

Schiffselemente

2. Übungsaufgabe

SE_Übungsaufgabe



F H KIEL
Institut für Schiffbau
Prof. Dipl.-Ing. L. Dannenberg

Schiffselemente

2. Übungsaufgabe

Für das Mehrzweckfrachtschiff mit den in der ersten Aufgabe zum SS 2005 angegebenen Hauptabmessungen sind die Bauteile des Laderaumquerschnittes neben und zwischen den Luken oberhalb des Doppelbodens nach den Vorschriften des Germanischen Lloyds für Klassifikation und Bau von stählernen Seeschiffen, Ausgabe 2004, zu bestimmen und zu konstruieren.

Die Schiffsseiten, das 2. Deck und das Oberdeck zwischen den Luken sind in Querspantbauweise, der neben den Luken durchgehende Deckstreifen des Gurtungsdecks in Längsspantbauweise, auszuführen. Die Lukenabdeckung im Gurtungsdeck soll aus stählernen Falz-Lukendeckeln, im 2. Deck aus Glatdeck-Pontondeckeln bestehen.

Die Bestimmung der Plattendicke des Gurtungsdecks neben den Luken ist so vorzunehmen, dass das in den Vorschriften des GL geforderte Mindest-Widerstandsmoment und -Trägheitsmoment des Hauptspantquerschnittes erreicht wird.

Die Spannungen in den Bauteilen, bei deren Dimensionierung Spannungen als 1. Näherung angenommen wurden, sind nach Ermittlung der Trägheits- und Widerstandsmomente mit dem Biegemoment $M_T = 1,5 \cdot 10^5 \cdot W_{\min}$ [kNm], (W_{\min} nach GL) zu überprüfen. Eine Korrektur der Bauteilabmessungen ist nicht verlangt.

Die Konstruktion ist durchgehend geschweißt auszuführen, die Schweißverbindungen der Einzelteile sind zu bestimmen.

Die Ermittlung der Bauteilabmessungen und die Auslegung der Schweißverbindungen sind Bestandteil der Aufgabe. Die Berechnungen dazu sind spätestens zwei Wochen vor Abgabe der Übung zur Durchsicht vorzulegen und mit der Aufgabe abzugeben.

(Dannenberg)

Hauptdaten

$$\begin{aligned}
 L &= 158 \text{ [m]} \\
 B &= 23,6 \text{ [m]} \\
 H_{GD} &= 14 \text{ [m]} \\
 H_{2.D} &= 8,8 \text{ [m]} \\
 T &= 10 \text{ [m]} \\
 B_{L\ddot{u}ke} &= 17,906 \text{ [m]} \\
 v &= 20 \text{ kn} \\
 c_B &= 0,67
 \end{aligned}$$

Lukensüß

Führungswinkel: (17.B.1)

$$r = n \cdot b \cdot (1 - b/B)$$

$$0,1 \leq n \leq L/200, \text{ wähle } n = 0,1$$

$$r = 0,1 \cdot 17,906 \cdot (1 - 17,906/23,6) = \underline{r = 0,43 \text{ [m]}}$$

$$t = 8,1 + 0,016 \cdot L \text{ [mm]}$$

$$t = 8,1 + 0,016 \cdot 158 = 10,63 \text{ [mm]}$$

$$10,5 > t_{\min}$$

$$\text{wähle } \underline{t = 10,5 \text{ [mm]}}$$

Zwischendeckspanten

(9.A.3.2)

$$w_t = 0,55 \cdot a \cdot l^2 \cdot p \cdot c_r \cdot k$$

$$a = 0,7 \text{ [m]}$$

$$l = H_{GD} - H_{2.D} = 14 - 8,8 = 5,2 \text{ [m]}$$

$$p = \max(p_{\min}; p_s)$$

$$p_{\min} = 0,4 \cdot p_L \cdot (b/l)^2$$

$$p_L = p_c \cdot (1 + a_v)$$

$$p_c = 7 \cdot h$$

$$h = 14 - 8,8 = 5,2 \text{ [m]}$$

$$p_c = 7 \cdot 5,2 = 36,4 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$a_v = F \cdot m$$

