

1	Aufgabenstellung					Ausg. 2015			
2	Geltungsbereich; Literatur, Quelle	DIN EN13445-3: 2012; Abschnitt 9. Ausschnitte in Schalen							
3	<i>Mathem. Symbole, Infos, Bedingungen siehe roter Punkt, sind Berechnungsbestandteil und zu beachten. Lesen: Cursor aufsetzen.</i>								
4	<b>Einzelausschnitt in Zylinderschale mit Stutzen, ohne / mit Scheibe</b>					Datenbank			
5	Störstellen nach Pkt. 9.7	Stutzen: schräg eingeschweißt oder aufgeschweißt							
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14	<b>Benennung</b>	<b>Einheit</b>	<b>Formel / Symbole</b>	<b>Werte-Tabelle</b>	<b>Intern</b>				
15	Normal- Betriebslastfall oder Prüfzustand	-	gewählt <i>Datei</i>	<b>Betriebszustand</b>					
16	Berechn. Druck incl. stat. Druckhöhe / Dynamik		<i>Info</i> $p \geq 0,1 \text{ bar}$	<b>12,00 bar</b>		1,20 MPa			
17	Berechn.Temp.: unterhalb der Zeitstandfestigkeit		$T = -10^\circ < \text{gem. DB}$ <i>End. 0 / 5</i>	125°		✓			
18	Sicherheitswert: Betriebs- / Prüfzustand		$S_{\text{Betr.}} \geq 1,5$ $S_{\text{Test.}} \geq 1,05$	1,50		✓			
19	Korrosionszuschlag, alle belasteten Teile		Austenit = 0,0 ; Nicht- A $\geq 1 \text{ mm}$ $C \geq 0$	<b>1,00</b>		✓			
20									
21	Anforderungen und Bedingungen an Konstruktion und Berechnung	Prüf -Gruppe gewählt	<i>Datei</i>	PG 3: Dauerfestigkeitsbereich Nahtwert $\geq 0,85$ Druckzyklen $> 500 \rightarrow$ EN 13445-3: Abschnitt 17 / 18					
22									
23	<b>Vormaterial für:</b> Zylinderschale, Rohr	-	<i>Info</i> <i>Datei</i>	1.0036 / S235JRG1 / $\leq 16$		✓			
24	Zugfestigkeit, Dehngrenzen, Berechn.Spannung	-	$f_d$ siehe Pkt. 6.1	$R_{m20}$	$R_{p0,2T}$	$R_{p1,0T}$	$f_{zul} \leq f_d$	Beiw.	
25	Kennwerte, zulässige Spannung	N/mm <sup>2</sup>		340,0	180,50	0,00	120,33	1,00	✓
26	<b>Vormaterial für:</b> Stutzen, Abzweig	-	<i>Datei</i>	1.0345 / P235GH / $T \leq 16$					✓
27	Kennwerte, zulässige Spannung	N/mm <sup>2</sup>		360,0	192,50	0,00	128,33	1,00	✓
28	<b>Vormaterial für:</b> Platte, Scheibe	Ohne Scheibe kein Eintrag	<i>Datei</i>	1.0345 / P235GH = H I / $Rp0,2 / 0 < T \leq 16$					✓
29	Kennwerte, zulässige Spannung	N/mm <sup>2</sup>	zulässig $T \leq 250^\circ$	360,0	206,00	0,00	137,3	1,00	✓
30	Für Verstärkungen gilt 9.5.2.1	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ob}$ (9.5-8)	<b>120,33</b>	$f_{op}$	(9.5-9)	<b>120,33</b>	-	✓
31	<b>Tief Konstruktionsangaben Schale / Grundrohr</b>								
32	Außen Ø der Zylinderschale, Rohr	mm	$\varnothing D_e > 5,0$	2010,00					✓
