



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299217

HANDBUCH

FÜR DEN

EISENSCHIFFBAU.

DARSTELLUNG

DER

BEIM BAU EISERNER UND STÄHLERNEER HANDELSCHIFFE
ÜBLICHEN CONSTRUCTIONEN.

ZUM GEBRAUCH FÜR SCHIFFBAU-TECHNIKER, KAPITÄNE, SCHIFFS-
INSPECTOREN, BAU-BEAUFSICHTIGENDE, RHEDER UND ASSECURADEURE

VON

OTTO SCHLICK.

F. Nr. 23984

MIT EINEM ATLAS, ENTHALTEND 40 AUTOGRAPHIRTE TAFELN.



LEIPZIG.

VERLAG VON ARTHUR FELIX.

1902.

G. 57.
68.

XX
264
62.25



II 5512
—

Akc. Nr. 5423/50

DEM
EHRENVORSITZENDEN
DER
SCHIFFBAUTECHNISCHEN GESELLSCHAFT
UND
HOHEM FÖRDERER DES DEUTSCHEN SCHIFFBAUES,
SEINER KÖNIGLICHEN HOHEIT
FRIEDRICH AUGUST
GROSSHERZOG VON OLDENBURG

IN TIEFSTER EHRFURCHT GEWIDMET

VOM VERFASSER.

Vorwort zur ersten Auflage.

Die letzten Jahre haben uns einige sehr schätzbare Arbeiten auf dem Gebiete der deutschen Schiffbau-Literatur gebracht, keine derselben hat jedoch dem praktischen Theile dieser Wissenschaft eine grössere Beachtung geschenkt und selbst in England, wo doch die Schiffbau-Industrie eine so bedeutende Rolle spielt, sind grössere Werke über diesen Gegenstand neuerdings nicht erschienen. Dieser Umstand in Verbindung mit dem ausserordentlichen Aufschwunge, welchen der Schiffbau während der letzten Zeit in Deutschland genommen hat, waren die Veranlassung, meine langjährigen und reichen Erfahrungen auf dem Gebiete des praktischen Eisenschiffbaues, welche ich namentlich in meiner Stellung als technischer Leiter grosser Schiffbau-Etablissements gesammelt habe, in einem Werke zusammenzufassen.

Ich habe hierbei zunächst im Auge gehabt, den angehenden Schiffbau-Techniker in der Aneignung praktischer Kenntnisse, welche bei der jetzt üblichen Ausbildung unserer jungen Ingenieure so häufig vernachlässigt wird, zu unterstützen. Auch für Schiffs- und Maschinen-Inspectoren, sowie für Kapitäne, welche den Bau neuer Schiffe überwachen sollen, dürfte das Werk manchen schätzbaren Wink enthalten und wird hoffentlich dazu beitragen, die in diesen Kreisen vielfach verbreiteten irrigen Ansichten, die zum grössten Theile noch aus dem Holzschiffbau herübergeleitet sind, richtig zu stellen. Nicht minder wird das Buch für Assecuradeure und Rheder von Werth sein und sie in den Stand setzen, die Güte der Construction und Ausführung eines Schiffes beurtheilen zu können und selbst für den theoretisch und praktisch ausgebildeten Schiffbau-Ingenieur wird das Werk manches Interessante bieten.

Mit Bezug auf die Anordnung des Stoffes ist für die ersten dreizehn Kapitel, welche ausschliesslich von den Detailconstructions eiserner Schiffe handeln, im Allgemeinen die Reihenfolge eingehalten worden, in welcher die einzelnen Bestandtheile eines im Bau begriffenen Schiffes angebracht werden. Diese Anordnung bietet insofern Vortheile und ein leichteres Verständniss, als sie unnöthig macht, technische Ausdrücke zu brauchen, deren Bedeutung noch nicht erläutert, oder auf Bautheile und Constructions Bezug zu nehmen, die noch nicht besprochen wurden. Eine Abweichung von diesem Grundsatz hat nur insofern stattgefunden, als die Detailconstructions der Zweischrauben-Schiffe in einem besonderen Kapitel behandelt wurden, weil es mir zweckmässiger erschien, die hierher gehörigen Constructions als ein Ganzes und nicht in ihren einzelnen Theilen in den verschiedenen Kapiteln zu besprechen. — Das fünfzehnte und sechzehnte Kapitel, welche von den verschiedenen Schiffstypen und von der Anordnung des Wasserballastes sprechen, ferner das siebzehnte, welches von den Nietverbindungen, und das achtzehnte, welches von den Schiffbaumaterialien handelt, hätten vielleicht auch den Anfang des Werkes bilden können. Ich hielt es jedoch für praktischer, die Besprechung der Detailconstructions vorhergehen zu lassen, da auf diese in den betreffenden Kapiteln vielfach Bezug genommen werden muss.

