

Inhaltsverzeichnis:

Dimensionierung nach den Vorschriften des Germanischen Lloyds

<u>Seiten</u>	<u>Tabelleninhalt</u>	<u>Bezugsgröße</u>
1 bis 3	Allgemeine Hinweise zum Bau und Einbau von Balkweger, Decksbalken, Spanten und Verschraubungen	
4	<u>Tabelle 4.1:</u> - Dimensionierungen von Außenhaut, Balkweger und Deck - Spantabstände	Bezogen auf Leitzahl $\text{Leitzahl} = L(B/3 + H_1)$, wobei: $L = (L_{\text{cwl}} + L_{\text{üa}}) / 2$ und $H_1 = H + 1/6H_k$
5	<u>Tabelle 4.2:</u> - maximale Plankenbreiten und Decksplankenbreiten	Bezogen auf die Plankendicke
6	<u>Tabelle 4.5:</u> Widerstandsmomente der Spanten	Bezogen auf: $B/3 + H_1$
7	<u>Tabelle 4.6:</u> Abmessungen der Spanten und Decksbalken	Bezogen auf die Widerstandsmomente
8	<u>Tabelle 4.7:</u> Widerstandsmomente der Decksbalken	Bezogen auf die Länge der Balken
9	<u>Tabelle 4.8:</u> Anzahl der Hängeknie <u>Tabelle 4.9:</u> Abmessungen der Hängeknie	Bezogen auf die Leitzahl Bezogen auf: $B/3 + H_1$
10	<u>Tabelle 4.14:</u> Schraubendurchmesser für Außenhaut und Decksplanken <u>Tabelle 4.15:</u> Verschraubung der Hängeknie und der Balkweger	Bezogen auf die Plankendicke Bezogen auf $B/3 + H_1$

5.1.1 Länge über alles $L_{\text{üa}}$

Die Länge über alles ist der Abstand zwischen Hinterkante Hintersteven bzw. Spiegel und Vorkante Vorsteven gemessen parallel zur Schwimmwasserlinie ohne Berücksichtigung evtl. Scheuerleisten und dergleichen.

5.1.2 Länge in der Wasserlinie L_{CWL}

Die Länge in der Wasserlinie ist der Abstand zwischen Hinterkante Hintersteven bzw. Spiegel und Vorkante Vorsteven gemessen auf der Schwimmwasserlinie des fahrfertig ausgerüsteten Fahrzeuges.

5.1.3 Berechnungslänge L

Die Berechnungslänge wird wie folgt ermittelt: $L = (L_{\text{CWL}} + L_{\text{üa}}) / 2$

5.1.4 Breite B

Die Breite B ist die größte Breite des Fahrzeuges gemessen über Außenkante Außenhaut ohne Berücksichtigung evtl. Scheuerleisten und dergleichen.

5.1.5 Seitenhöhe H

Die Seitenhöhe H ist der senkrechte Abstand zwischen der Gillung und Oberkanté Deck gemessen an der Seite des Fahrzeuges in der Mitte der L_{CWL} .

5.1.6 Seitenhöhe H_1

Die Seitenhöhe H_1 ist die um $1/6$ der Kielhöhe H_k vergrößerte Seitenhöhe H gemessen in der Mitte der L_{CWL} .

5.1.7 Kielhöhe H_k

Die Kielhöhe ist der mittschiffs gemessene Abstand von Unterkante Kiel bis zur tiefsten Stelle des Rumpfes.

5.1.8 Tiefgang T

Der Tiefgang ist der in der Mitte der L_{CWL} gemessene senkrechte Abstand zwischen der Schwimmwasserlinie des fahrfertig ausgerüsteten Fahrzeuges und Unterkante Kiel.

5.1.9 Freibord F_b

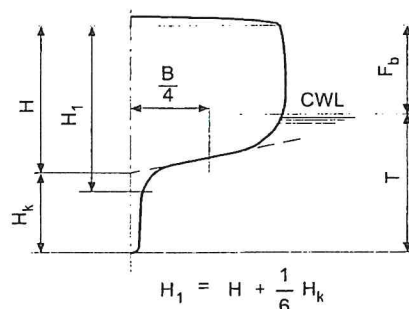
Der Freibord ist bei offenen und teilgedeckten Fahrzeugen der geringste Abstand zwischen der Schwimmwasserlinie und Oberkante Dollbord oder einer Öffnung in der Außenhaut, die nicht wasserdicht verschlossen werden kann. Bei gedeckten Fahrzeugen ist der Freibord bis Oberkante Deck an seiner tiefsten Stelle zu messen.

5.1.10 Spantabstand a

Der Längs- und Querspanntenabstand a wird von Mallkante zu Mallkante Spant [m] gemessen.

5.1.11 Breite b

Ununterstützte Breite des Plattenfeldes [mm].

