

1	Aufgabenstellung		2017		
2	Bedingung / Literatur	DIN EN13445-2 / -3: 2012 Anhang D; Leitfaden für Montage in verfahrenstech. Anlagen nach VDI 2290			
3	Gefordert: Grundlagen des Regelwerkes, Werkstoff- Auswahl der Verbindungen. Bilder, Symbole, Infos sind Berechnungsbestandteil				
4	Vorschweißflansch + Gegenflansch oder Bauteil + Flachdichtung + Schrauben				
5	Empfohlen: "die Richtlinie VDI 2290 (Ausgabe 2016) gilt für die Beurteilung der technischen Dichtheit von Flanschverbindungen für flüssige, gasförmige; für die emissionsbegrenzende Anforderungen nach TA Luft festgelegt sind. Mit der Anwendung dieses Dokuments sind die Anforderungen der VDI 2290 in Bezug auf das Managementsystem und die einzuhaltende Dichtheitsklasse von L 0,01 erfüllt".				
9	Normalbetriebslastfall: Auslegungsdruck	$P \geq 0,5 \text{ bar}$	10,00 bar 1,00 N/mm ²		
10	Berech.Temp. unterhalb der Zeitstandfestigkeit	$T \leq \text{Zeitunabhängig}$ Endung 0 / 5	250 °C 250 °C ✓		
11	Sicherheitswert (min), Normflansch kein Korros. Zuschlag	$S \geq 1,5$	1,50 1,00 ← C ₀ INFO		
12	Anforderungen und Bedingungen an Konstruktion und Berechnung	Datei	PG 3: Dauerfestigkeitsbereich Schweißnahtwert $\geq 0,85$ Druckzyklen > 500 s. Abschnitt 17 / 18 ✓		
14	Flansch Schmiedestahl	Datei	1.0426 / P280GH / Rp0,2 / 35 <T ≤ 50 ✓		
15			R _{m20} R _{p20} R _{pt} f ₂₀ f ≤ f _d Beiwert		
16	Zugfestigkeit, Streckgrenze, zulässige Spannung, Beiwert		460,00 255,00 205,00 170,00 136,67 1,00 ✓		
18	Schraubentyp / Mutter siehe Info	Info	Vollschachtschraube oder Gewindebolzen		
19	Schraubenstahl , beachte Schrauben-Festigkeit in Zeile 24	Datei	1.7218 / 25 CrMo4 / d ≤ 60 ✓		
20	Verschraubung nach 11.4.3.1; Mutter siehe 11.4.3.2		R _m R _{m,T} R _{p20} R _{pT} f _{B,A} f _B		
21	Kennwerte, zulässige Spannungen N/mm ²		600,0 0,0 440,0 392,0 146,7 130,7 ✓		
23	Druckbereich / Festigkeitsklasse: R _P Schr. / R _P Flansch	Datei	PN 2,5 - PN 16: Flachdichtung nichtmetallisch mit oder ohne Überzug		
24	gilt fürStahl: Nichtaustenit Rp 0,2 / Austenit Rp 1,0	Info	geringe Festigkeit gefordert 1,0 ≤ 1,725 ✓		
26	Dichtung wählen: Kennwerte geprüft auf Eignung, passend zu Berechnungsdruck, Temperatur	Datei	≤ 10 bar: Faserstoff; Burasil Universal / U; niedrige Leckrate; 1,5 / 2,0 dick ✓		
27	Kennwert Y: Min. Wert für Einbaupressung bei Montage	Y Richtw. ≥	13,00 13,0 N/mm ²		
28	Kennwert m: Aufrechterhaltung der Dichtheit im Betrieb	m Richtw. ≥	2,50 2,50 ✓		
30	Neendruck: unter Berücksichtigung von Innendruck und Temperatur gewählt	Datei	PN 10		
31	Nennweite nach EN1092-1.	Datei	DN 200 ✓		
32	Abmessungen / Maße entsprechen DIN EN1092-1	Vorschweißflansch Typ 11 nach EN1092 ✓			
33		Geometrie	Symbole	Flansch	
34		Flanschaußen Ø	D	340,0	
35		Außen Ø Zylinder	A	219,1	
36		Lochkreis Ø	K	295,0	
37		Großer Kegel Ø	N	234,0	
38		Innen Ø	J = B	208,5	
39		Ansatzdicke	s = g ₀	5,30	
40		VorschweißFL			
41		Flanschblattdicke	C ₂	24,00	
42		Flansch Höhe	H ₂	62,00	
43		Flanschansatz	H ₃	16,00	
44	Schraubenloch Ø	L	22,00		
45	Anzahl Schraube	n ≥ 4	8,00		
46	Kegelansatz Höhe	h _k	22,00	h _k = H ₂ - H ₃ - C	
