

1	Aufgabenstellung									Ausg. 2015
2	Geltungsbereich; Literatur, Quelle	DIN EN13445-3: 2012; Abschnitt 9. Ausschnitte in Schalen								
3	<i>Mathe.Symbole, Infos, Bedingungen siehe roter Punkt, sind Berechnungsbestandteil und zu beachten. Lesen: Cursor aufsetzen.</i>									
4	Einzelausschnitt in Kalotte von torisphärischen Böden mit Stutzen ohne / mit Scheibe									
5	Datenbank									
6	Anmerkung:									
7	Boden nahtlose Ronde									
8	Schweißnahtwertigkeit = 1,0									
12	Benennung	Einheit	Formel / Symbole	Werte-Tabelle				Intern		
13	Normalbetriebslastfall oder Prüfzustand	-	gewählt <i>Info</i> <i>Datei</i>	Betriebszustand						
14	Berechn. Druck incl. stat. Druckhöhe / Dynamik		$p \geq 0,1 \text{ bar}$	10,00 bar				1,00 MPa		
15	Berechn.Temp.: unterhalb der Zeitstandfestigkeit		$T = -10^\circ < \text{gem. DE}$ <i>Info</i> <i>Datei</i>	250°				✓		
16	Sicherheitswert: Betriebs- / Prüfzustand	-	$S_{\text{Betr.}} \geq 1,5$ $S_{\text{Test.}} \geq 1,05$	1,50						
17	Korrosionszuschlag, alle belastet. Teile		Austenit = 0, Nicht-A. = 1 mm $C \geq 0$	1,00				✓		
19	Anforderungen und Bedingungen an Konstruktion und Berechnung	Prüf -Gruppe gewählt	<i>Datei</i>	PG 1+2: Dauerfestigkeitsbereich Nahtwert = 1,0 Druckzyklen > 500 → EN 13445-3: Abschnitt 17 / 18						
21	Vormaterial für: gewölbten Boden	-	<i>Info</i> <i>Datei</i>	1.0425 / P265GH = H II / Rp0,2 / 0 < T ≤ 16				✓		
22	Eintrag gilt nur für Austenit, erforderl. für Beulspannung		<i>Datei</i>					✓		
23	Zugfestigkeit, Dehngrenze, Berechn.Spannung	-	f_d siehe Pkt. 6.1	R_{m20}	$R_{p0,2T}$	$R_{p1,0T}$	$f \leq f_d$	Beiw.		
24	Kennwerte, zulässige Spannung	N/mm ²		410,0	188,00	0,00	125,33	1,00		
25	Zulässige Beulspannung.	N/mm ²	Dehngrenze, $R_{p0,2\%}$	(7-5-4) f_b	0,00		125,33	✓		
27	Vormaterial für: Stutzen, Abzweig	-	<i>Datei</i>	1.0488 / P275NL1, Rp0,2 / T ≤ 40						
28	Kennwerte, zulässige Spannung	N/mm ²		390,0	186,00	0,00	124,00	1,00		
29	Vormaterial für: Platte, Scheibe	Ohne Scheibe kein Eintrag	<i>Datei</i>	1.0345 / P235GH = H I / Rp0,2 / 0 < T ≤ 16						
30	Kennwerte, zulässige Spannung	N/mm ²	zulässig $T \leq 250^\circ$	360,0	167,00	0,00	111,3	1,00		
31	Für Verstärkungen gilt nach 9.5.2.1	N/mm ²	f_{ob} (9.5-8)	124,00	f_{op}	(9.5-9)	111,33	-		
32	Gewölbter Boden									
33	Bodenform gewählt	-	<i>Datei</i>	Korbboogenboden, konstante Dicke, $z = 1,0$						
34	Außen Ø des zylindrischen Bordes	mm	$\varnothing D_e > 100$	2000,00				✓		
35	Minustoleranz- Zuschlag (abs)	mm	$\delta_e \geq 0$ <i>Toler. Blech</i>	1,00						
36	Nennwanddicke des Bodens	mm	$e_{ns} \geq 10,88$	16,00						
37	Krempenradius: Min / Max. Pkt. 7.5.3.1	mm	$118,08 < r_i \leq 308,00$	308,0	Radius geprüft!		<i>Info</i>	✓		
38	Kalottenradius, Innen Ø	mm	$R = D_e$	1.600,0	D_i	1.972,0				
39	Geltungsbereich	mm	$r \leq 0,2 \cdot D_i$ $r \geq 0,06 \cdot D_i$ $r \geq 2 \cdot e$	$e \leq 0,08 \cdot D_e$ $e \geq 0,001 \cdot D_e$	$R \leq D_e$					