Man könnte vielleicht darüber in Zweifel kommen, ob die im siebzehnten Kapitel gegebenen theoretischen Untersuchungen über die Nietverbindungen in den Rahmen eines Buches über praktischen Schiffbau passen. Wenn ich dieselben dennoch in möglichst einfacher Form aufgenommen habe, so war für mich einestheils der Umstand ausschlaggebend, dass in der Praxis, aus Mangel an richtigem Verständniss, die Anordnung der Nietverbindungen häufig so fehlerhaft gewählt wird, dass die mit grösster Sorgfalt durchgearbeitete Construction werthlos gemacht, ja sogar die Solidität des ganzen Baues in Frage gestellt wird. Der Mangel an geeigneten Werken, die dieses wichtige Element der Eisenconstructions mit Rücksicht auf den Schiffbau behandeln, dürfte gleichfalls eine genügende Begründung für die Aufnahme der theoretischen Untersuchungen über die Nietverbindungen bilden.

Da, wie schon angedeutet, keine hervorragenderen neueren Werke existiren, welche den praktischen Schiffbau behandeln, so war es mir

auch nicht möglich, soweit die Detailconstructions in Frage kamen, fremde Quellen zu benutzen und nur für die letzten Kapitel standen mir einige Hilfsmittel zur Verfügung. Ich erwähne davon Ledebur, „Handbuch der Eisenhüttenkunde“ — Beckert, „Leitfaden zur Eisenhüttenkunde“ und J. Treumann, „Ueber den Schutz des äusseren Bodens eiserner Schiffe gegen Rost und Anwuchs“.

Die dem Englischen entnommenen technischen Ausdrücke, welche vielfach auch bei uns im Gebrauche sind, wurden so gut wie möglich verdeutsch und nur für einige wenige, wie z. B. Stringer, Spardeck, Poop u. s. w., mussten die englischen Bezeichnungen beibehalten werden, da gute, deutsche Ausdrücke hierfür nicht gefunden werden konnten.

An dieser Stelle möchte ich mir auch noch erlauben, der Kaiserlichen Admiralität meinen ergebenen Dank dafür auszusprechen, dass sie mir gestattete, die in der Kaiserlichen Marine bestehenden Vorschriften für die Prüfung und Abnahme, bezw. Bearbeitung des zum Schiffbau verwendeten Eisen- und Stahlmaterials in das vorliegende Werk aufzunehmen.

Hamburg, im December 1889.

Otto Schlick.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Da sich das Handbuch für den Eisenschiffbau in seiner ersten Auflage einer rückhaltslosen Anerkennung zu erfreuen gehabt hat, so hielt ich es für rathsam, die Gestaltung und Anordnung des Werkes in seiner zweiten Auflage beizubehalten. Die wichtigen Fortschritte in der Entwicklung des Eisenschiffbaues, die seit dem ersten Erscheinen Platz gegriffen haben, machten jedoch viele Aenderungen und namentlich auch Erweiterungen nöthig, so dass der Umfang des Werkes nicht unwesentlich zugenommen hat.

Durch die immer häufiger werdende Anwendung des Zweischrauben-Systems bei Dampfern war es geboten, den hier in Betracht kommenden Constructionen einen wesentlich grösseren Raum zu gewähren. Es erwies sich hierbei als wünschenswerth, die vollständigen Zeichnungen eines grossen Zweischrauben-Dampfers in den Atlas aufzunehmen. Zu diesem Zweck wurden die Pläne des der Hamburg-Amerika-Linie gehörigen Dampfers „Patricia“ gewählt, die mir von der Erbauerin, der Stettiner Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft „Vulcan“, in bereitwilligster Weise zur Verfügung gestellt wurden und deren Veröffentlichung mir auch von der Hamburg-Amerika-Linie freundlichst gestattet wurde. Beiden genannten Gesellschaften drücke ich hiermit für ihr anerkennenswerthes Entgegenkommen meinen Dank aus.