**E. Balkweger und Kimmweger**

1. Die für jede Seite des Rumpfes erforderlichen Querschnitte der Balk- und Kimmweger sind in Tabelle 4.1 angegeben. Die Weger sind vom Steven bis zum Spiegel durchzuführen. Außerhalb $0,75 L_{\text{CWL}}$ darf ihr Querschnitt zu den Enden hin allmählich auf 75 % verkleinert werden. Die Balk- und Kimmweger sind in möglichst großen Längen einzubauen. Werden sie gelascht oder geschäftet, so muss die Laschungslänge wenigstens die 6fache Höhe der Weger betragen. Laschen sollen nicht im Bereich des Mastes oder der Püttinge oder anderer Krafteinleitungsbereiche liegen. Die Backbord- und Steuerbordbalkweger sind am Steven durch Bugbänder bzw. Stevenknie miteinander und mit dem Spiegel durch Knie zu verbinden.

2. Die Balkweger können einteilig sein oder in einen Hauptweger und einen Neben- oder Unterweger aufgeteilt werden, wobei der Querschnitt des Hauptwegers etwa 65 % des angegebenen Gesamtquerschnittes betragen soll.

3. Die Deckbalken sollen möglichst nicht in die Balkweger eingelassen werden. Wenn sie jedoch in die Balkweger eingelassen werden, so muss der tabellarische Querschnitt unter den Balken ungeschwächt vorhanden sein.

4. Im Bereich des Mastes und der Püttinge sind zusätzlich Nebenweger anzubringen, deren Querschnitt 75 % des Balkwegers nach Tabelle 4.1 entspricht. Die Länge dieser Nebenweger soll wenigstens gleich $0,3 L_{\text{CWL}}$ sein. Wenn die Balkweger in Haupt- und Nebenweger aufgeteilt sind, genügt für die zusätzlichen Nebenweger im Mastbereich der halbe Balkwegerquerschnitt. Bei Yachten mit Sperrholzdecks sind die zusätzlichen Nebenweger im Mastbereich nicht erforderlich, ebenso

nicht bei Sperrholzdecks, die mit Stabdeckplanken belegt sind, wenn die Dicke des Sperrholzes wenigstens 50 % der Deckplankendicke nach Tabelle 4.1 beträgt.

F. Deckskonstruktion

1. Decks

1.1 Deckplanken müssen Radialschnitt- (Wagenschott-) Planken sein. Die Dicke der Deckplanken ist in Tabelle 4.1 angegeben.

1.2 Die Breiten von Stabdeckplanken sollen etwa den Angaben der Tabelle 4.2 entsprechen.

1.3 Sperrholzdecks sind zulässig. Die Dicke der Sperrholzplatten muss mindestens 65 % der in Tabelle 4.1 angegebenen Deckplankendicke betragen. Stöße im Sperrholzdeck sind zu schäften. Die Schäftungslänge muss bei Sperrholz gleich der 10fachen Plattendicke sein.

1.4 Decks sollen eine umlaufende Schandeckplanke aus hartem Holz (Mahagoni, Eiche, Teak oder dergleichen) von wenigstens der tabellarischen Dicke der Außenhaut und einer Breite von mindestens der 3 bis 5fachen Dicke erhalten. Bei Sperrholzdecks ist diese Vollholz-Schandeckplanke nur für Yachten erforderlich, deren Leitzahl $L (B/3 + H_1)$ größer als 25 ist. Die Außenschnittkanten von Sperrholzdecks müssen durch eine Abdeckleiste geschützt werden.

2. Deckbalken und Balkenknie

2.1 Deckbalken sind nach Tabelle 4.7 in Abhängigkeit von ihrer jeweiligen Länge und dem Balkenabstand zu ermitteln. Als Balkenlänge gilt die Länge zwischen den Balkweger-Außenkanten. Bei halben oder abgestützten Balken gilt die Länge zwischen Balkweger-Außenkante und Kajüt- oder Lukenlängsstül bzw. Abstützung. Als kleinste Balkenlänge ist 0,5 B einzusetzen.

Hinweis

Die in Tabelle 4.7 angegebenen Decksbelastungen sind empirische Werte und stehen in keinem Zusammenhang zu den Decksbelastungen in Abschnitt 2, 3, 5 und 6.

2.2 Die Balkenabstände dürfen bis auf das etwa 1,25fache, bei sehr großen Yachten bis auf das 1,4fache der Spantabstände nach Tabelle 4.1 vergrößert werden. Das Widerstandsmoment der Balken ist entsprechend dem tatsächlichen Balkenabstand zu bestimmen.

2.3 Die Höhen der nach 2.2 ermittelten Deckbalkenquerschnitte können nach den Balkenenden hin auf 75 % verringert werden. (Anm.: diese Tabelle ist nicht enthalten, nehmen Sie bitte stattdessen Tabelle 6)

2.4 Die Endbalken von Decksöffnungen, die länger als ein Balkenabstand sind, sind zu verstärken. Für ihre Bestimmung ist als Balkenabstand die Länge der von diesem Balken zu tragenden Decksfläche einzusetzen.

2.5 Die im Mastbereich liegenden durchlaufenden Deckbalken und die Balken an den Enden von großen Decksausschnitten, z. B. die Balken an Vorkante Kajüte und Hinterkante Cockpit sind zu verstärken. Sind die Balken durch Schottwände abgestützt, so muss ihr Widerstandsmoment mindestens auf das 1,5fache, sind sie nicht abgestützt, auf das 2,5fache erhöht werden. Für die Berechnung der Widerstandsmomente der Deckbalken an den Kajüt-Enden ist der Balkenabstand gleich dem Spantabstand entsprechend Tabelle 4.1 einzusetzen.