$$F = 0,11 \cdot (v_0/\sqrt{L}) = 0,11 \cdot (20/\sqrt{L}) = 0,175$$

$$m = 1,0 \text{ für } 0,2 < x/L < 0,7$$

$$a_v = 0,175 \cdot 1,0 = 0,175$$

$$p_L = 36,4 \cdot (1+0,175) = 42,77 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$b = (B - B_{\text{Lüke}}) \cdot \frac{1}{2} = (23,6 - 17,906) \cdot \frac{1}{2} = 2,847 \text{ [m]}$$

$$p_{\text{min}} = 0,4 \cdot 42,77 \cdot (2,847/5,2)^2 = p_{\text{min}} = 5,128 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$p_s = p_0 \cdot c_F \cdot 20/(10+z-T)$$

$$p_0 = 2,1 \cdot (c_B + 0,7) \cdot c_0 \cdot c_L \cdot f$$

$$c_0 = (10,75 - ((300-L)/100)^{1,5}) \cdot c_{RW}$$

$$c_{RW} = 1$$

$$c_0 = (10,75 - ((300-158)/100)^{1,5}) \cdot 1 = 9,058$$

$$c_L = 1,0$$

$$f = 1,0$$

$$p_0 = 2,1 \cdot (0,67 + 0,7) \cdot 9,058 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 26,06 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$c_F = 1$$

$$z = H_{2,D} + \frac{1}{2} \cdot (H_{GD} - H_{2,D}) = 8,8 + \frac{1}{2} \cdot (14 - 8,8) = 11,4 \text{ [m]}$$

$$p_s = 26,06 \cdot 1 \cdot 20/(10 + 11,5 - 10) = 45,32 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$p = \max(5,128; 45,32)$$

$$p = 45,32 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$c_r = 1,0$$

$$k = 1$$

$$W_t = 0,55 \cdot 0,7 \cdot 5,2^2 \cdot 45,32 \cdot 1,0 \cdot 1 = \underline{W_t = 471,8 \text{ [cm]}^3}$$

wähle HP 260x13 (493 cm³)

Zwischendeckbepattung

(7.B.1)

$$t = 1,1 \cdot a \cdot \sqrt{(p_L \cdot k) + t_k}$$

$$t = 1,1 \cdot 0,7 \cdot \sqrt{(42,77 \cdot 1) + 1,5} = 6,5 \text{ [mm]}$$

$$t_{\text{min}} = (5,5 + 0,002 \cdot L) \cdot \sqrt{k}$$

$$t_{\text{min}} = (5,5 + 0,002 \cdot 158) \cdot \sqrt{1} = 5,8 \text{ [mm]}$$

wähle t = 6,5 [mm]

Zwischendeckbalken

(10.B.1)

neben den Luken:

$$W_d = c \cdot a \cdot p \cdot l^2 \cdot k \text{ [cm}^3\text{]}$$

$$c = 0,75$$

$$a = 0,7 \text{ [m]}$$

$$p = p_L = 42,77 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$l = 5,2 \text{ [m]}$$

$$k = 1$$

$$W_d = 0,75 \cdot 0,7 \cdot 42,77 \cdot 5,2^2 \cdot 1 = \underline{W_d = 607 \text{ [cm}^3\text{]}}$$

wähle HP 280 x 14 (619 cm³)

zwischen den Luken:

$$W_d = c \cdot a \cdot p \cdot l^2 \cdot k \text{ [cm}^3\text{]}$$

$$c = 0,75$$

$$a = 0,7 \text{ [m]}$$

$$p = p_L = 42,77 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$l = \max \left(\left(\frac{B - B_{\text{Luke}}}{2} \right); \left(\frac{B_{\text{Luke}}}{2} \right) \right) = \max (2,847; 8,953)$$

$$l = 8,953 \text{ [m]}$$

$$k = 1$$

$$W_d = 0,75 \cdot 0,7 \cdot 42,77 \cdot 8,953^2 \cdot 1 = \underline{W_d = 1799,8 \text{ [cm}^3\text{]}}$$

wähle HP 430x15 (1827 cm³)

=> zu hoch => Unterzug in MS

$$l = 4,476$$

$$W_d = 0,75 \cdot 0,7 \cdot 42,77 \cdot 4,476^2 \cdot 1 = \underline{W_d = 449,9 \text{ [cm}^3\text{]}}$$

wähle Profil wie DB_{ndL} = HP 280 x 14 (619 cm³)