Da seit dem Erscheinen der ersten Auflage der Germanische Lloyd in Deutschland als Classifications-Institut allgemein massgebend geworden ist, so sind seine Bauvorschriften an den betreffenden Stellen eingehend berücksichtigt worden.

Das Kaiserliche Reichs-Marine-Amt gestattete mir auch jetzt wieder in bereitwilliger Weise seine Prüfungs- und Abnahme-Vorschriften für das Eisen- und Stahlmaterial zum Abdruck zu bringen, wofür ich mir hier meinen ergebenen Dank auszusprechen erlaube.

Die musterhafte Ausstattung des Werkes durch die Verlagsbuchhandlung wird gewiss allgemeine Anerkennung finden.

Hamburg, im Juli 1902.

Otto Schlick.

Inhaltsverzeichniss.

Einleitung.

	Seite
Bau der ersten eisernen Canalboote und Dampfer	1
Entstehung der ersten englischen Werften für Eisenschiffbau	2
„Great Britain“ und „Great Eastern“	2
Anfänge des Eisenschiffbaues in Deutschland	4
Art und Weise des Ueberganges vom Holz- zum Eisenschiffbau	6
Vorzüge des Eisens als Schiffbaumaterial im Vergleiche mit Holz	7
Oxydation und Bewachsen eiserner Schiffe	9

Erstes Kapitel.

Kiel und Kielschwein.

Stangen- oder Balken-Kiel	10
Mittelplatten-Kiel	12
Flacher Kiel	13
Träger-Kielschwein	14
Kasten-Kielschwein	15
Intercostal- oder eingeschobenes Kielschwein	16
Mittelplatten-Kielschwein	17
Kritik der verschiedenen Kiel- und Kielschwein-Constructionen	17

Zweites Kapitel.

Vorder- und Hintersteven.

A. Der Vordersteven.

Verticaler und überhängender Vordersteven	23
Verbindung des Vordersteven mit einem Plattenkiel	24
Vordersteven mit Spündung	25
Vordersteven aus Stahlguss	26

B. Der Hintersteven.

Hintersteven für Segelschiffe und Raddampfer	27
Hintersteven mit U-förmigem Querschnitte	28

	Seite
Schraubenstegen und Ruderstegen bei Schraubendampfern	28
Wellenlager im Ruderstegen	29
Verlängerung des Ruderstevens nach oben	30
Schraubenrahmen aus Stahlguss	31
Schraubenrahmen für Dampfer mit grosser Steuerfähigkeit	32
Hinterstegen für Zweischraubendampfer	33
Hinterstegen des Dampfers „Deutschland“	35
Hinterstegen des Dampfers „Oceanic“	36

Drittes Kapitel.

Spanten, Gegenspanten und Bodenwrangen.

Gewöhnliche Construction der Spanten, Gegenspanten und Bodenwrangen .	37
Construction bei Anwendung eines Träger- und eines Mittelplatten-Kiel- schweins	39
Querschnittsdimensionen und Höhe der Bodenwrangen	40
Form der Bodenwrangen für flachbodige Schiffe	41
Construction der Spanten u. s. w. an den Schiffsenden	42
Z-Spanten	43
Spanten aus U-Eisen	44
Rahmenspanten	44
„Verstärkte“ oder „hohe“ Spanten	45
Entfernung der Spanten untereinander	46
Construction bei Schiffen mit Doppelboden	46
Zellen- oder Bracket-System	48
Hohe Bodenwrangen	50
Luftcirculation im Doppelboden	51
Abdichtung der Tank-Seitenplatte	52
Construction mit starken Gegenspanten	54
Das Längsspanten-System	55
Vortheile des Zellensystem und der hohen Bodenwrangen bei der Vermessung	57

Viertes Kapitel.

Decks- und Raumbalken, sowie Deckstützen.