2.6 Balken unter Ankerwinden, Deckhäusern dürfen, um die Balkweger nicht zu schwächen, an den Enden auf die Höhe der benachbarten Balken verringert werden.

2.7 Die Höhe verstärkter Deckbalken darf, um die Balkweger nicht zu schwächen, an den Enden auf die Höhe der benachbarten Balken verringert werden.

2.8 Die verstärkten Deckbalken sollen möglichst an den Spanten anliegen. Sie sind mit diesen oder mit Unterlegstücken durch Hängeknie zu verbinden.

2.9 Die Mindestzahl der Hängeknie ist in Tabelle 4.8, ihre Armlängen und Abmessungen in Tabelle 4.9 angegeben. Anstelle von Hängeknien sind auch Schotte oder Teilschotte von ausreichender Festigkeit zulässig.

2.10 Der Querschnitt von Flachstahl-Hängeknien darf vom ersten Drittel der Armlänge ab allmählich auf 40 % des Querschnittes am Hals verringert werden. Ebenso dürfen die abstehenden Schenkel der Winkelprofile vom ersten Drittel der Armlänge ab bis auf Schenkeldicke an den Armenenden verjüngt werden. Außerhalb der Länge L_{CWL} braucht die Armlänge der Hängeknie höchstens 1/3 der Spant- bzw. der Balkenlänge zu sein.

2.11 An den Enden von größeren Decksöffnungen sind in den Ecken zwischen Deckbalken und Balkweger hölzerne Horizontalknie vorzusehen. Die Horizontalknie sind bei Sperrholzdecks nicht erforderlich.

2.12 Fußbodenbalken können nach Tabelle 4.7 in Abhängigkeit von ihrer Länge und ihrem Abstand bestimmt werden, wobei ihr Widerstandsmoment bis auf 75 % verringert werden darf.

I. Kajütaufbauten, Deckhäuser

1. Ausschnitte im Deck sind durch einen Rahmen, bestehend aus Lukenendbalken und Deckschlingen, einzufassen.

2. Die Abmessungen der Deckbalken an den Enden der Aufbauten, der Luken und der Cockpits sind nach F.2 zu bestimmen.

3. Die Querschnitte der Deckschlingen sollen etwa den Angaben in Tabelle 4.11 entsprechen, die Höhe der Deckschlingen muss etwa gleich der halben Balkenhöhe und ihre Breite gleich der 4,5fachen Dicke sein.

4. Die Dicken der Aufbauseitenwände und der Deckbeplankung der Aufbauten sind in Tabelle 4.11 angegeben.

5. Aufbau-Seitenwände mit größeren Fenstern sind zu verstärken.

6. Die Abstände der Aufbaudeckbalken (Kajütbalken) voneinander sollen etwa 25 % kleiner als der Spantabstand nach Tabelle 4.1 sein, bei Sperrholzdecks können die Balkenabstände jedoch je nach Dicke des Decks und nach Größe der Balkenbucht vergrößert werden. Die Abmessungen der Balken sind nach Tabelle 4.7 in Abhängigkeit von ihrem Abstand und ihrer Länge zu bestimmen, jedoch darf das Widerstandsmoment 20 % kleiner sein.
7. Deckbalken an den Enden von Ausschnitten im Kajütdeck sind entsprechend der Länge des Deckausschnittes zu verstärken oder abzustützen.
8. Die Lukensülle müssen von ausreichender Festigkeit sein.

J. Verschraubung von Bauteilen

- 1.1 Die erforderlichen Angaben über die Verbindung der einzelnen Bauteile miteinander sind in Tabelle 4.12 bis 4.15 angegeben.
- 1.2 Es sind Schrauben aus seewasserbeständigen Werkstoffen zu verwenden.
- 1.3 Muttern sollen möglichst aus dem gleichen Werkstoff wie die Gewindeschrauben bestehen. Die Scheibendurchmesser sollen etwa gleich dem dreifachen Schraubendurchmesser sein. Die Dicke der Scheiben soll etwa 25 % des Schraubendurchmessers betragen.

3. Außenhaut und Spanten

- 3.1 Jede Außenhautplanke ist mit jedem Spant durch wenigstens 2 Schrauben zu verbinden. Die Schrauben sollen versetzt (Zickzack) angeordnet werden, um ein Spalten der Spanten zu verhindern. Die Durchmesser der Schrauben sind in Tabelle 4.14 angegeben.
- 3.2 Die Länge der Holzschrauben soll mindestens gleich der doppelten bis 2,5fachen Dicke der Außenhautplanken sein.
- 3.3 Die Stoßlaschen sind mit jedem Plankenende durch Gewindeschrauben zu verbinden, die den gleichen Durchmesser haben müssen wie bei der Verbindung von Außenhaut und Spant nach Tabelle 4.14.
- 3.4 Werden gewachsene Spanten gelascht, so sind die Laschen mit jedem Spantteil bis zu einer Leitzahl $B/3 + H_1 = 2$ durch je 3 Schrauben und bei größeren Leitzahlen durch mindestens 4 Schrauben zu verbinden.
- 3.5 Mit dem Holzkiel und den Steven sind die Außenhautplanken durch Holzschrauben zu verbinden. Die Schrauben sollen mindestens die gleiche Dicke und Länge haben wie die Schrauben an Außenhaut und Spanten. Der Abstand der Schrauben voneinander soll nicht mehr als der 12fache Durchmesser der Schraube sein. Die Schrauben sind versetzt anzuordnen, um ein Spalten des Holzes zu verhindern.
- 3.6 Schrauben in der Außenhaut dürfen versenkt werden, wenn diese mit einem Pfropfen abgedeckt werden, dessen Höhe gleich dem Schaftdurchmesser der Schraube ist.

