

Richtwerte für Grenzflächenpressung bei verschiedenen Werkstoffen

Die Grenzflächenpressung darf beim Anziehen der Schraube oder der Mutter in der Auflagefläche nicht überschritten werden, da sich die Schraubenverbindung sonst durch Setzerscheinungen lockern kann.

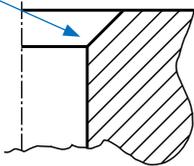
Nach VDI 2230, Ausgabe 1986 mit bewährten Grenzwerten

Die angegebenen Werte gelten für Bohrungen ohne Fasen und hinreichend grosse Aussendurchmesser der verspannten Teile bei Raumtemperatur.

Werkstoff der Klemnteile	Zugfestigkeit	Grenzflächenpressung ⁴⁾ ρ_G [N/mm ²]
	R_m [N/mm ²]	
St 37	370	260
St 50	500	420
C 45	800	700
42 CrMo 4	1000	850
30 CrNiMo 8	1200	750
X 5 CrNiMo 18 10	500 bis 700	210
X 10 CrNiMo 18 9	500 bis 750	220
Titan, unlegiert	390 bis 540	300
GG 15	150	600
GG 25	250	800
GG 35	350	900
GG 40	400	1100
GGG 35,5	350	480
DG MgAl 9	300	220
GK MgAl 9	200	140
AlZnMg Cu 0,5	450	370

⁴⁾ Beeinflussende Randbedingungen für die Grenzflächenpressung

Fase



Durch eine Fase an der Bohrung (Kontaktfläche zum Verbindungselement) können bei Stählen bis zu 25 % höhere zulässige Flächenpressung (Stützwirkung) erreicht werden.

Schrauber



Beim motorischen Anziehen kann die zulässige Grenzflächenpressung bis zu 25 % kleiner ausfallen!

Nach VDI 2230, Ausgabe 2015 mit experimentell ermittelten Anhaltswerten

Werkstoff-Kurzname EN-Bezeichnung	Werkstoff-Nr.	Zugfestigkeit $R_{m, \min}$ [N/mm ²]	Grenzflächenpressung ^{a) 1)} ρ_G [N/mm ²]
S235 JRG1(UST 37-2)	1.0036	340	490
E295 (St 50-2)	1.0050	470	710
S355 JO (St 52-3U)	1.0553	490	760
Cq 45	1.1192	700	770
34 CrMo 4	1.7720	900	1170
34 CrNiMo 6	1.6582	1100	1430
38 MnSi-VS 5-BY	1.5231	900	990
16 MnCr 5	1.7131	1000	1300
X4 CrNi 18 12	1.4303	500	630
X5 CrNiMo 17 12 2	1.4401	530	630
X6 NiCrTiMoVB 25-15-2	1.4980	960	1200
NiCr20TiAl	2.4952	1000	1000
GJL-250 (GG-25)	0.6020	250	850 ^{b)}
GJS-400 (GGG-40)	0.7040	400	600 ^{b)}
GJS-500 (GGG-50)	0.7050	500	750 ^{b)}
GJS-600 (GGG-60)	0.7060	600	900 ^{b)}
AlMgSi 1 F31 (AW-6082)	3.2315.62	290	360
AlMgSi 1 F28	3.2315.61	260	325
AlMg4.5Mn F27 (AW-5083)	3.3547.08	260	325
AlZnMgCu 1.5 (AW-7075)	3.4365.71	540	540
GK-AISI9Cu3	3.2163.01	160	200
GD-AISI9Cu3	3.2163.05	240	300
GK-AISI7Mg wa	3.2371.62	250	310
GD-AZ 91	(3.5812)	240	280
TiAl6V4	3.7165.10	890	1340

^{a)} *Kursive* Zahlenwerte: Noch nicht nach dem Verfahren in [53] oder [64] überprüft. Empfehlung für Stähle unter Verwendung der Brinellhärte:

$\rho_G \approx 3 \text{ HB}$

^{b)} Nach [64]

Anmerkung: Alle Zahlenwerte sind Kurzzeitwerte bei Raumtemperatur und als Richtwerte zu verstehen! Im konkreten Fall kann es wegen einer Vielzahl von Einflussfaktoren (Geometrie, Relaxation u. a.) zu Abweichungen kommen.

[Wert im Klammer] siehe Literaturverzeichnis VDI 2230

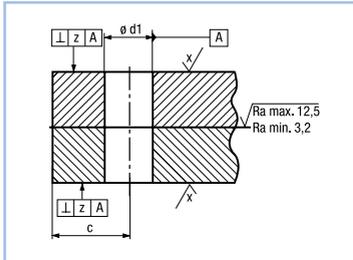
¹⁾ Wenn eine Eindrückung nicht zulässig ist, also nur die Oberflächenrauheiten eingeebnet werden dürfen, darf die Flächenpressung in allen Betriebszuständen nicht zur Überschreitung der Stauchgrenze führen. Es wird für diesen Fall empfohlen, maximal 70 % des Tabellenrichtwertes anzusetzen. Dies wird in der nächsten Ausgabe der VDI 2230 unter Tabelle A9 neben anderen zusätzlichen Informationen so abgedruckt.