Zwischendeckunterzug

(10.B.4)

$$W = c \cdot e \cdot l^2 \cdot p \cdot k \text{ [cm}^3\text{]}$$

$$c = 0,75$$

$$e = (B - B_{\text{Luke}}) \cdot \frac{1}{4} + B_{\text{Luke}} \cdot \frac{1}{4}$$

$$e = (23,6 - 17,906) \cdot \frac{1}{4} + 17,906 \cdot \frac{1}{4} = 5,9 \text{ [m]}$$

$$l = 3 \cdot 0,7 = 2,1$$

$$p = p_L = 42,77 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$k = 1$$

$$W = 0,75 \cdot 5,9 \cdot 2,1 \cdot 42,77 \cdot 1 \text{ [cm}^3\text{]} = \underline{W = 397,4 \text{ [cm}^3\text{]}}$$

$$h_{\text{Unterzug}} \geq 1,5 \cdot h_{\text{Deckbalken}} = 1,5 \cdot 280 = 420 \text{ mm}$$

wähle HP 430 x 15 (1828 cm³)

Lukeneckverstärkung

(7.A.3.2)

$$t_{\text{Lukenecke}} = 2 \cdot t = 2 \cdot 10,5 = \underline{t_{\text{Lukenecke}} = 21 \text{ mm}}$$

$$t_{\text{Lukenecke}} \geq t_{\text{Deck neben Luke}} + t_{\text{Deck zwischen Luken}}$$

Gurtungsdeck

(7.A.6)

Bepattung neben den Luken (ndL)

$$t_{\text{NdL}} = \max(t_{\text{min}}; t_{E1}; t_{E2}; t_{Emin})$$

$$t_{\text{min}} = (4,5 + 0,05 \cdot L) \sqrt{k}$$

$$t_{\text{min}} = (4,5 + 0,05 \cdot 158) \sqrt{1} = t_{\text{min}} = 12,4 \text{ [mm]}$$

$$t_{E1} = 1,21 \cdot a \sqrt{(p_D \cdot k)} + t_k \text{ [mm]}$$

$$p_D = p_0 \left(\frac{20 \cdot T}{(10 + z - T) \cdot H} \right) \cdot c_D$$

$$p_0 = 26,06 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$z = H_{GD} = 14 \text{ m}$$

$$c_D = 1$$

$$p_D = 26,06 \left((20 \cdot 10) / ((10+14-10) \cdot 14) \right) \cdot 1 = p_D = 27,08 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$t_{E1} = 1,21 \cdot 0,7 \sqrt{(27,08 \cdot 1)} + 1,5 = t_{E1} = 5,9 \text{ [mm]}$$

$$t_{E2} = 1,1 \cdot a \sqrt{(p_L \cdot k)} + t_k \text{ [mm]}$$

$$p_L = 42,77 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$t_{E2} = 1,1 \cdot \sqrt{(42,77 \cdot 1)} + 1,5 = t_{E2} = 8,69 \text{ [mm]}$$

$$t_{Emin} = (5,5 + 0,02 \cdot L) \sqrt{k} \text{ [mm]}$$

$$t_{Emin} = (5,5 + 0,02 \cdot 158) \sqrt{1} = t_{Emin} = 8,66 \text{ [mm]}$$

$$t_{NdL} = \max (12,4; 5,9; 8,69; 8,66)$$

$$t_{NdL} = 12,4 \text{ [mm]}$$

$$\text{wähle } \underline{t_{NdL} = 12,5 \text{ [mm]}}$$

Bepattung zwischen den Luken (zdl)

$$t_{zdl} = \max (t_{E1}; t_{E2}; t_{Emin}) = \max (5,9; 8,69; 8,66) = 8,69$$

$$\text{wähle } \underline{t_{zdl} = 9 \text{ [mm]}}$$

Scheergang

(6.C.3)

$$b_{\text{Scheergang}} = 800 + 5 \cdot L \text{ [mm]}$$

$$b_{\text{Scheergang}} = 800 + 5 \cdot 158 = 1590 \text{ [mm]}$$

$$\text{wähle } \underline{b_{\text{Scheergang}} = 1600 \text{ [mm]}}$$

$$t_{\text{Scheergang}} = \max (t_1; t_2)$$

$$t_1 = 0,5 (t_{GD} + t_{AH\text{-Seite}}) = 0,5 (12,5 + 12,5) = 12,5 \text{ [mm]}$$