4. Deckbalken, Hängeknie und Weger

- 4.1 Jeder Deckbalken ist mit den Balkwegern, die halben Deckbalken auch mit den Schlingen zu verbinden. Bei Yachten bis zu einem $L (B/3 + H_1) = 60$ sind Holzschrauben und bei größeren Leitzahlen Gewindeschrauben mit Muttern zu verwenden.
- 4.2 Die Hängeknie sind mit den Spanten und Deckbalken durch Niete oder Holzschrauben entsprechen Tabelle 4.15 zu verbinden.
- 4.3 Werden Hängeknie durch Schotte oder Schottwände ersetzt, so muss die Verbindung dieser Schotte mit Spant, Außenhaut, Deckbalken und Deck ebenso stark sein wie die Verbindung durch Hängeknie.
- 4.4 Die Weger sind mit jedem Spant zu verschrauben.

5. Deckbalken

- 5.1 Das Schandeck ist mit der Außenhaut zu verschrauben. Die Durchmesser der Holzschrauben sind in Tabelle 4.14 angegeben. Die Länge der Schrauben soll mindestens gleich der doppelten Plankendicke und die Abstände der Schrauben voneinander gleich dem 12fachen Schraubendurchmesser sein. Das Schandeck ist mit jedem Deckbalken zu verbinden.
- 5.2 Die Deckplanken sind mit jedem Deckbalken durch Schrauben oder verdeckte Nagelung zu befestigen. Bei verdeckter Nagelung und, wenn der Balkenabstand größer als der tabellarische Spantabstand ist, sind die Deckplanken außerdem durch einen seewassergeeigneten Nagel zwischen den Balken seitlich miteinander zu verbinden. Die Enden der Deckplanken müssen eine ausreichende Auflage haben.
- 5.3 Die Leimböhlen sind mit den Deckschlingen und Deckbalken zu verschrauben.
- 5.4 Die Schraubendurchmesser sind in Tabelle 4.14 angegeben.
- 5.5 Die Länge von Holzschrauben in Vollholzdecks soll wenigstens gleich der 2fachen Plankendicke sein, Schrauben in Sperrholzdecks können der geringeren Decksdicke entsprechend kürzer sein.

Tabelle 4.1 Balkweger, Kimmweger, Außenhaut und Deck

L (B/3 + H ₁)	Spantabstand	Balkweger	Kimmweger	Außenhaut	Deck
m ²	mm	cm ²	cm ²	mm	mm
1	2	3	4	5	6
7	120	17	—	11	18
8,5	130	19	—	12	18
10	140	21	—	13	18
11,5	150	24	—	14	18
13	160	28	—	15	18
14,5	170	31	—	16	18
16	180	34	—	17	18
17,5	190	37	—	18	18
19	200	40	—	19	18
20,5	210	43	—	20	19
22	220	46	—	21	20
23,5	230	49	—	22	21
25	240	52	—	23	22
27	250	56	—	24	23
29	260	60	—	25	24
31	270	64	—	26	25
33	280	69	—	27	26
35	285	73	—	28	27
37	295	77	59	29	28
39	305	80	62	30	29
41	310	84	64	31	30
43	320	88	67	32	30
46	330	94	70	33	31
49	340	100	73	34	32
52	345	106	76	35	33
55	355	112	80	36	34
58	360	117	84	37	35
61	370	123	87	38	36
64	380	129	90	39	37
67	385	135	93	40	38
75	405	149	102	42	40
85	420	167	112	44	42
96	440	185	123	46	44
108	455	204	134	48	46
122	475	225	147	50	48
140	495	250	162	52	50

Wird der Spantabstand vergrößert, so ist die Dicke der Außenhautplanken und des Decks im gleichen Verhältnis zu erhöhen und kann bei abgeminderten Spantabstand die Dicke der Außenhaut und des Decks entsprechend reduziert werden.

Die Spantabstände von geklinkerten Yachten dürfen um 65 % vergrößert werden bei Beibehaltung der in Spalte 5 angegebenen Dicken der Außenhautplanken.