33	Schweißnahtwertigkeit Haupt- / Längsnaht	-	<i>Info</i> $0,7 \leq z \leq 1,0$ <i>Tol. Blech</i>	0,85					✓
34	Zuschlag: Absolutwert d. Minustoleranz	mm	$\delta_e \geq 0$ <i>Tol. Rohr</i>	0,80					✓
35	<b>Nennwanddicke der Schale</b>	mm	$e_{ns} \geq \text{Richtw.}$ <b>13,522</b>	<b>22,00 mm</b>					✓
36	Zul. Innendruck der Schale / Grundrohr	bar	$P_{zul, Schale}$ (7.4-2)	<b>20,77 bar</b>	$D_{is}$	1969,60			✓
37									
38	<b>Berechn. Dicke / erf. Schalendicke</b>	mm	$e_{as} = e_n - C - \delta_e$	<b>20,200</b>	$e_s$ (7.4-2)	<b>11,722</b>			
39	<i>Wird der Ausschnitt / Stutzen nicht durch Störstellen beeinträchtigt, sollte die größere Dicke aus Zeile 38 gewählt werden.</i>								
40	<i>Eine kleinere Dicke als <math>e_{as}</math> vermindert die anrechenbare Länge der Zylinderschale und damit das Abstandsmaß siehe Z. 43</i>								
41	<b>Gewählte Schalendicke</b>	mm	$e_s < e_{cs} \leq e_{as}$ s. Zeile 38	<b>20,20</b>					✓
42	Anrechenbare Länge, Radius von $D_e$	mm	$l_{s0}$ (9.5-2)	200,48	$r_{is}$ (9.5-3)	984,80			
43	Ungestörte Schalenlänge um d. Ausschnitt	mm	<i>empfohl.</i> $l_s \geq \text{Richtw.}$ <b>200,5</b>	220,00					
44	<i>Benachbarte Stutzen müssen einen Steg erhalten,</i>		siehe <i>Info zum Steg</i> (9.6-1)	Stegbreite $\geq$ <b>60,60</b>					✓
45									
46	<b>Gewählte Bauform des Stutzens</b>	-	<i>Datei</i>	Eingesetzter Stutzen ohne / mit Überstand: $0^\circ$ bis $45^\circ$					
47	Außen Ø Stutzen / Abzweig	mm	$0 < \varnothing d_{eb} \leq$ <b>2010,0</b>	813,00					
48	Stutzenlage: max. zulässiger Winkel	grad	<i>Info</i> $0,0 \leq \varphi \leq$ <b>45,00°</b>	25,00°					✓
49	Schweißnahtwertigkeit	-	$0,7 \leq z \leq 1$	1,00					
50	Zuschlag: Absolutwert d. Minustoleranz	mm	$\delta_e \geq 0$ <i>Tol. Rohr</i>	1,00					
51	<b>Nennwanddicke des Stutzens</b>	mm	$e_{nb} \geq \text{Richtw.}$ <b>6,03</b>	<b>14,50 mm</b>					✓
52	Zul. Innendruck / Stutzen- Innen Ø	-	$P_{zul, Stutzen}$	<b>37,58 bar</b>	$d_{ib}$	788,00			
53	Berechnungsdicke / erforderliche Dicke	mm	$e_{ab} = e_{nb} - C - \delta_e$	12,50	$e_b$ (7.4-2)	4,034			✓
54	Stutzenlänge oberhalb der Schale	mm	(9.5-76) $l_{b0} \geq \text{Richtw.}$ <b>100,03</b>	120,00					
55	Stutzenlänge in der Schale	mm	$l_{bs}$	$e_{as} / \cos(\varphi) =$ <b>22,30</b>					✓
56	Stutzenlänge innerer Überstand	mm	(9.5-77) $l_{bi} \geq 0; \text{empf.}$ <b>50,02</b>	<b>60,00</b>					✓