Flächenpressung

Richtwerte für Oberflächenzustand im Bereich der Kontaktflächen

Rauheit, Form- und Lagetoleranz

Gewinde	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20
empf. minimaler Randabstand c [mm]	6	7,5	9	12	15	18	24	30
maximale Abweichung von der Rechtwinkeligkeit z [mm]	0,04	0,08	0,08	0,09	0,11	0,13	0,17	0,21
maximale Rauheit Ra x [µm]	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	6,3



Vergleichstabelle der möglichen Oberflächenrauheits-Symbole, Klassen und Werte Rz nach DIN 4768

(ISO 4288, geometrische Produktspezifikation: Regeln und Verfahren für die Beurteilung der Oberflächenbeschaffenheit)

Bezeichnung	Messbereich					Einheit
max. Rz-Wert (≅ R _z)	40	25	25	16	10	µm
max. Ra-Wert	6,3	3,2	2	1,6	1,6	µm
Rauheitsklassen	N9	N8	N8	N7	N7	-
alte Symbole	▽▽	▽▽	▽▽	▽▽	▽▽▽	-

Flächenpressung unter dem Kopf einer Sechskantschraube

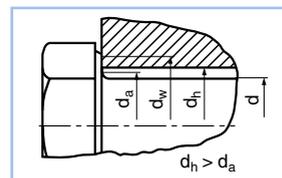
nach DIN 931/933 (ISO 4014/4017) mit Regelgewinde

Gewinde-Nenn-Ø d	Schlüsselweite S _{max} [mm]	Ø des Telleransatzes d _{w min} [mm]	Durchgangsbohrung (ISO 273) mittel H13 d _n [mm]	Auflagefläche A _p [mm ²]	Spannungsquerschnitt A _{s nom} [mm ²]	Flächenpressung unter Kopf ¹⁾ [N/mm ²]		
						Festigkeitsklassen 8.8 10.9 12.9		
M4	7	5,9	4,5	11,4	8,78	385	568	665
M5	8	6,9	5,5	13,6	14,2	528	777	909
M6	10	8,9	6,6	28	20,1	364	532	625
M8	13	11,6	9	42,1	36,6	442	649	761
M10	16 (ISO)	14,63	11	73,1	58	405	594	695
M10	17	15,6	11	96,1	58	308	452	529
M12	18 (ISO)	16,63	13,5	74,1	84,3	580	853	999
M12	19	17,4	13,5	94,6	84,3	454	668	782
M14	21 (ISO)	19,64	15,5	114,3	115	517	759	888
M14	22	20,5	15,5	141,4	115	418	613	718
M16	24	22,5	17,5	157,1	157	515	756	885
M18	27	25,3	20	188,6	192	541	769	901
M20	30	28,2	22	244,4	245	532	761	888
M22	32	30	24	254,5	303	637	908	1065
M22	34 (ISO)	31,71	24	337,3	303	480	685	803
M24	36	33,6	26	355,8	353	528	750	880
M27	41	38	30	427,3	459	576	821	960
M30	46	42,7	33	576,7	561	520	740	865

¹⁾ Die in den Tabellen angegebenen Werte für die Flächenpressung ergeben sich bei einer 90 %-igen Ausnutzung der Schraubendehngrenze R_{p,0,2} und µ_G = 0,12 (Referenz: VDI 2230, Ausgabe 2015)

$$A_{s \text{ nom}} = \pi/4 \cdot ((d_2 + d_3)/2)^2$$

d₂ = Flankendurchmesser des Schraubengewindes nach ISO 724
 d₃ = Kerndurchmesser des Schraubengewindes