Tabelle 4.2 Breiten von Außenhautplanken und Stabdecks

Plankendicke	max. Plankenbreite von	
	Außenhaut	Deck
mm	mm	mm
1	2	3
12	75 bis 85	40
16	85 bis 100	42
20	100 bis 110	46
25	110 bis 120	50
30	120 bis 135	54
36	130 bis 150	57
41	140 bis 160	60
46	150 bis 170	62
52	160 bis 180	64

Tabelle 4.5 Spanten: Widerstandsmomente ohne mittragende Breite

B/3 + H ₁	Widerstandsmomente bezogen auf einen Spant-Grundabstand von 100 mm			
	Gebogene	Lamellierte	Gewachsene	Stählerne Profile
	W ₁₀₀	W ₁₀₀	W ₁₀₀	W ₁₀₀
m	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³
1	2	3	4	5
1,4	0,70	0,68	2,0	0,105
1,5	0,85	0,83	2,5	0,127
1,6	1,02	0,99	3,1	0,150
1,7	1,20	1,17	3,7	0,177
1,8	1,39	1,36	4,3	0,206
1,9	1,59	1,55	4,9	0,236
2,0	1,81	1,75	5,6	0,266
2,1	2,04	1,97	6,2	0,300
2,2	2,29	2,19	7,0	0,334
2,3	2,56	2,42	7,8	0,370
2,4	2,85	2,66	8,6	0,409
2,5	3,17	2,94	9,5	0,453
2,6	3,51	3,25	10,4	0,502
2,7	3,88	3,58	11,4	0,555
2,8	4,27	3,94	12,5	0,606
2,9	4,70	4,32	13,7	0,671
3,0	5,16	4,74	14,9	0,739
3,1	5,65	5,17	16,2	0,807
3,2	6,18	5,65	17,6	0,884
3,3	6,75	6,15	19,2	0,965
3,4	7,37	6,71	20,8	1,055
3,6	8,75	7,93	24,5	1,25
3,8	10,32	9,30	28,8	1,48
4,0	12,09	10,82	33,6	1,73
4,2	14,06	12,57	39,0	2,01
4,4	16,32	14,43	45,0	2,32
4,6	18,60	16,49	51,6	2,66
4,8	21,17	18,61	58,8	3,02
5,0	23,95	21,00	66,8	3,43
5,2	26,97	23,55	75,5	3,84
5,4	30,23	26,30	84,9	4,32
5,6	33,71	28,20	94,9	4,82
5,8	37,43	32,30	105,5	5,35

Die Widerstandsmomente der Spanten sind für einen Grundabstand von 100 mm angegeben. Die Widerstandsmomente sind im Verhältnis der gewählten Spantabstände zum Grundabstand zu erhöhen.

Tabelle 4.6 Gewachsene Spanten: Widerstandsmomente und Querschnitte

W	Breite × Höhe
cm ³	mm
1	2
3,00	23 · 28 / 23
3,60	24 · 30 / 24
4,44	26 · 32 / 26
5,23	27 · 34 / 27
6,05	28 · 36 / 28
7,21	30 · 38 / 30
8,54	32 · 40 / 32
9,97	33 · 42 / 33
11,20	35 · 44 / 35
12,86	36 · 46 / 36
14,60	38 · 48 / 38
16,69	40 · 50 / 40
18,50	41 · 52 / 41
20,9	43 · 54 / 43
23,0	44 · 56 / 44
25,2	45 · 58 / 45
28,2	47 · 60 / 47
32,4	49 · 63 / 49
37,0	51 · 66 / 51
42,9	54 · 69 / 54
48,5	56 · 72 / 56
54,3	58 · 75 / 58
61,0	60 · 78 / 60
68,0	62 · 81 / 62
75,4	64 · 84 / 64
84,5	67 · 87 / 67
93,0	69 · 90 / 69
106	72 · 94 / 72
120	75 · 98 / 75
135	78 · 102 / 78
149	80 · 106 / 80
167	83 · 110 / 83
186	86 · 114 / 86
209	90 · 118 / 90
232	93 · 122 / 93
254	95 · 126 / 95
276	98 · 130 / 98
303	101 · 134 / 101
328	103 · 138 / 103
358	106 · 142 / 106

Die für die gewachsenen Spanten angegebene erste Höhe ist die Höhe im Bereich der Bodenwrangen, die zum Deck hin allmählich bis auf die zweite angegebene Höhe verringert werden kann.

Tabelle 4.7 Deckbalken, Widerstandsmomente ohne mittragende Plattenbreite

Balkenlänge	Widerstandsmomente bezogen auf einen Balken-Grundabstand von 100 mm			
	Hölzerne Balken	Lamellierte Balken	Stählerne Profile	Decksbelastung
	W_{100}	W_{100}	W_{100}	p
m	cm ³	cm ³	cm ³	kN/m ²
1	2	3	4	5
0,8	0,52	0,47	0,081	1,84
1,0	0,86	0,78	0,132	1,93
1,2	1,28	1,15	0,18	2,02
1,4	1,84	1,66	0,248	2,11
1,6	2,84	2,23	0,335	2,20
1,8	3,30	2,97	0,446	2,29
2,0	4,20	3,78	0,568	2,38
2,2	5,27	4,75	0,712	2,48
2,4	6,52	5,87	0,882	2,57
2,6	7,90	7,10	1,068	2,67
2,8	9,51	8,56	1,29	2,75
3,0	11,25	10,25	1,52	2,84
3,2	13,25	11,92	1,79	2,94
3,4	15,44	13,90	2,09	3,04
3,6	17,80	16,00	2,41	3,12
3,8	20,40	18,35	2,76	3,22
4,0	23,30	20,95	3,15	3,30
4,2	26,40	23,75	3,57	3,40
4,4	29,75	26,80	4,02	3,49
4,6	33,30	30,00	4,50	3,59
4,8	37,20	33,50	5,03	3,67
5,0	41,40	37,30	5,60	3,76
5,2	45,70	41,10	6,18	3,85
5,4	50,50	45,40	6,82	3,95
5,6	55,60	50,00	7,51	4,05
5,8	61,20	55,00	8,27	4,13
6,0	67,30	60,50	9,10	4,23
6,2	73,50	66,00	9,94	4,33
6,4	79,70	71,60	10,79	4,42
6,6	86,50	77,80	11,63	4,52

Die Widerstandsmomente können für jeden Balken nach seiner jeweiligen Länge bestimmt werden, jedoch sollen kleinere Balkenlängen als die halbe Schiffsbreite nicht eingesetzt werden.