$$t_2 = t_{AH\text{-Seite}} = 12,5 \text{ [mm]}$$

$$\underline{t_{\text{Scheergang}} = 12,5 \text{ [mm]}}$$

Deckstringer

(7.A.5.3)

$$t_{\text{Deckstringer}} = \max (t_{GD}; t_{AH\text{-Seite}})$$

$$t_{\text{Deckstringer}} = \max (12,5; 12,5) = \underline{t_{\text{Deckstringer}} = 12,5 \text{ [mm]}}$$

$$b_{\text{Scheergang}} = \underline{b_{\text{Deckstringer}} = 1600 \text{ [mm]}}$$

Lukeneckverstärkung

(7.A.3.2)

$$t_{\text{Lukenecke}} = t_{\text{ndL}} + t_{\text{zdL}} = 35 + 9 = \underline{t_{\text{Lukenecke}} = 21,5 \text{ [mm]}}$$

Deckbalken neben den Luken

(9.B.3.1)

$$w = m \cdot a \cdot l^2 \cdot p \text{ [cm}^3\text{]}$$

$$m = 83/\sigma_{\text{zul}} = 83/110 = m = 0,75$$

l = ununterstützte Länge = Abstand zweier Rahmenbalken

$$l = 2 \cdot \text{BW-Abstand} = 2 \cdot 2,8 = 5,6 \text{ [m]}$$

$$p = p_{\text{d}} = 27,08 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$w = 0,75 \cdot 0,7 \cdot 5,6^2 \cdot 27,08 = 445,8 \text{ [cm}^3\text{]}$$

wähle HP 260x12

Der Rahmenbalken muss somit eine Höhe von min. 390 mm aufweisen.

Verringerung der ununterstützten Länge auf einen Bodenwrangen-Abstand $l = 2,8 \text{ m}$.

$$w = 0,75 \cdot 0,7 \cdot 2,8^2 \cdot 27,08 = 111,5 \text{ [cm}^3\text{]}$$

wähle HP 160 x 9 (119,8 cm³)

Mindesthöhe Rahmenbalken => 240 mm

Rahmenbalken des Gurtungsdecks quer

(10.B.4)

$$w = 0,55 \cdot e \cdot l^2 \cdot p \cdot k$$

$$e = 2,8 \text{ [m]}$$

$$l = (B - B_{\text{Luke}}) \cdot \frac{1}{2} = (23,6 - 17,906) \cdot \frac{1}{2} = 2,847 \text{ [m]}$$

$$p = p_{\text{d}} = 27,08 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$w = 0,55 \cdot 2,8 \cdot 2,847^2 \cdot 27,08 \cdot 1 = 338 \text{ [cm}^3\text{]}$$

wähle HP 240 x 10

Mindesthöhe nach Deckbalken 240 mm = 240 mm

Mindestquerschnitt für Steg

$$A_w = 0,05 \cdot p \cdot e \cdot l \cdot k$$

$$A_w = 0,05 \cdot 27,08 \cdot 2,8 \cdot 2,847 \cdot 1 = 10,79 \text{ [cm}^2\text{]}$$

Vorhandener Querschnitt

$$A = (h_{\text{Rahmenbalken}} - h_{\text{DecksLängsbalken}}) \cdot b_{\text{DecksLängsbalken}}$$

$$A = (24 - 14) \cdot 1,6 = 16 \text{ [cm}^2\text{]} > 10,79 \text{ [cm}^2\text{]}$$