Uebliche Querschnittsformen der Decksbalken	59
Abmessung der Querschnittsdimensionen der Decksbalken	61
Decksbalken-Kniee	61
Decksbalken-Bucht	63
Raumbalken	64
Kastenbalken	65
Lose Raumbalken	65
Deckstützen	66
Befestigung der Deckstützen auf dem Doppelboden	68
Doppelte Deckstützen	69
Betrachtungen über Festigkeit und Beanspruchung der Balken	70
Längsverbände zwischen den Balken	73

Fünftes Kapitel.

Stringer und Stringerplatten, sowie Seiten- und Kimm-Kielschweine.

	Seite
Die Stringerplatten und ihre Querschnittsdimensionen	75
Verbindung des Oberdeckstringers mit dem Scheergange	76
Verbindung der Stringerplatten und Stringerwinkel untereinander	78
Der Rinnstein-Winkel	79
Stringer-Construction mit über das Deck hinausragenden Spanten	81
Stringer der unteren Decks und der Raumbalken	81
Verbindung einer Stringerplatte mit einem Rahmenspant	84
Raum- oder Seitenstringer	86
Kimmstringer	87
Kimm-Kielschwein	88
Seiten-Kielschwein	90
Schlagwasser-Platten oder Waschplatten	92
Kimm-Kiel	92
Betrachtungen über die Zweckmässigkeit der verschiedenen Stringer- und Kielschwein-Constructionen	94

Sechstes Kapitel.

Lukenstringer, Diagonalbänder und Lukenstütze.**A. Lukenstringer.**

Gewöhnliche Anordnung der Lukenstringer	101
Werth der Lukenstringer für die Längsschiffs-Festigkeit	102
Lukenstringer auf den Raumbalken	102

B. Die Diagonalbänder.

Gewöhnliche Anordnung der Diagonalbänder	102
Mastplatten	103
Verbreiterung der Stringer bei fehlenden Diagonalen	103

C. Lukenstütze.

Längsschlingen, Halbbalken und Süllplatten	105
Hölzerne Sülle	106
Süllplatten ohne Längsschlingen	106
Schiebebalken	108
Schalkeisten	110
Luken für Kohlendampfer	110

Siebentes Kapitel.

Die Decks.

Hölzerne Decks	112
Dimensionen der Decksplanken	112
Die verschiedenen zu den Decks verwendeten Holzgattungen	113

	Seite
Befestigung der Decksplanken auf den Balken	118
Rinnstein-Winkel und Wassergang	120
Anschluss der Decksplanken an die Lukensäule	121
Verwendung von Teakholz unter eisernen Gegenständen	122
Die Stösse der Decksplanken	123
Eiserne Decks	126
Anordnung der Decksbeplattung	126
Verminderung der Plattendicke an den Schiffsenden	128
Verschuss in der Decksbeplattung	129
Verdoppelungen der Decksbeplattung an den Luken	129
Vorzüge und Nachtheile eiserner Decks	130
Asphalt als Ueberzug eiserner Decks	131
Eisendecks mit Holzbeplankung	132
Befestigung der Decksplanken auf eisernen Decks	133
Einfluss eiserner Decks auf die Längsschiffs-Festigkeit	134
Längsversteifung eiserner Decks	135
Verbindung der Decks mit der Schiffseite	136
Beplattung der unteren Decks	138

Achstes Kapitel.

Die wasserdichten Schotte.

Gewöhnliche Anordnung und Construction der Schotte	139
Versteifung der Schotte	141
Schotten-Füllplatten	143
Abdichtung der durch ein Schott sich fortsetzenden Stringer und Kielschweine	145
Verbindung der Kimm- und Raumstringer mit dem Schott durch Knieplatten	148
Anordnung der Schotte mit Rücksicht auf die Verhinderung des Sinkens eines Schiffes	148
Prüfung der Schotte auf Wasserdichtigkeit	151
Anordnung der Schotte in einer gebrochenen Linie	152
Einbau in das Maschinenraum-Schott zur Aufnahme des Drucklagers	153
Tunnelthür und Stopfbüchse im hinteren Maschinenraum-Schott	154
Schottschieber	154
Einfluss der Schotte auf die Festigkeit	155
Querschotte in Segelschiffen	156

Neuntes Kapitel.