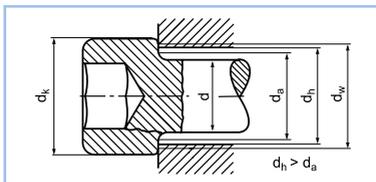


Flächenpressung unter dem Kopf einer Zylinderschraube mit Innensechskant/Innensechsrund

nach DIN 912 (ISO 4762/14579) mit Regelgewinde

Gewinde-Nenn-Ø d	Kopf-Ø d_k [mm]	Ø der Auflagefläche $d_{w \text{ min}}$ [mm]	Durchgangsbohrung (ISO 273) mittel H13 d_h [mm]	Auflagefläche A_p [mm ²]	Spannungsquerschnitt $A_{s \text{ nom}}$ [mm ²]	Flächenpressung unter Kopf ¹⁾ [N/mm ²]		
						8.8	10.9	12.9
M4	7	6,53	4,5	17,6	8,78	250	370	432
M5	8,5	8,03	5,5	26,9	14,2	268	394	461
M6	10	9,38	6,6	34,9	20,1	292	427	502
M8	13	12,33	9	55,8	36,6	333	489	574
M10	16	15,33	11	89,5	58	331	485	567
M12	18	17,23	13,5	90	84,3	478	702	822
M14	21	20,17	15,5	130,8	115	452	663	776
M16	24	23,17	17,5	181,1	157	447	656	767
M18	27	25,87	20	211,5	192	482	686	804
M20	30	28,87	22	274,5	245	474	678	791
M22	33	31,81	24	342,3	303	473	675	792
M24	36	34,81	26	420,8	353	447	635	744
M27	40	38,61	30	464	459	530	756	884
M30	45	43,61	33	638,4	561	470	669	782

¹⁾ Die in den Tabellen angegebenen Werte für die Flächenpressung ergeben sich bei einer 90 %-igen Ausnutzung der Schraubendeihngrenze $R_{p0,2}$ und $\mu_G = 0,12$ (Referenz: VDI 2230, Ausgabe 2015)



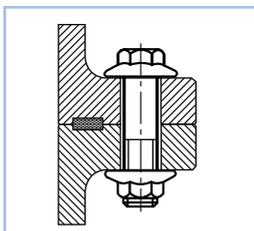
Flächenpressung unter dem Schraubenkopf

Für einen gegebenen Bauteilwerkstoff lässt sich die zulässige Flächenpressung nicht genau definieren. Einflüsse aus dem Herstellverfahren, dem Faserverlauf des Werkstoffes, der Oberflächenveredelung sowie Temperaturveränderungen spielen eine ausschlaggebende Rolle.

Durch folgende Massnahmen kann die Flächenpressung reduziert werden:

- Verwendung von Flanschschrauben und Flanschnuttern.
- Angefasste Bohrungen. Praktische Untersuchungen zeigten bis 20 %-ige Erhöhungen der zulässigen Flächenpressung.
- Durchgangsloch nach ISO 273 – fein wählen.

Anwendungsbeispiel



Vorteile von Flanschschrauben und Flanschnuttern:

- Kleinere Setzbeträge.
- Montage-Klemmkraft bleibt in der Verbindung eher erhalten.
- Flanschprodukte sind rationeller als grosse Scheiben unter normalen Schrauben und Muttern (weniger Verbindungselemente und schnellere Montage).
- Flanschschrauben und Muttern ermöglichen grössere, wirtschaftlichere Lochtoleranzen.
- Flanschschrauben haben eine bessere Rüttelsicherheit als normale Schrauben und Muttern.

Anleitung für die Anwendung von flachen Scheiben bei Schrauben und Muttern

nach ISO 887

Im Folgenden finden Sie eine Übersicht über geeignete Kombinationen von flachen Scheiben bei Schrauben und Muttern unter Berücksichtigung der Festigkeitsklassen (Härteklassen).

Die Randbedingungen wie Bauteilfestigkeit Oberflächenstruktur, Herstellverfahren, Faserverlauf und Betriebstemperaturen sind bei der Auswahl entsprechend zu berücksichtigen.

Schrauben Festigkeitsklasse	Muttern Festigkeitsklasse	Scheibenverwendung zulässig		
		Scheiben – Härteklasse und zugeordnete Zugfestigkeit [N/mm ²] nach ISO 18265		
		100 HV 320	200 HV 640	300 HV 965
		Flächenpressung, zulässige Richtwerte [N/mm ²]		
		200–300	300–500	500–800
Einsatzgehärtete, gewindefurchende Schrauben		ja	ja	ja
Schrauben und Muttern aus nichtrostendem Stahl		–	ja	–
≤ 6.8	≤ 6	ja	ja	ja
8.8	8	nein	ja	ja
9.8	9	nein	nein	ja
10.9	10	nein	nein	ja
12.9	12	nein	nein	nein

Anleitung für die Anwendung von flachen Scheiben bei Schrauben und Muttern aus austenitischen Stählen, INOX

Empfehlung ohne Normbezug

Schrauben Festigkeitsklasse	Muttern Festigkeitsklasse	Scheibenverwendung zulässig		
		Scheiben – Härteklasse und zugeordnete Zugfestigkeit [N/mm ²] nach ISO 18265		
		100 HV 320	140 HV 450	200 HV 640
A2-50/ A4-50		ja	ja	ja
70		nein	ja	ja
80		nein	nein	ja