57	Benennung	Einheit	Formel / Symbole	Werte-Tabelle	Intern
58	Option Pkt. 9.4.6.3: die Anwendungen liegen außerhalb des Zeitstandbereichs, Ausschnitte sind unkritisch; es gilt: $e_b = e_{ab}$				
59	Begrenzung: 9.4.5.4 / 9.4.6 für Verstärkung		$d_i / 2 \cdot r_{is} \leq 1,0$ 0,4001	$e_{ab} / e_{as}$ 0,619 $\leq$ 1,7998	
60	Begrenzung des tatsächl. Dickenverhältnisses		siehe Bild 9.4-14 / -15	$e_{ab} / e_{as}$ keine Begrenzung 2,5997	✓
61	<b>Verstärkung durch Scheibe</b>				
62	Scheibendicke	mm	$3 \leq e_p \leq$ 20,2	12,00	
63	Scheibenbreite	mm	$0 \leq l_p \leq$ 200,5	160,00	
64	Zuschlag: $\Sigma$ Korrosion / Erosion, Toleranz	mm	$(C + \delta_e) \geq 0$ Tol. Blech	1,00	✓
65					
66	<b>Berechnung / Ergebnisse</b>				
67	Kleine Ausschnitte in der Schale für die kein Nachweis gefordert ist.		$d_0$ (9.5-18)	30,1 mm	✓
68			<b>Zylinderschale [mm]</b>	<b>Stutzen [mm]</b>	<b>Scheibe [mm]</b>
69	Berechnungsdicken siehe [9.4.6]	$e_{as} = e_n - C - \delta_e$ 20,20	$e_b = e_{ab}$ 12,50	$e_{ap}$ (9.5-20) 11,0	✓
70	Mittragende Länge senkrecht alle Teile	$l_{S0}$ (9.5-2) 200,48	$l_{b0}$ (9.5-76) 100,03	$e_{ap} = \min(e_{ap}; e_{cs})$	
71	Stutzenlänge in der Schale eingesteckt, senkrecht oder schräg		$l_{bs}$ (9.5-82) 22,30	$e_{ap} \leq 1,5 \cdot e_{as}$	
72	Stutzen wirksamer Überstand		$l_{bi}$ (9.5-82) 50,02	$l^*_p$ (9.5-19) 160,0	
73	Wirksame Gesamtlänge des Stutzens		$\Sigma l_b$ 172,35		
74	Abstand zwischen Ausschnittmittelpunkt und Außenkante		$a$ (9.5-90) (9.5-108)	(9.5-109) 448,52	
75			$\varphi$ (9.5-106) 90,00	$r_{ms}$ 9.5-110 994,90	✓
76	Berechnungsbeiwerte	$\delta$ (9.5-107 / 111) 0,000			
77	<b>Zeile 78 - 87 geschützter Bereich</b>		[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>2</sup> ]
78	1.) Aufgeschweißter Senkrechtstutzen	$A_{fS}$ (9.5-81) 0,0	$A_{fb}$ (9.5-80) 0,0	$A_{fp}$ (9.5-20) 0,0	
79	Druck beanspruchte Flächen	$A_{PS}$ (9.5-113) 0	$A_{Pb}$ (9.5-84) 0	—	
80	<b>Verstärkungsbedingung</b>	(9.5-7) Term links $\geq$ Term rechts	Term links 0	Term rechts 0	Info
81	2.) Durchgesteckter Stutzen senkrecht / schräg	$A_{fS}$ (9.5-79) 4.049,8	$A_{fb}$ (9.5-78) 2.154,3	$A_{fp}$ (9.5-20) 1760,0	
82	Druck beanspruchte Fläche + Zusatzfläche	$A_{PS}$ (9.5-113) 639.143	$A_{Pb}$ (9.5-84) 48.199	$A_{Pp}$ 9.5-112 144.775	
83	<b>Verstärkungsbedingung</b>	(9.5-7) Term links $\geq$ Term rechts	Term links 953.571	Term rechts 911.675	Info ✓
84	3.) Aufgeschweißte, schräg in Querrichtung	$A_{fS}$ (9.5-81) 0,0	$A_{fb}$ (9.5-80) 0,0	$A_{fp}$ (9.5-22) 0,0	