Die Widerstandsmomente sind für einen Grundabstand von 100 mm angegeben. Sie sind im Verhältnis der gewählten Balkenabstände zum Grundabstand zu erhöhen. Außerdem sind für Balken, die kleiner als die Breite **B** sind, die Widerstandsmomente mit der der Breite **B** entsprechenden Decksbelastung p_1 zu multiplizieren und durch die der jeweiligen Balkenlänge entsprechenden Decksbelastung p_2 zu dividieren.

Beispiel: Balkenlänge = 2,40 m
 Breite **B** = 4,00 m
 Balkenabstand = 370 mm
 W_{100} = 6,52 cm³
 p_1 = 3,30 kN/m²
 p_2 = 2,57 kN/m²
 W = $6,52 \cdot 3,7 \frac{3,30}{2,57} = 31 \text{ cm}^3$

Tabelle 4.8 Diagonalschienen und Anzahl der Hängeknie

L (B/3 + H ₁)	Diagonalschienen	Hängeknie
m ²	mm	Anzahl
1	2	3
to 13	—	3
to 20	—	4
to 27	—	5
to 30	—	6
to 35	50 · 4	6
to 40	50 · 4	6
to 45	60 · 4	6
to 50	50 · 4,5	7
60	80 · 4,5	7
70	90 · 5	8
80	100 · 5	8
90	100 · 6	9
100	110 · 6	9
110	120 · 6	10
120	130 · 6	10
130	145 · 6	11

Tabelle 4.9 Abmessungen der Hängeknie

B/3 + H ₁	Flachstahlknie ¹ Breite × Dicke	Winkel- profile W	Armlänge	Kniebleche Dicke	Hölzerne Knie Dicke	Schenkellänge
m	mm	cm ³	mm	mm	mm	mm
1	2	3	4	5	6	7
1,60	19 · 7	0,8	290	2,5	16	85
1,75	19 · 8	0,9	300	2,5	18	95
1,90	22 · 8	1,0	310	2,5	20	105
2,10	25 · 9	1,3	325	3	22	115
2,30	26 · 11	1,6	340	3	26	130
2,50	28 · 12	1,8	360	3,5	28	145
2,70	30 · 13	2,1	380	3,5	30	160
2,90	30 · 15	2,4	400	3,5	32	175
3,15	33 · 16	2,8	420	4	35	190
3,40	37 · 17	3,3	440	4	38	205
3,65	40 · 18	3,7	460	4	41	220
3,90	44 · 19	4,1	480	4	44	235
4,15	47 · 21	4,7	500	5	47	250
4,40	49 · 23	5,3	520	5	50	265
4,65	53 · 24	5,8	540	5	53	280
4,90	55 · 26	6,5	560	5	56	300
5,20	60 · 27	7,3	580	6	59	320
5,50	65 · 28	8,2	600	6	62	340
5,80	66 · 30	9,0	620	6	65	360

¹ Breite und Höhe gelten für den Hals der Flachstahl-Knie. Der Querschnitt darf nach den Armenden hin vom ersten Drittel der Armlänge ab allmählich auf 40 % des Querschnittes am Hals verringert werden.

Tabelle 4.14 Schrauben in Außenhaut und Deck

Plankendicke	Außenhaut mit Spanten Schrauben	Deckplanken mit Deckbalken und Außenhaut Schrauben
mm	mm Ø	mm Ø
1	2	3
bis 15	4	4
15 bis 17	4	4
17 bis 19	4,5	4
19 bis 23	5	4,5
23 bis 26	5,5	5
26 bis 29	6	5,5
29 bis 32	6,5	6
32 bis 35	7,5	7
35 bis 38	8	7,5
38 bis 41	8,5	8
41 bis 44	9	8,5
44 bis 47	10	9
47 bis 50	10,5	9,5
50 bis 53	11	10

Tabelle 4.15 Verschraubung der Hängeknie und der Weger mit Spanten und Deckbalken

B/3 + H ₁	Anzahl	Schrauben
m		mm Ø
1	2	3
bis 1,5	3	4,5
1,5 bis 1,75	3	5
1,75 bis 1,9	3	5,5
1,9 bis 2,1	3	6
2,1 bis 2,3	3	7
2,3 bis 2,5	4	8
2,5 bis 2,7	4	8
2,7 bis 2,9	4	9
2,9 bis 3,15	4	10
3,15 bis 3,4	4	10
3,4 bis 3,65	5	11
3,65 bis 3,9	5	11
3,9 bis 4,15	5	12
4,15 bis 4,4	5	12
4,4 bis 4,65	6	13
4,65 bis 4,9	6	13
4,9 bis 5,2	6	14
5,2 bis 5,5	6	15
5,5 bis 5,8	6	16

