

Auslegung und Berechnung nach Regelwerken

FKM Richtlinie

VDI 2230

Beschreibung

FKM-Richtlinie

Berechnungs- möglichkeiten

- Rechnerischer Festigkeitsnachweis von Maschinenbauteilen
 - Überprüfung der Konstruktion/ der Bauteile im Entwicklungsprozess oder im Schadensfall hinsichtlich der Anforderungen

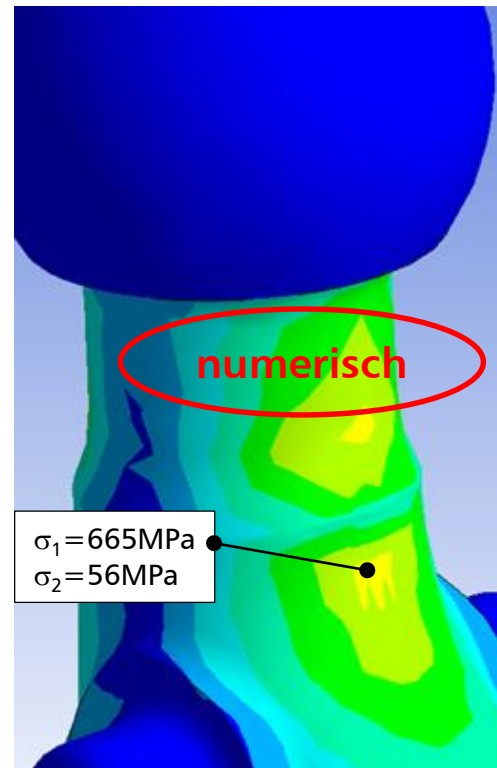
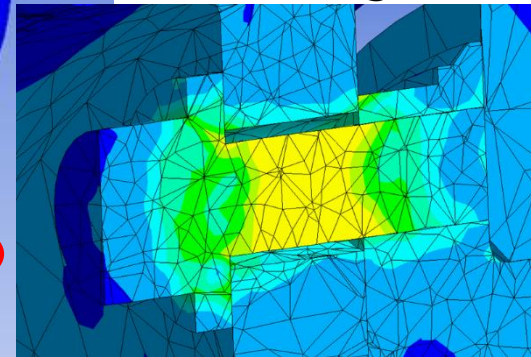
- Bewertung von Spannungen aus analytischen Berechnungen, Messungen oder Finite-Elemente-Simulationen:
 - „Beanspruchung zulässig?“

- Anwendbar auch bei Verbindungselementen (z.B. Schrauben: gewindefreie Bereiche)
- Metallische Werkstoffe (sämtliche Al-, Mg-, St-Werkstoffe)
- Statische und zyklische Belastung, Temperatureinfluss

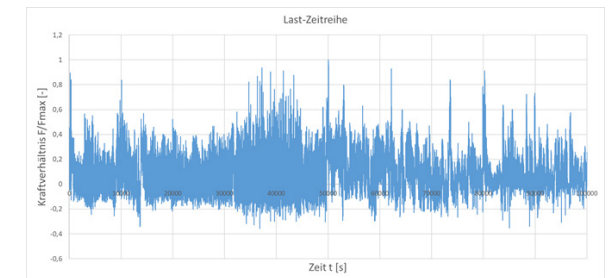
FKM-Richtlinie

Beanspruchungs- analyse durch FE Simulation, Analytik, Messung

Bauteil

oder
Verbindungselement

Einzellasten oder Lastkollektiv



analytisch

$$\sigma_{k,b} = \alpha_k \cdot \frac{M_b}{W_b}$$

experimentell



Spannungen

 $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ Regelwerke
Beschreibung

Bewertung

➤ Bewertung

Spannungen $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$

Beanspruchung
zulässig?