Die Aussenhaut-Beplattung.

Anliegende und abliegende Plattengänge	157
Anordnung der Plattenstraken	159
Plattenplan oder Platten-Abwicklung	160
Verlorene oder eingeschobene Plattengänge	161
Quernähte oder Stösse	162
Verschissen der Platten	162
Anordnung der Plattenstraken in Doppelboden-Schiffen	164

	Seite
Kreuzung der Stringer und Längsnähte	165
Die Dicke der Aussenhautplatten	166
Kiel- und Scheergang	166
Verdoppelung des Scheerganges	167
Verstärkung der Kimmgänge	168
Vorschriften der Classifications-Institute zur Bestimmung der Platten- dicken	169
Verminderung der Plattendicken an den Schiffsenden	171
Platten am Wellenrohre von Schraubendampfern	173
Verbindung der Aussenhaut mit den Steven	174
Verstärkungen an Oeffnungen in der Aussenhaut	174
Das Schanzkleid	177
Schanzkleid und Wasserpforten	178
Beplattung des Hinterschiffes	180
Ueberlappte Stösse	184
Gekröpfte Längsnähte	186
Weniger gebräuchliche Constructions der Aussenhaut	187
Art der Vernietung der Aussenhaut	189
Verstemmen der Aussenhaut	195
Anwendung breiter und langer Platten	196
Vertheilung der Plattendicke mit Rücksicht auf Erzielung einer grossen Längs- schiffs-Festigkeit	198
Verdoppelungen der Aussenhaut	199
Vertheilung der Plattendicken in der Längsrichtung	204

Zehntes Kapitel.

Die Constructions des Vorder- und Hinterschiffes.

A. Die Constructions des Vorderschiffes.

Bug-Constructions mit geradem Steven	207
Form der vordersten Bodenwrangen	208
Verbindungen des Kielschweins im Vorderschiffe	208
Versteifung der Spanten im Vorderschiffe durch Balken und Stringer	211
Verstärkung des Buges gegen Eis	214
Construction der Back	214
Bug-Construction bei einem Gallion-Steven	218
Lagerung des Bugspriets	218
Klüsen-Constructions	219

B. Die Constructions des Hinterschiffes.

Construction des Hinterschiffes bei Räderdampfern und Segelschiffen	223
Construction der hintersten Spanten und des Kielschweins	223
Querschott und Stringerplatten im Hinterschiffe	224
Heckbalken oder Transomplatte	225
Heck- oder Gillingsspanten	226
Koker	227
Construction des Hinterschiffes bei Schraubendampfern	228
Wellenrohr und Stopfbüchsen-Schott	228

	Seite
Wasserdichtes Deck über dem Wellenrohre	230
Das Stopfbüchsen-Schott	233
Die Verbindung des Ruder- und Schraubenstevens in Schraubendampfern	234
Die Stringer im Hinterschiffe von Schraubendampfern	236
Versteifungen zwischen Stopfbüchsen-Schott und Schraubenstevan	238

Elftes Kapitel.

Die Maschinenfundamente.

Allgemeine Gesichtspunkte für die Construction der Maschinenfundamente	240
Maschinenfundament für verticale Schraubenschiffs-Maschinen in Schiffen ohne Doppelboden.	241
Construction mit erhöhten Bodenwrangen	242
Construction mit Längsträgern	244
Rahmenspanten im Maschinenraume	245
Maschinenfundament für Schraubendampfer mit scharfem Boden	246
Maschinenfundamente für Schiffe mit Doppelboden	246
Verankerung an dem oberen Theile einer Schraubenschiffs-Maschine	249
Maschinenfundament eines Räderdampfers mit einer vertical oscillirenden Maschine	250
Maschinenfundament eines Räderdampfers mit schrägliegender Maschine	252
Vernietung der Maschinenfundamente	253

Zwölftes Kapitel.

Radkasten, Wellentunnel, Lagerböcke und Mastspuren.