Gurtungsdeckbalken zDL

(10.B.1)

$$W_d = c \cdot a \cdot p \cdot l^2 \cdot k$$

$$p = p_D = 27,08 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$l = b_{\text{Lüke}}/2 = 17,906/2 = 8,953 \text{ [m]}$$

$$W_d = 0,75 \cdot 0,7 \cdot 27,08 \cdot 8,953^2 \cdot 1$$

$$W_d = 1139,6 \text{ [cm}^3\text{]}$$

wähle HP 370x 13

=> zu hoch => Unterzug in MS

$$l = 4,476$$

$$W_d = 0,75 \cdot 0,7 \cdot 27,08 \cdot 4,476^2 \cdot 1$$

$$W_d = 284,8 \text{ [cm}^3\text{]}$$

wähle HP 220 x 11

Unterzug im Gurtungsdeck

(10.B.4)

$$W = c \cdot e \cdot l^2 \cdot p \cdot k$$

$$c = 0,75$$

$$e = ((B - B_{\text{Lüke}}) + B_{\text{Lüke}}) \cdot 0,25 = 5,9 \text{ [m]}$$

$$l = 4 \cdot 0,7 = 2,8 \text{ [m]}$$

$$p = p_D = 27,08 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$W = 0,75 \cdot 5,9 \cdot 2,8^2 \cdot 27,08 \cdot 1 = 939,5 \text{ [cm}^3\text{]}$$

wähle FB 340 x 25 (962 cm³)

Mindestanforderungen des GL an das Trägheits- und Widerstandsmoment des Hauptspantquerschnitts

$$W_{\min} = k \cdot c_0 \cdot L^2 \cdot B \cdot (c_B + 0,7) \cdot 10^{-6}$$

$$c_0 = 8,73$$


$$W_{\min} = 1 \cdot 8,73 \cdot 158^2 \cdot 23,6 \cdot (0,67 + 0,7) \cdot 10^{-6}$$

$$W_{\min} = 7,05 \text{ m}^3$$

$$I_{y\min} = 3 \cdot 10^{-2} \cdot W_{\min} \cdot L/k$$

$$I_{y\min} = 3 \cdot 10^{-2} \cdot 7,05 \cdot 158/1$$

$$I_{y\min} = 33,42 \text{ m}^4$$

		Trägheits- und Widerstands-Momentenberechnung								
Fachhochschule Kiel Institut für Schiffbau Prof. L. Dannenberg		Projekt-Bezeichnung: Selm 2. Übungsaufgabe						1. Rechn.		
		Längeneinheit (mm; cm; m) :		cm				Bearbeiter:		
		Gesamthöhe Träger UK bis OK :		1401,40 [cm]				P.Wrede		
		Faktor für halben (=2) / ganzen (=1) Querschn.:		2				Datum:		
Pos.	Bauteil	Anzahl	Breite	Höhe	Schwerpkt.	Einzel-Fläche	Ges.-Fläche	Stat. Mom.	Steiner-Ant.	I _{eigen}
Nr.	Bezeichnung	n	b	h	s	A = b*h	n * A	n*A*s	n*A*s*s	n * I _e
[-]	[-]	[-]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm**2]	[cm**2]	[cm**3]	[cm**4]	[cm**4]
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