LANDESBERUFSSCHULE FÜR BOOTSBAUER

LÜBECK - TRAVEMÜNDE - PRIWALL
LF 8: DECKSKONSTRUKTIONEN AUSWÄHLEN

Dimensionierung von Decksbauteilen anhand einer klassischen 15m Yacht

Beschreibung des Bootes:

Zu berechnen sind die Dimensionierungen der Decksbauteile eines klassischen 15m Kreuzers Baujahr 1903. Das Boot ist kraweel geplankt und soll ein neues Deck erhalten, welches traditionell direkt auf die Decksbalken geplankt wird. Der Balkweger nimmt die Decksbalken auf und liegt an den Spanten (nicht an der Außenhaut!). Beim Bau sind die Vorschriften des Germanischen Lloyds zu berücksichtigen.

Das Boot hat die folgenden Abmessungen:

$L_{\text{üa}}$	15,0 m	H_K	0,6 m
L_{CWL}	12,5 m	H_1	1,9 m
B	4,0 m	T	1,5 m
H	1,8 m	F_b	0,9 m

Berechnungslänge: $L = (L_{\text{CWL}} + L_{\text{üa}}) / 2$

Berechnungszahl: $B/3 + H_1$

Leitzahl: $L \times (B/3 + H_1)$

13,75 m
3,23
44,46 $\rightarrow$ 43

Mit diesen Werten ergeben sich aus Tabelle 4.1:

Spantabstand: 320 mm

Querschnittsfläche des
Balkwegers: 88 cm²

Außenhautdicke: 32 mm

Deckdicke: 30 mm

In den allgemeinen Hinweisen steht unter *F. Deckskonstruktion 2.2*, dass der Spantabstand Auswirkungen auf den Abstand der Decksbalken hat.

Decksbalkenabstand = 1,25 mal Spantabstand

Decksbalkenabstand: 400 mm

Aus Tabelle 4.2 ergeben sich die maximalen Breiten für die Außenhaut- und Decksplanken:

Breiten der
Decksplanken: 54 mm

Breiten der
Außenhautplanken: 120-125 mm

Aus Tabelle 4.5 ergibt sich mit Hilfe der Berechnungszahl $B/3 + H_1 = 3,23$ ein Widerstandsmoment W_{100} für gewachsene Spanten von 17,6 cm³. Da dieser Wert sich auf einen Spant-Grundabstand von 100 mm bezieht, muss sich der Wert im Verhältnis des tatsächlichen Spantabstandes zum Grundabstand erhöhen.

100 mm entspricht 17,6 cm³

200 mm entspricht dann 56,32 cm³

Aus Tabelle 4.6 ergibt sich mit dem soeben ermittelten Widerstandsmoment die Dimensionierung der gewachsenen Spanten:

Breiten der Spanten: 58 mm

Höhe der Spanten: 78 mm

wobei die Höhe der Spanten bis zum Deck hin auf 58 mm verringert werden kann.

Die Decksbalkenlänge, die von Außenkante Balkweger zu Außenkante Balkweger gemessen wird, errechnet sich aus B minus zwei mal Außenhautdicke minus zwei mal Spanthöhe (weil der Balkweger innen an den Spanten liegen!).

Decksbalkenlänge: 3,786 m

Aus Tabelle 4.7 ergibt sich ein Widerstandsmoment W_{100} für lamellierte Decksbalken von 180 cm³. Da dieser Wert sich auf einen Decksbalken-Grundabstand von 100 mm bezieht, muss sich der Wert im Verhältnis des tatsächlichen Decksbalkenabstandes zum Grundabstand erhöhen.

100 mm entspricht 18,35 cm³

1000 mm entspricht dann 183,5 cm³

Aus Tabelle 4.6 ergibt sich wiederum die Breite und Höhe der Decksbalken.

Breiten der Decksbalken: 64 mm

Höhe der Decksbalken: 84 mm

Wobei laut dem Hinweis unter F. *Deckskonstruktion* 2.3 die Höhe der Balken zum Balkweger hin um 25 % verringert werden kann. Also auf das Maß 59,5 mm.

Die Anzahl der einzubauenden hölzernen Hängeknie ergibt sich aus der Tabelle 4.8.
Deren Abmessungen aus der Tabelle 4.9.

Anzahl der Hängeknie: 6

Armlänge: 400 mm

Dicke: 35 mm

Schenkellänge: 190 mm

Zuletzt ergeben sich aus den Tabellen 4.14 und 4.15 die Durchmesser der Schrauben, mit denen die Außenhautplanken und Decksplanken bzw. die Hängeknie und Weger befestigt werden sollen.

Durchmesser der Schrauben für die
Decksplanken: 6 mm

Durchmesser der Schrauben für die
Außenhautplanken: 6,5 mm

Die Schrauben haben nach den Hinweisen unter *J. Verschraubung von Bauteilen 3.2* und *5.1* eine bestimmte Länge.

Länge der Schrauben für die Decksbeplankung: 64 mm

Länge der Schrauben für die
Außenhautbeplankung: 64 mm + 80 mm

Die Hängeknie werden nach Tabelle 4.15 mit 4 Schrauben verschraubt.