A. Die Radkasten.

Allgemeines über Radkasten	255
Radkastenbalken, bezw. Träger	256
Radkastenrahmen	256
Radkastenträger in Form einer Console	257
Verschwächung des Scheerganges durch die Radkastenbalken	257

B. Wellentunnel.

Allgemeine Anordnung	258
Einrichtungen am hinteren Ende des Tunnels	259
Construction in Schiffen ohne Doppelboden	260
Erhöht angeordnete Tunnel	260
Einrichtungen am vorderen Ende des Tunnels	261
Holzbekleidung des Tunnels	262
Anordnung des Tunnels in Zweischraubenschiffen	263

C. Tunnel- und Drucklagerböcke.

Tunnellagerböcke	264
Drucklagerfundament	265

D. Die Mastspuren.

	Seite
Mastspur für eiserne Masten in Schiffen mit Trägerkielschwein	266
„ „ „ „ „ „ „ „ Doppelboden	266
„ „ „ „ „ „ „ „ eingeschobenem Kielschwein	267
Mastspur auf dem Wellentunnel eines Schraubendampfers	267
Mastspur für hölzerne Masten	267

Dreizehntes Kapitel.**Das Ruder.**

Gewöhnliche Construction des Ruderrahmens	269
Beplattung des Ruderrahmens	270
Ruder aus Stahlguss	271
Ruder des Dampfers „Deutschland“	271
Gebaute Ruder	272
Construction der Fingerlinge	273
Ruderstopper	274
Gekuppelter Ruderschaft	276
Balance-Ruder	277
Ruder vor der Schraube	278
Berechnung des Durchmessers des Ruderschaftes	279
Die Form des Ruders	280

Vierzehntes Kapitel.**Zweischrauben-Schiffe.**

Die Wellenträger und ihre Befestigung	282
Abdichtung des Wellenaustritts mit Hilfe eines Gussstückes	284
Wellenaustrittsrohr aus Platten	286
Lagerung der Schraubenwellen ausserhalb des Schiffskörpers	287
Lose Wellenkuppelungen	287
Wellenaustrittsrohr, durch eine Rippe mit dem Schiffskörper verbunden	289
Inneres Wellenrohr aus zwei Theilen	290
Schwierigkeiten in den Detail-Constructionen	291
Hintersteven aus Stahlguss	292
Zweischrauben-Schiffe mit sogenannten Wellenhosen	293
Dampfer „Patricia“	293
Dampfer mit überlappenden Schrauben	294

Fünfzehntes Kapitel.**Die verschiedenen Schiffsgattungen.**

Die Bezeichnungen der verschiedenen Schiffsgattungen	297
Vorschriften der Classifications-Institute für die Bestimmungen der Materialstärken	298
Glattdeck- oder Flushdeck-Schiffe	300

	Seite
Quarterdeck-Schiffe (Brückendeck und Back)	301
Construction der Quarterdeck-Schiffe	302
Quarterdeck-Dampfer, bei denen eine Decksbeplattung vorgeschrieben ist	306
Diaphragmaplatten	307
Dampfer mit erhöhtem Quarterdeck und erhöhtem Vordeck	309
Poopdeck-Schiffe	312
Schiffe mit einem Deck	314
Zweideck-Schiffe	315
Dreideck-Schiffe	316
Sturmdeck-Schiffe	321
Dampfer mit partiellem Sturmdeck	325
Spardeck-Schiffe	327
Koffer- und Thurmdeck-Dampfer	331

Sechzehntes Kapitel.

Die Anordnung des Wasserballastes.

Allgemeines	333
-----------------------	-----

Wasserballast in hohen Tanks.

Gewöhnliche Construction der hohen Ballasttanks, Vorzüge und Nachteile derselben	334
--	-----

Wasserballast im Doppelboden.

Doppelboden über die ganze Länge des Schiffes	338
Querschotten im Doppelboden	339
Brunnen im Doppelboden	341
Detail-Constructionen des Doppelbodens	343
Doppelboden für einen Theil der Schiffslänge	346
Vorzüge und Nachteile der Doppelboden-Constructionen	349

Trimmtanks.

Gewöhnliche Anordnung der Trimmtanks	351
Nachteile der Trimmtanks	352

Siebzehntes Kapitel.

Die Nietverbindungen.