1	Flachkiel	0,5	162	1,4	0,07	226,80	1,134E+02	7,94E+00	5,557E-01	1,85E+01
2	Außenhaut Boden	1	949	1,25	0,83	1186,25	1,186E+03	9,79E+02	8,074E+02	1,54E+02
3	Mittellängsträger	0,5	14,5	250	126,45	3625,00	1,813E+03	2,29E+05	2,898E+07	9,44E+06
4	Seitenlängsträger	3	1,1	250	126,45	275,00	8,250E+02	1,04E+05	1,319E+07	4,30E+06
5	Innenboden	1	1100	1,25	250,63	1375,00	1,375E+03	3,45E+05	8,637E+07	1,79E+02
6	Bodenlängsspanten*	10			15,33	43,80	4,380E+02	6,71E+03	1,029E+05	9,98E+03
7	Längsband	1	2	15,8	9,35	31,60	3,160E+01	2,95E+02	2,763E+03	6,57E+02
8	Innenlängsspanten*	12			233,74	55,70	6,684E+02	1,56E+05	3,652E+07	1,68E+04
9	Kimmgang	1	1,25	150	75,00	187,50	1,875E+02	1,41E+04	1,055E+06	3,52E+05
10	Kimmspannt*	1			16,07	65,50	6,550E+01	1,05E+03	1,692E+04	2,45E+04
11	Außenhaut Seite	1	1,25	990	745,00	1237,50	1,238E+03	9,22E+05	6,868E+08	1,01E+08
12	Zwischendeck	1	284,7	0,65	879,63	185,06	1,851E+02	1,63E+05	1,432E+08	6,52E+00
13	UZ Zwischendeck*	1			859,00	93,90	9,390E+01	8,07E+04	6,929E+07	5,37E+04
14	Scheergang	1	1,25	160	1240,00	200,00	2,000E+02	2,48E+05	3,075E+08	4,27E+05
15	Gurtungsdeck	1	284,7	12,5	1400,15	3558,75	3,559E+03	4,98E+06	6,977E+09	4,63E+04
16	Unterzug Gurtungsdeck	1	2,5	34	1383,15	85,00	8,500E+01	1,18E+05	1,626E+08	8,19E+03
17	Deck-Längsbalken	3	1,6	14	1393,15	22,40	6,720E+01	9,36E+04	1,304E+08	1,10E+03
18	Deckstringer	1	160	1,25	1401,40	200,00	2,000E+02	2,80E+05	3,928E+08	2,60E+01
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
)* = Profil (kein Rechteck: Fläche, Schwerpunkt und I _{eigen} direkt eingeben)					
Summen					6,281E+02		1,233E+04	7,745E+06	9,036E+09	1,16E+08
Schwerpunktsabstand von UK Kiel					s_u =	6,281E+02	[cm]	S (9) / S (8)		
Schwerpunktsabstand von OK Gurt					s_o =	7,733E+02	[cm]	H _{OK} - s _u		
Gesamtfläche					A =	2,466E+04	[cm**2]	() 2 * S (8)		
Gesamtträgheitsmoment					I_{y min} =	8,573E+09	[cm**4]	() 2 * [S(10) + S(11) - S(8)*su**2]		
Gesamtwiderstandsmoment					W_u =	1,365E+07	[cm**3]	I _{min} / s _u		
Gesamtwiderstandsmoment					W_o =	1,109E+07	[cm**3]	I _{min} / s _o		