↳ 4 Schrauben 10 mm

Geschafft!

LANDESBERUFSSCHULE FÜR BOOTSBAUER

LÜBECK - TRAVEMÜNDE - PRIWALL
LF 8: DECKSKONSTRUKTIONEN AUSWÄHLEN

Dimensionierung von Decksbauteilen anhand einer modernen 9 Meter Tourenyacht

Beschreibung des Bootes:

Zu berechnen sind die Dimensionierungen der Decksbauteile für einen formverleimten Rumpf. Die Decksplanken werden auf eine Furnierplatte befestigt, welche auf den Decksbalken aufliegt. Beim Bau sind die Vorschriften des Germanischen Lloyds zu berücksichtigen.

Das Boot hat die folgenden Abmessungen:

$L_{\text{üa}}$	9,0 m	H_k	0,8 m
L_{CWL}	8,52 m	H_1	1,93 m
B	3,0 m	T	1,4 m
H	1,8 m	F_b	1,2 m

Berechnungslänge: $L = (L_{\text{CWL}} + L_{\text{üa}}) / 2$

Berechnungszahl: $B/3 + H_1$

Leitzahl: $L \times (B/3 + H_1)$

8,76 m
2,93
25,67

Mit diesen Werten ergeben sich aus Tabelle 4.1:

Spantabstand: 240 mm

Querschnittsfläche des
Balkwegers: 52 cm²

Außenhautdicke: 23 mm

Deckdicke: 22 mm

In den allgemeinen Hinweisen steht unter F. Deckskonstruktion 2.2, dass der Spantabstand Auswirkungen auf den Abstand der Decksbalken hat.

Decksbalkenabstand = 1,25 mal Spantabstand

Decksbalkenabstand: 300

Aus Tabelle 4.2 ergeben sich die maximalen Breiten für die Außenhaut- und Decksplanken:

Breiten der
Decksplanken: 46 mm

Breiten der
Außenhautplanken: 100 - 210 mm

Aus Tabelle 4.5 ergibt sich mit Hilfe der Berechnungszahl $B/3 + H_1 = 2,93$ ein Widerstandsmoment W_{100} für gewachsene Spanten von 12,7 cm³. Da dieser Wert sich auf einen Spant-Grundabstand von 100 mm bezieht, muss sich der Wert im Verhältnis des tatsächlichen Spantabstandes zum Grundabstand erhöhen.

100 mm entspricht 12,7 cm³

240 mm entspricht dann 32,7 cm³

Aus Tabelle 4.6 ergibt sich mit dem soeben ermittelten Widerstandsmoment die Dimensionierung der gewachsenen Spanten:

Breiten der Spanten: 49 mm

Höhe der Spanten: 63 mm

wobei die Höhe der Spanten bis zum Deck hin auf 49 mm verringert werden kann.

Die Decksbalkenlänge, die von Außenkante Balkweger zu Außenkante Balkweger gemessen wird, errechnet sich aus B minus zwei mal Außenhautdicke minus zwei mal Spanthöhe (weil der Balkweger innen an den Spanten liegen!).

Decksbalkenlänge: 2,804 m

Aus Tabelle 4.7 ergibt sich ein Widerstandsmoment W_{100} für lamellierte Decksbalken von 8,16 cm³. Da dieser Wert sich auf einen Decksbalken-Grundabstand von 100 mm bezieht, muss sich der Wert im Verhältnis des tatsächlichen Decksbalkenabstandes zum Grundabstand erhöhen.

100 mm entspricht 8,16 cm³

240 mm entspricht dann 25,68 cm³

Aus Tabelle 4.8 ergibt sich wiederum die Breite und Höhe der Decksbalken.

Breiten der Decksbalken: 45 mm

Höhe der Decksbalken: 58 mm

Wobei laut dem Hinweis unter F. *Deckskonstruktion* 2.3 die Höhe der Balken zum Balkweger hin um 0,5 % verringert werden kann. Also auf das Maß 45,5 mm.

Die Anzahl der einzubauenden hölzernen Hängeknie ergibt sich aus der Tabelle 4.8.
Deren Abmessungen aus der Tabelle 4.9.

Anzahl der Hängeknie: 5

Armlänge: 1100 mm

Dicke: 30 mm

Schenkellänge: 1200 mm

Zuletzt ergeben sich aus den Tabellen 4.10 und 4.15 die Durchmesser der Schrauben, mit denen die Außenhautplanken und Decksplanken bzw. die Hängeknie und Weger befestigt werden sollen.

Durchmesser der Schrauben für die
Decksplanken: 4,5 mm

Durchmesser der Schrauben für die
Außenhautplanken: 5 mm

Die Schrauben haben nach den Hinweisen unter *J. Verschraubung von Bauteilen 3.2* und *5.1* eine bestimmte Länge.

Länge der Schrauben für die Decksbeplankung: 46 mm

Länge der Schrauben für die
Außenhautbeplankung: 46 mm - 54,5 mm

Die Hängeknie werden nach Tabelle 4.15 mit 4 Schrauben verschraubt.

4 Ø 8 mm / 9 mm

Schon wieder geschafft! Aber überlegen Sie: Welche der Informationen sind für Ihren Entwurf (moderner Holzbootsbau) relevant???