40	Thorisphärische Böden nach 7.5.3.1	-	✓ ✓ ✓	✓	✓	✓	✓			
42	Erforderl. Wanddicke $\max(e_s; e_y; e_b)$	e_s (7.5-1)	6,396	e_y (7.5-2)	8,885	e_b (7.5-3)	7,653	$\max. e$	8,885	
43	Iterative Berechnung. Button aktivieren wenn in Zeile 40 alles ok ist		<i>Info</i>	β: hier klicken						
44	Beiwerte	-	β Pkt. 7.5.3.5	0,6984	Y (7.5-9)	0,00555				
45		-	Z (7.5-10)	2,25548	X (7.5-11)	0,15619				
46	Zul. Innendruck: $\min(P_s; P_y; P_b)$	15,76 bar	P_s (7.5-6)	2,184 MPa	P_y (7.5-7)	1,576 MPa	P_b (7.5-8)	2,474 MPa		
47	Einbau von Stutzen, Scheibe									
48	Berechn. Dicke / erf. Schalendicke	mm	$e_{as} = e_n - C - \delta_e$	14,00	e_s (7.4-5)	3,981				
49	<i>Ist der Ausschnitt / Stutzen nicht durch Störstellen beeinträchtigt, ist die größere Dicke aus Zeile 48 zu wählen.</i>									
50	Gewählte Schalendicke	mm	$e_s < e_{cs} \leq e_{as}$ s. Zeile 48	14,00				✓		
51	Anrechenbare Länge, Radius von D_e	mm	l_{s0} (9.5-2)	212,12	R (9.5-4)	1.600,0				
52	Ungestörte Schalenlänge um d. Ausschnitt	mm	empfohl. $l_s \geq \text{Richtw.}$	212,1	250,00					
53	Bei einem benachbarten Stutzen muss ein Steg vorhanden sein		(9.6-1)	Stegbreite	42,42	<i>Info</i>	✓			

54	Benennung	Einheit	Formel / Symbole		Werte-Tabelle			Intern	
55	Gewählte Bauform d. Stutzens	—	<i>Datei</i>		Senkrecht, parallel zur Behälterachse				
56	Außen Ø Stutzen / Abzweig	mm	$d_{eb} \leq \max$	1600,00	800,00		✓		
57	Schweißnahtwertigkeit	mm	<i>Info</i> $0,7 \leq z \leq 1$		1,00				
58	Zuschlag: Absolutwert der Minustoleranz	mm	$\delta_e \geq 0$	<i>Tol. Rohr</i>	1,00				
59	Nennwanddicke des Stutzens	mm	$e_{nb} \geq \text{Richt.}$	5,21	12,00		✓		
60	Berechnungsdicke / erforderliche Dicke	mm	$e_{ab} = e_{nb} - C - \delta_e$		10,00	$e_b (7.4-2)$ 3,21			
61	Zul. Innendruck des Stutzens	bar	$P_{zul, Stutzen}$		31,39 bar	d_{ib} 780,00	✓		
62	Option Pkt. 9.4.6.3: die Anwendungen liegen außerhalb des Zeitstandbereichs, Ausschnitte sind unkritisch; es gilt: $e_b = e_{ab}$								
63	Begrenzung 9.4.5.4 / 9.4.6 für Verstärkung	$d_i / 2 \cdot r_i \leq 1,0$	0,2438	e_{ab} / e_{as}	0,714	\leq 2,0000			
64	Begrenzung des tatsächl. Dickenverhältnisses	siehe Bild 9.4-14 / -15		e_{ab} / e_{as}	keine Begrenzung	3,0000	✓		
65									
66	Stutzenlänge oberhalb der Schale	mm	<i>Info</i> $l_b \geq \text{Richt.}$	88,88	100,00				
67	Einstecktiefe in die Schale bis bündig	mm	e_a		14,00		✓		
68	Stutzenüberstand innen	mm	<i>Info</i> $l_{bi} \sim \text{Richt.}$	44,44	50,00				
69	Abstand Stutzenmitte bis Hauptachse	<i>Richtw.</i>	$0,0 \leq L_b \leq$	400,00	380,00		✓		
70	<i>ein senkrecht zur Schale stehender Einzelstutzen kann an beliebiger Stelle im Grenzbereich der Kalotten eingesetzt werden.</i>								
71	Stutzenlage / Winkel siehe Stutz. Zeile 69	grad °	$0^\circ \leq \varphi \leq 45^\circ$		10,95° Stutzen in Behälterachse				
72	Verstärkung durch Scheibe								