$$W_B = 13,65 \text{ [m}^3\text{]} \rightarrow \text{ausreichend}$$

$$W_D = 11,09 \text{ [m}^3\text{]} \rightarrow \text{ausreichend}$$

$$I_y = 85,7 \text{ [m}^4\text{]} \rightarrow \text{ausreichend}$$

Überprüfung der Spannungsannahmen

$$M_t = 1,5 \cdot 10^5 \cdot W_{\min} = 1,5 \cdot 10^5 \cdot 7,05$$

$$M_t = 1.057.500 \text{ [kNm]}$$

Spannungen im Boden

$$\sigma_B = M_t/W_B = 1.057.500/13,65 \text{ [kNm/m}^3\text{]} = 77,47 \text{ [kN/mm}^2\text{]} \\ \rightarrow \text{ausreichend}$$

Spannungen im Deck

$$\sigma_D = M_t/W_D = 1.057.500/11,09 \text{ [kNm/m}^3\text{]} = 95,36 \text{ [kN/mm}^2\text{]} \\ \rightarrow \text{ausreichend}$$

Oberer Knieblechanschluss am Zwischendeck

$$t_{kn} = c \cdot (w/k_1)^{1/3} + t_k$$

$$c = 1,2$$

$$k_1 = 1$$

$$w = \min(1266; 619) = 619$$

$$t_{kn} = 1,2 \cdot (619/1)^{1/3} + 1,5 = 11,73$$

$$\text{wähle } \underline{t_{kn} = 12 \text{ [mm]}}$$

$$l = 50,6 \cdot ((w \cdot k_2)/(t \cdot k_1))^{1/2}$$

$$l = 50,6 \cdot ((619 \cdot 1)/(12 \cdot 1))^{1/2} = 363$$

$$\text{wähle } \underline{l = 365 \text{ [mm]}}$$

$$a_{erf} = (1000 \cdot w)/d^2 = (1000 \cdot 619)/250^2 = 9,9$$

$$\text{wähle } \underline{a_{erf} = 10 \text{ [mm]}}$$

Unter Knieblechanschluss am Zwischendeck
und am Gurtungsdeck

$$t_{kn} = 1,2 \cdot (493/1)^{1/3} + 1,5 = 7,9$$

$$\text{wähle } \underline{t_{kn} = 8 \text{ [mm]}}$$

$$l = 50,6 \cdot ((493 \cdot 1)/(8 \cdot 1))^{1/2} = 397$$

$$\text{wähle } \underline{l = 400 \text{ [mm]}}$$

$$a_{erf} = (1000 \cdot w)/d^2 = (1000 \cdot 493)/400^2 = 3,08$$

$$\text{wähle } \underline{a_{erf} = 3 \text{ [mm]}}$$

Zusammenfassung der berechneten Größen

Zwischendeck

Spanten	HP 260x13
Bepattung ndL	t = 6,5 [mm]
Bepattung zdL	t = 6,5 [mm]
Decksbalken ndL	HP 280 x 14
Decksbalken zdL	HP 280 x 14
Untersatz-Steg	HP 430 x 15
Untersatz-Gurt	HP 430 x 15
Lukeneckverstärkung	t = 21 mm

Gurtungsdeck

Bepattung ndL	t = 12,5 mm
Bepattung zdL	t = 9 mm
Scheergang	b = 1600 mm; t = 30 mm
Decksstringer	b = 1600 mm; t = 35 mm
Lukeneckverstärkung	t = 21,5 mm
Deckbalken ndL	HP 160 x 9
Deckbalken zdL	HP 220 x 11
Rahmenbalken	HP 240x10
Untersatz-Steg	HP 340x25
Untersatz-Gurt	FB 340x25
Süßl	h = 0,6 m; t = 10,5 mm

Schweißnahtberechnung

(1) Ifd. Nr. [-]	(2) Bauteilpaarung [-]	(3) t_1 [mm]	(4) t_2 [mm]	(5) $t_0 = \min(t_1; t_2)$ [mm]	(6) a/t_0 [-]	(7) $a = (5) \cdot (6)$ [mm]	(8) $a_{\min} = ((t_1 + t_2)/3)^{1/3}$ [mm]	(9) $a_{\text{ausgeföhrt}}$ bzw. a_u [mm]
	Zwischendeck							
1	Außenhaut/Zwischendeck	12,50	6,50	6,50	0,40	2,60	2,52	3,00
2	Außenhaut/Zwischendeckspant	12,50	13,00	12,50	0,15	1,88	2,92	3,00
3	Zw-D ndL/Deckbalken	6,50	14,00	6,50	0,15	0,98	2,61	3,00
4	Zw-D zdL/Deckbalken	6,50	14,00	6,50	0,15	0,98	2,61	3,00
5	Zw-D ndL/Unterzug	6,50	15,00	6,50	0,15	0,98	2,68	3,00
6	Unterzug/Gurt	15,00	26,00	15,00	0,15	2,25	3,70	4,00
7	Balken zdL/Unterzug	14,00	15,00	14,00	0,15	2,10	3,11	3,50
8	Balken ndL/Unterzug	14,00	15,00	14,00	0,15	2,10	3,11	3,50
	Gurtungsdeck							
9	Scheergang/Decksstringer	30,00	35,00	30,00	0,50	15,00	4,65	5,00
10	Scheergang/Zwischendeckspant	30,00	13,00	13,00	0,15	1,95	3,79	4,00
11	GD ndL/Decksbalken	12,50	9,00	9,00	0,15	1,35	2,68	3,00
12	GD zdL/Deckbalken	9,00	11,00	9,00	0,15	1,35	2,58	3,00
13	GD ndL/Rahmenbalken	12,50	10,00	10,00	0,15	1,50	2,74	3,00
14	GD ndL/Unterzug	12,50	25,00	12,50	0,15	1,88	3,54	4,00
15	GD-Unterzug/Gurt	25,00	25,00	25,00	0,15	3,75	4,08	4,50
16	Rahmenbalken/Unterzug	10,00	25,00	10,00	0,15	1,50	3,42	3,50
17	Deckbalken zdL/Unterzug	18,00	25,00	18,00	0,15	2,70	3,79	4,00
18	Deckbalken ndL/Unterzug	16,00	25,00	16,00	0,15	2,40	3,70	4,00
19	Deckbalken ndL/Deckbalken zdL	9,00	11,00	9,00	0,15	1,35	2,58	3,00
20	Deckbalken ndL/Rahmenbalken	9,00	10,00	9,00	0,15	1,35	2,52	3,00