85	Druck beanspruchte Fläche $\equiv$ (ident) Einbaulage	$A_{PS}$ (9.5-115) 0	$A_{Pb}$ (9.5-84) 0	$A_{Pp}$ 9.5-115 0	
86	Druck beanspr. Fläche, Geradschnitt senkrecht	$A_{PS}$ (9.5-113) 0	$A_{Pb}$ (9.5-84) 0	$A_{fp}$ (9.5-20) 0,0	
87	<b>Verstärkungsbedingung</b>	(9.5-7) Term links $\geq$ Term rechts	Term links 0	Term rechts 0	Info
88					
89	$\Sigma$ Druckfläche / tragende Querschnittsfläche		$\Sigma A_P$ 759.729	$\Sigma A_f$ 7.964	
90	Berechnungsterme	(9.5-10) Term Zähl. / Term Nenn.	958.349	dividiert 763.711	
91	Zul. Innendruck: Rohr / Stutzen / Bauteil	$P_{zul. Rohr}$ $P_{zul. Stu.}$ $p_{zul.all}$	20,77 bar 37,58 bar	12,55 bar	
92	<b>Zulässiger Innendruck d. Bauteils</b>	$P_{zul}$	12,55 bar	12,00 bar	✓
93	<b>Einzuhaltende Abstände von Störstellen nach Pkt. 9.7</b>				
94	Lichter Abstand zwischen Außenschale und: siehe Bild oben 2-4		$w \geq w_{min}$ (9.7-1)	61,0	
95	und gewölbte Böden, großer Kegel $\emptyset$ , Rohrböden, ebene Böden				
96	Verbindung mit divergier. Konus, siehe Bild oben 1, - und ähnliche		$w \geq w_{min}$ (9.7-2)	91,0	
97					
98	<b>Informativ: Berechnung nach TGL</b> Standard: TGL 32903-15:1983 / Festigkeitsberechnung, Ausschnittverstärkung				
99	Festigkeitsbedingung $K_1 - K_3$ : $\min(K_{Stutz} / K_{Scha.})$ ; $\min(K_{Scheibe} / K_{Scha.})$				
100	Formel V gilt für Einzelausschnitte Info				
101	<b>Legende</b> V = Verschwächungswertigkeit im Bereich des Ausschnittes				
102	Die Berechnung erfolgt mit gleichen Kennwerten und Hauptabmessungen o.g. EN 13445-3				
103	Querschragstellung: für den erforderlichen Ausschnitt $\emptyset$ des Stutzens gilt: $2 \cdot (c + \delta)$				
104	Begründung: die Achse des Stutzens liegt in der Querschnittsebene				
105			$\emptyset D_R = D$ 1966,00	$e_a = S - c$ 20,20	$l_S$ 198,29
106			$\emptyset d$ 784,00	$e_b = S_1 - c$ 12,50	$l_b = l_{1R}$ 120,00
107			$\emptyset d_R$ 959,34	$e_{P1} = S_2 - c$ 11,00	$l_{P1} = l_{2R}$ 160,00
108			$\emptyset d_{0R}$ 30,07	$e_{bi} = S_3 - 2c$ 10,50	$l_{bi} = l_{3R}$ 45,48
109			Term $Z_1$ 1,9331	Term $Z_2$ 3,5494	schräg $\varphi$ 25,00°
110			Abstand: Stutzenachse bis Schalenrand or Störstelle		$(l_S + d) / 2$ 491,1
111			Berechnung der Verstärkung siehe Zeile 91		12,55 bar 13,04
112	Faktor V = Verschwächungswertigkeit		V 0,545	Verstärkung $P_{zul}$	13,04 bar ← TGL
113					
114	Bemerkungen				
115	29.01.2015		Bearbeiter	geprüft	