statischer und zyklischer Festigkeitsnachweis nach:		ARNOLD® BlueFastening Systems	
Forschungskuratorium Maschinenbau Rechnerischer Festigkeitsnachweis für Maschinenbauteile FKM-Richtlinie 6. Auflage 2012 3. Teil: Statischer Festigkeitsnachweis mit örtlichen Spannungen			
Auswahl:			
Werkstoff:			
Norm-Zugfestigkeit $R_{m,N}$:	630		Tab 5.1.1
Norm-Streckgrenze $R_{e,N}$:	345		Tab 5.1.1
E-Modul E:	210000		
Bruchdehnung A5	15		
Wanddicke	50		Bauteildurchmesser direkt eintragen
tatsächliche Bauteildicke d_{eff}	50		Tabelle 3.2.3
gleichwertiger Durchmesser $d_{eff,N,m}$ [mm]:	40		Tab 3.2.1 bzw. 3.2.2
max. eff. Durchmesser $d_{eff,N,max,m}$ [mm]:	1000		250 für Walzstahl, sonst ∞
Beiwert Zugfestigkeit $a_{d,m}$:	0,15		Tab 3.2.1 bzw. 3.2.2
Beiwert Streckgrenze $a_{d,p}$:	0,3		Tab 3.2.1 bzw. 3.2.2
Beiwert Faktor K_A :	1,00		Kap. 3.2.1.5
techn. Größtenanforderung an Festigkeit $K_{d,m}$:	0,088		bei SN-Wurzel $K_{d,m}=1$
techn. Größtenfaktor Streckgrenze $K_{d,p}$:			
Bauteil-Zugfestigkeit R_m:			
Bauteil-Streckgrenze R_e:			
Streckgrenzenverhältnis			
Minimum ertragbare Dehnung ϵ_0 [%]	5,00		Tab. 3.3.1
Referenzdehnung ϵ_{ref} [%]	15,0		Gl. 3.3.4 und 3.3.5
ertragbare Gesamtdehnung ϵ_{ertr} [%]	13,7		Gl. 3.3.3
max Dehnungszahl Kw:	9,26		Gl. 3.3.9 manuelle Eing
plastische Formzahl Kp:	10,00	Auswahl: komplexes 3d Bauteil	Kp=
plastische Stützzahl n _p :	9,26		9,26
plastische Stützzahl nt:	1,00	z.B. Schweißnähte	
Konstante für GG	4		
örtlich ertr. Spannung σ_{SK}	3108		
Sicherheitsfaktoren			
Teilsicherheitssummand Guss nichtduktill Δ_j	0,00		Prüfung der Gusstücke
Teilsicherheitsfaktor Guss j_G	1,00	Auswahl: zerstörungsfrei geprüft	
Sicherheitsfaktor Bruch jm:	0,00	Auswahl: Schadensfolge - Wahrscheinlichkeit des Auft	
Sicherheitsfaktor Fließen jp:	1,20	Auswahl: gering - gering	
Sicherheitsfaktor j_{ges} :	1,00	Auswahl: Berechnungsziel	SCHADENSFALL
örtlich zul. Spannung	3108		
örtlich ertragbare Schubspannung			
Beanspruchung im Hauptachsenn			
Hauptspannung aus			
Hauptspannung aus			
Hauptspannung aus			
relevante Beanspruchungsgröße:	639,28	wird berechnet	
hydrostatische Spannung σ_H :	240,00		
Mehrsigigkeitsgrad h:	0,38		
Duktilitätseinfluss q:	0,00		Gl. 3.1.6
Festigkeitsnachweis:			
max. Auslastungsgrad: a=	0,206	statischer Festigkeitsnachweis erbracht	

Bewertung gem.
FKM-Richtlinie

Ergebnis:
Auslastungsgrad= ...%

VDI 2230

Fast Designer Metric Light

VDI 2230

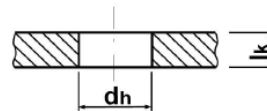
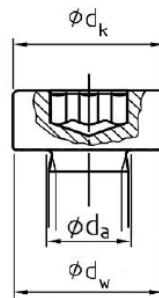
Fast Designer Metric Light

Berechnungs- möglichkeiten

- Berechnung von Schraubenverbindungen gemäß VDI-Richtlinie 2230 im Montagezustand (mit Betriebslasten und Temperatureinfluss → s. Tool „Fast Designer Metric“)
- Zusammenhang Anziehdrehmoment – Montagevorspannkraft
- Theoretisches Versagensereignis (Schraubenversagen, Gewindeabstreifen)
- Reibungszahlen nach VDI Reibungszahlklassen, Kundenangaben oder unserer langjährigen Erfahrung mit Oberflächensystemen
- Komprimierte Darstellung der Ergebnisse in einem 1-seitigen Bericht