47	Dichtungsbreite ist wirksam, wenn die volle Fläche gepresst ist	Konusdicke	g ₁	12,75	0,00
48		Dichtleiste d ₁	Höhe f	268,0	3,00
49	Nach Anhang E sind äußere Kräfte berücksichtigt	Schraube	gewählt M (-) Datei		
50	E 3.1 F _{R1} = 15 · P _l · (A · S - S ²) / l (kN)	53,4	Loch Ø	22,0	gewählt M 20 geprüft M (-)
51	F _{R2} = Min (DN; 10 · DN ^{-0,5}) (kN)	141,4	Effektiver Ø / Schaft Ø	d _{Be} / d _{BS}	17,65 ✓
52	F _R = Max (F _{R1} ; F _{R2}) (kN)	141,4	Schraube Abstand	δ _b π · C / n	115,85
53	Info F _Z = F _R · P / PN > 0 (kN)	100,0	Teilung konstant	n _{eq} (11.4-1)	8,00 ✓

54	Dichtungsmaße, Schraubenkräfte, Querschnitte Pkt. 11.5.2				Lastfall: Montage / Betrieb		
55	Dichtungsabmessungen: maßgebend der Außen \varnothing siehe Kontaktbereich			Außen \varnothing manuell in Folgezeile eintragen			
56	Außen \varnothing der Dichtleiste oder innerhalb der Dichtleiste		<i>Richtw.</i> $d_{Ga} \leq 268,0$	266,00	<i>INFO</i>		
57	Kontaktbreite Dichtung, effektive Breite siehe Bild, wirksam nach Montageende		W	20,0	<i>W siehe Bild</i>		
58	Innen \varnothing der Dichtung / Innen \varnothing des Flansches		$d_{Gi} >$ Zeile 38	226,00	208,5	✓	
59	Prüfung Flanschparameter		$h / l_0 = 0,662$	$h / \sqrt{B \cdot g_0} = 0,662$	$g_1 \leq h + g_0$	$1 \leq g_1 / g_0 \leq 5$	2,406 ✓
60	Breite der Dichtungsfläche	mm	Formel (11.5-1/2)	b_0	10,00		
61	Wirksame Dichtungsbreite	mm	(11.5-3/4)	b	7,97		
62	Durchmesser der Dichtung	mm	siehe Bild	G	250,06		
63	Σ Kraft des Mediendruckes, Deckelkraft	N	Formel (11.5-5)	$H + F_R$ (Zeile 56)	149.111,8		
64	Auf die Dichtung einwirkende Drucklast	N	(11.5-6)	$H_G = f(m)$	31.301,7		
65	Montage: erf. Schraubenkraft für Dichtungspressung		(11.5-7)	$W_{A, min} = f(Y)$	181.384,5		
66	Betrieb: erf. Schraubenkraft für Erhaltung der Dichtheit		(11.5-8)	$W_{op} = H + H_G$	180.413,5	✓	
67							
68	Geforderte Verschraubungsfläche	mm ²	(11.5-9)	Einbau = 1.237	Betrieb = 1.381		
69	Σ Vorhandene Verschraubungsfläche	mm ²	$PI() \cdot d_k^2 \cdot n / 4$	$A_{B, vorh.}$ 1.957	$> A_{B, min}$ 1.381	✓	
70	Weitere Berechnungsparameter			<i>Info</i>			
71	Über die Schale auf d. Flansch wirk. Druckkraft		Formel (11.5-10)	H_D [N/mm ²]	34.143		
72	Druckkraft an der Flanschdichtfläche		(11.5-11)	H_T [N/mm ²]	114.969		
73	Radialmaß zw. Schraubenlochkreis & Wirkkreis		(11.5-12)	h_D [mm]	36,88	Bild 11.5.1	
74	Radialmaß zw. \varnothing Dichtfläche & Lochkreis	mm	(11.5-14)	h_G [mm]	22,47		
75	Radialmaß von Lochkreis & Wirkkreis von H_T		(11.5-15)	h_T [mm]	32,86		
76	Einbau: berechnete Schraubenkraft	[N]	(11.5-16)	$W = 0,5 \cdot (A_{B, min} + A_B) \cdot f_B$	244.791,7	✓	
77				<i>gefordert $\leq W_{f, max}$ Info lesen</i>			
78	Gew. Schraubenkraft für Einbau	$W_{f, min} = 245$ kN	$W_{f, max} = 287$ kN	420 kN		W gewählt, - ab Zeile 98 geprüft	
79	Technischer Standard s. " www.flangevalid.com "	<i>empf. Richtwert</i>	$W_{0,6-Rp 0,2} = 517$ kN				
80	Mit einer erhöhten Einbauschraubenkraft kann eine <u>Dichtheit mit geringerer Leckrate</u> erreicht werden. Auf Grund spezifischer Erkenntnisse des Verhaltens der Streckgrenze ist damit auch eine optimale Auslastung der Bauteile erreichbar.						
