × 5	3	1,7	2,3
17 ... 22	6 × 6	3,5	2,2	2,8
22 ... 30	8 × 7	4	2,4	3,3
30 ... 38	10 × 8	5	2,4	3,3
38 ... 44	12 × 8	5	2,4	3,3
44 ... 50	14 × 9	5,5	2,9	3,8
50 ... 58	16 × 10	6	3,4	4,3
58 ... 65	18 × 11	7	3,4	4,4
65 ... 75	20 × 12	7,5	3,9	4,9
75 ... 85	22 × 14	9	4,4	5,4
85 ... 95	25 × 14	9	4,4	5,4
95 ... 110	28 × 16	10	5,4	6,4

Passfederlängen

 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20;
 22; 25; 28; 32; 36; 40; 45;
 50; 56; 63; 70; 80; 90;
 100; 110; 125; 140; 160;
 180; 200; 220; 150; 280;
 320; 360; 400

Passfederkennwerte

Werkstoffkennwerte ausgewählter Werkstoffe

Durchmesser d	6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 14; 16; 19; 20; 22; 24; 25; 28; 30; 32; 35; 38; 40; 42; 45; 48; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80
---------------	---

Vorzugsreihe für Wellendurchmesser

 Nur für Unterrichtszwecke
 Alle Rechte vorbehalten