Berechnungs- möglichkeiten

Firma	
Ansprechpartner	
Kunden-Nr.	
Projekt	
Bericht-Nr.	
Datum	Erstellt von
29.01.2021	Dr.-Ing. S. Ziegler
Eingabefelder sind blau hervorgehoben	



Anmerkung:

1	Schraube	6,00 x 18,00 mm
2	Schrauben-Nenndurchmesser	$d = 6,00$ mm
3	Schrauben-Nennlänge	$l_s = 18,00$ mm
4	Gewindesteigung	$P = 1,00$ mm
5	Kopfform	Zylinderschraube
6	Kopfdurchmesser	$d_k = 10,00$ mm
7	Auflagedurchmesser unter Kopf (nach AWN)	$d_w = 9,20$ mm
8	Innendurchmessers der ebenen Kopfauflage	$d_a = 6,80$ mm
9	Bohrungsdurchmesser der verspannten Teile	$d_h = 7,00$ mm
10	Fasendurchmesser der verspannten Teile	keine Fase
11	wirksamer Durchmesser für das Reibungsmoment	$D_{rm} = 8,10$ mm
12	Klemmlänge (Klemnteildicke)	$l_k = 2,00$ mm
13	Klemmlängenverhältnis	$l_w/d = 0,3$
14		
15	Festigkeitsklasse	10.9
16	Zugfestigkeit	$R_{mmin} = 1.040$ MPa
17	0,2%-Dehngrenze	$R_{p0,2min} = 940$ MPa
18		
19	Reibungszahlen	
20	Reibungszahl im Gewinde	$\mu_G = 0,12$
21	Reibungszahl in der Kopfauflage	$\mu_K = 0,12$
22	Gesamtreibungszahl	$\mu_{ges} = 0,12$
23		
24	zulässige Montagevorspannkraft	
25	Ausnutzungsgrad der Streckgrenzspannung	$v = 85\%$
26	zulässige Montagevorspannkraft	$F_{Mzul} = 14,1$ kN
27	zugehöriges Anziehdrehmoment	$M_{AZul} = 14,3$ Nm
28		
29	Berechnung	Anziehdrehmoment aus gegebener Vorspannkraft
30	Eingabe Vorspannkraft	$FM = 12,0$ kN
31	Anziehdrehmoment aus gegebener Vorspannkraft	$MA = 12,2$ Nm
32		
33	Aufteilung Anziehdrehmoment	an MA
34	Gewindereibmoment	$M_{GR} = 4,4$ Nm 36%
35	Kopfreibmoment	$M_K = 5,8$ Nm 48%
36	Gewindesteigungsmoment	$M_{GSt} = 1,9$ Nm 16%
37		
38	Beanspruchung im Montagezustand	
39	Torsionsspannung im Gewinde im Montagezustand	$\tau_M = 187$ MPa
40	Zugspannung in der Schraube infolge von FM	$\sigma_M = 596$ MPa
41	Vergleichsspannung im Montagezustand	$\sigma_{red,M} = 679$ MPa
42		
43	Abstreifkräfte Gewinde	
44	Zugfestigkeit Mutter	$R_{mm} = 300$ MPa
45	Quelle	AUT-Datenbank
46	Scherfestigkeitsverhältnis Mutter	$\tau/R_{mm} = 0,577$
47	effektive Einschraubtiefe	$m_{eff} = 12,0$ mm
48	Abstreifkraft Muttergewinde	$F_{mGM} = 36,2$ kN
49	Abstreifkraft Schraubengewinde	$F_{mGS} = 94,6$ kN
50		
51	Bewertung bei Beanspruchung aus MA und FM (Zeilen 30 und 31)	
52	Sicherheit gegen Versagen	$S_{Vers} = 1,38$
53	rechnerisches Versagensereignis	kein Versagen
54		
55	Bewertung selbsttätiges Losdrehen	
56	Losdrehverhältnis	$M_L/M_A = 0,62$
57	Bewertung	unkritisch
58		
59	Dauerfestigkeit	schlussvergütete Schrauben
60	Dauerfestigkeitsamplitude	$\sigma_{SD} = 60$ MPa
61	Zugehörige Kraftamplitude	$F_{SD} = 1,2$ kN



ARNOLD UMFORMTECHNIK GmbH & Co. KG
Carl-Arnold-Straße 25
D-74670 Forchtenberg-Ernstbach
www.arnold-fastening.com