81	Festgelegter Berechnungs-Wert	N		W_{Vorsp}	420.000,0	✓	
82	Einbauzustand: Gesamtflanshmoment	Nmm	Formel (11.5-17)	M_A	9.436.955	9.437,0 Nm	
83	Betriebszustand: Gesamtflanshmoment	Nmm	(11.5-18)	M_{OP}	5.740.153	5.740,2 Nm	
84	Spannungen am Flansch; Berechnungsbeiwerte der Diagramme						
85	Korrekturfaktor der Schraubenlochteilung	-	Formel (11.5-20)	C_F	1,000		
86	Verhältniswert der Flanschdurchmesser	mm/mm	(11.5-21)	$K = D / J$	1,631	s. Zeile 38 / 42	
87	Längenparameter	mm	(11.5-22)	$l_0 = \sqrt{(B \cdot g_0)}$	33,242		
88	Beiwerte	-	(11.5-23 / 24 / 25)	$\beta_T / \beta_U / \beta_Y$	1,6545	4,5551	4,1451
89	Flanschspannungen werden aus dem Moment M_A berechnet		(11.5-26)	M_{Mon}	45.261		
90	Flanschspannungen werden aus dem Moment M_{op} berechne		(11.5-27)	M_{Betr}	27.531		
91	Koeffizienten für Flanschspannung	-	(11.5-28)	β_F Bild 11.5-4	0,7785	Berechnungs	
92	Berechnung nach Pkt. 11.5.4.1..2	-	(11.5-29)	β_V Bild 11.5-5	0,1539	Parameter	
93	Parameter mit Bezug: Formel und Bild 11.5-6		(11.5-30)	φ Bild 11.5-6	1,1610	Bild 11.5-4 bis	
94	Beiwert	-	(11.5-31)	λ	1,444	Bild 11.5-6	
95				Einbau	Betrieb		
96	Längsspannung im Ansatz	N/mm ²	(11.5-32)	σ_H	223,8	136,1	
97	Radialspannungen im Flansch	N/mm ²	(11.5-33)	σ_r	95,2	57,9	
98	Tangentialspannungen im Flansch	N/mm ²	(11.5-34)	σ_θ	115,8	70,5	

99	Belastungsgrenzen Pkt 11.5.4.2		<i>Info</i>	σ vorhanden	σ zulässig	
100	Parameter der Spannungsfaktoren	–	k	1,00	(11.5-89)	
101	Längsspannung im Ansatz	N/mm ²	Einbau $k \cdot \sigma_H \leq 1,5 \cdot \min(f; f_H)$	223,81	< 255,00	(11.5-90) ✓
102	Zugspannung in Längsachse		Betrieb	136,14	< 205,00	✓
103	Radialspannungen aus Innendruck	N/mm ²	Einbau $k \cdot \sigma_r \leq f$	95,17	< 170,00	(11.5-91) ✓
104	durch Innendruck nach außen wirks. Spannung		Betrieb	57,89	< 136,67	✓
105	Tangentialspannungen im Flansch	N/mm ²	Einbau $k \cdot \sigma_\theta \leq f$	115,83	< 170,00	(11.5-92) ✓
106	Umfangsspannung		Betrieb	70,46	< 136,67	✓
107	kombinierter Spannungsbereich	N/mm ²	Einbau $0,5 \cdot k \cdot (\sigma_H + \sigma_r) \leq f$	159,49	< 170,00	(11.5-93) ✓
108			Betrieb	97,01	< 136,67	✓
109	kombinierter Spannungsbereich	N/mm ²	Einbau $0,5 \cdot k \cdot (\sigma_H + \sigma_\theta) \leq f$	169,82	< 170,00	(11.5-94) ✓
110	(Korrektur: Schrauben Zeile 77 <)		Betrieb	103,30	< 136,67	✓
111	Auswertung der Spannungen	–	∑ Spannungsvergleich	erfüllt		
112	Flanschblattneigung	–	empfohlen Neigungswinkel $\leq 0,5^\circ$	0,43°	<i>Korrektur</i>	
113						
114	Kontrolliertes Anziehen	N	W_A	420.000	420 kN	
115	optimaler Beiwert Reibung	–	Reibungswert $\eta \geq 0,12$	0,160		
116	Schraubenanzugsmoment	Nm	$M_A = 1,2 \cdot \eta \cdot d_{B0} \cdot F_{B0,av} / n_B$	<i>Info</i>	201,6 Nm	
117						
118	Bemerkungen					
119						
120	11.08.2017	Bearbeiter	geprüft			