73	Scheibendicke	mm	$0 \leq e_p \leq$	14,00	12,00				
74	Scheibenbreite	mm	$0 \leq l_p \leq$	212,12	200,00				
75	Zuschlag: Σ Korrosion / Erosion, Toleranz	mm	$(C + \delta_e) \geq 0$	<i>Toleranz</i>	1,00		✓		
76	Berechnung / Ergebnisse								
77	Zulässige kleine Ausschnitte in der Schale	mm	$d \leq 0$	(9.5-18)	31,8	kein Nachweis gefordert			
78			Kalotte [mm]	Stutzen [mm]	Scheibe [mm]				
79	Berechnungsdicken siehe [9.4.6]	$e_{as} = e_n - C - \delta$	14,00	$e_b = e_{ab}$	10,00	$e_p (9.5-88)$	11,00	✓	
80	Mittlerer Radius der Kalotte	$r_{ms} (9.5-118)$	1607,00						
81	Anrechenbare Länge: Schale / Stutzen	$l_{s0} (9.5-2)$	212,12	$l_{b0} (9.5-76)$	88,88				
82		$l'_s (9.5-93)$	212,12	$l'_b (9.5-82)$	88,88	$l'_p (9.5-19)$	200,00		
83	Einstecktiefe in Kugelschale / Überstand	e_{as}	14,00	$l_{bi} (9.5-77)$	44,4				
84	Mitragende Stutzenlänge			$\sum l_b$	147,3				
85									
86	Berechnungsbeiwerte	$\delta (9.5-117)$	0,2489	$a (9.5-104)$	0,00	$\varphi (9.5-116)$	0,850		
87				$a (9.5-119)$	412,46				
88	Spannungsbeanspruchte Querschnittsflächen		[mm ²]		[mm ²]		[mm ²]		
89	Schale / Stutzen / Scheibe	$A_{fs} (9.5-81)$	2969,7	$A_{fb} (9.5-78)$	1473,2	$A_{fp} (9.5-86)$	2.200,0		
90									
91	Druck beanspruchte Flächen	$A_{ps} (9.5-105)$	497.491,0	$A_{pb} (9.5-84)$	39.918,2	$A_{pp} (9.5-85)$	0,0		
92	Stutzenachse parallel zur Hauptachse			$A_{pp} (9.5-122)$	58.870,4				
93									
94	Σ Druckfläche / tragende Querschnittsfläche		$\sum A_p$	596.280	$\sum A_f$	6.643			
95	Verstärkungsbedingungen	(9.5-7)	Term Zähl / Term Nen.	796.497	>	566.844			
96		(9.5-10)	Term Zähl / Term Nen.	799.818	dividiert	570.166			
97	Zul. Innendruck: Boden / Stutzen / Bauteil	$P_{zul. Bod.}$ $P_{zul. Stutz}$ $p_{zul. all}$		15,76 bar 31,39 bar		14,03 bar			
98	Zulässiger Innendruck d. Bauteils		p_{zul}	14,03 bar		10,00 bar			
99	<i>Info</i>								
100	Informativ: Berechnung nach TGL / RKI Regelwerk TGL 32903-15:1983 / Festigkeitsberechnung Ausschnittverstärkung								
101	$V = \min \left[1; \frac{1 + \frac{l_b \cdot e_b \cdot K_1 + l_p \cdot e_p \cdot K_2 + l_i \cdot e_{b,i} \cdot K_3}{l_s \cdot e_s}}{1 + (0,5 \cdot \frac{d_R - d_{0R}}{l_R}) + (\frac{d + 2c_s}{D_R} \cdot \frac{l_b}{l_s})} \right]$	$\emptyset D_R$	3200,00	$e_a = S - c$	14,00	l_R	212,12		
102		$\emptyset d$	776,00	$e_b = S_1 - c$	10,00	$l_b = l_{1R}$	88,88		
103		$\emptyset d_R$	802,98	$e_{pI} = S_2 - c$	11,00	$l_{pI} = l_{2R}$	200,00		
104		$\emptyset d_{0R}$	31,82	$e_{bi} = S_3 - 2c$	10,00	$l_{bi} = l_{3R}$	34,21		
105		Term Z_1	2,0580	Term Z_2	3,0220	schräg φ	10,95°		
106		Abstand: Stutzenachse bis Schalenrand or Störstelle						$(l_s + d) / 2$	578,0
107		Berechnung der Verstärkung siehe Zeile 97						14,03 bar 14,87 bar	
108	Faktor V = Verschwächungswertigkeit	V	0,681	Verstärkung P_{zul}		14,87 bar			
109									
110	Bemerkungen								
111	30.01.2015	Bearbeiter	geprüft						