I. Vernietung eiserner Platten.

Verschiedene Arten der Lösung einer Nietverbindung	355
Einfluss vom Durchmesser und Abstand der Niete	356
Obere Grenze des Nietdurchmessers	357
a) Ueberlappung oder einfache Verlaschung zweier Platten	359
Einfache Nietung	360
Doppelte Nietung	361
Dreifache Vernietung mit der halben Anzahl Niete in der letzten Reihe	363

	Seite
Vierfache Vernietung mit der halben Anzahl Niete in der letzten Reihe	368
Stabnietung	369
Vernietung mittels Laschen von gleicher Dicke wie die zu verbindenden Platten	374
b) Nietverbindungen mit Doppellaschen	375
Stabnietung mit Doppellaschen	380

II. Vernietung von Stahlplatten.

Scheerfestigkeit der Niete in Stahlplatten	381
A. Vernietung von Stahlplatten mit eisernen Nieten	382
a) Vernietung mit einfachen Laschen	382
b) Vernietung mit Doppellaschen	386
B. Vernietung von Stahlplatten mit Stahlnieten	388
a) Vernietung mit einfachen Laschen	389
b) Vernietung mit Doppellaschen	391
Vergleichung der üblichen Nietdurchmesser	392
Zickzack-Nietung	393
Praktisches über Niete und Nietverbindungen	394
Material der Niete	395
Verschiedene Nietformen	395
Vorschriften der Classifications-Institute	400
Verbindung der Aussenhaut mit dem Vorder- und Hintersteven durch Niete oder Schrauben	465
Vergleich zwischen den theoretischen Erfordernissen und der praktischen Ausführung	407
Oeffnen der Plattenstösse	409
Doppellaschen und untergeschobene Laschen	411
Vergleich der theoretischen Resultate mit der Praxis	412
Reibung zwischen vernieteten Platten	414
Scheerfestigkeit nach Versuchen von Reed	414
Maschinennietung	415
Tabellen	417—437

Achtzehntes Kapitel.

Stahl und Eisen als Schiffsbaumaterial.

A. Allgemeines.

Chemische und physikalische Eigenschaften der verschiedenen Eisen- und Stahlsorten	439
Die Erzeugung von Schmiedeeisen und Stahl	443
Die Arbeitseigenschaften, Zerreißfestigkeit, Dehnbarkeit, Zähigkeit, Schmied- barkeit und Schweissbarkeit	451
Einfluss der Verunreinigungen auf die Eigenschaften des Eisens	453
Festigkeit und Festigkeitsproben	455
Biege- und Schmiedeproben	461

B. Schweisseisen.

Festigkeits-Vorschriften der Kais. Marine und der Classifications-Institute	463
Deutsches Schiffsbaueisen im Vergleich mit englischem	464

	Seite
Verwendung verschiedener Eisenqualitäten	466
Façoneisen und Nieteisen	467

C. Stahl oder Flusseisen.

Einführung des Stahles im Schiffsbau	469
Siemens-Martin-Stahl und die Festigkeits-Bedingungen für denselben	470
Vorzüge und Nachtheile des Siemens-Martin-Stahles	472
Verlust an Festigkeit des Stahles durch Lochen	476
Bohren der Nietlöcher und Ausglühen der Platten zur Beseitigung des nachtheiligen Einflusses durch das Lochen	480
Reduction der Materialstärken bei Verwendung von Stahl	482
Maassgebende Gesichtspunkte für die Bemessung der Reductionen	483
Die Methoden der verschiedenen Classifications-Institute für die Reduction der Materialstärken	484
Gleichzeitige Verwendung von Stahl und Eisen in ein und demselben Schiff	487
Vorschriften der Kaiserlichen Marine für die Prüfung, Abnahme und Bearbeitungsweise des zum Schiffsbau bestimmten Eisen- und Stahlmaterials	489
Vorschrift für die Prüfung und Abnahme der aus Schweisseisen hergestellten, für den Bau von Schiffen und Dampfkesseln bestimmten Eisenbleche, Profileisen, Stangeneisen (Rund-, Quadrat- und Flacheisen)	490
Technische Prüfungs-Vorschriften.	
Abschnitt I. Für Bleche	492
Abschnitt II. Für Profileisen	504
Abschnitt III. Für Stangeneisen (Rund-, Flach- und Quadrat-eisen, exl. Nieteisen)	508
Vorläufige Vorschrift für die Prüfung und Abnahme der für Schiffsbauten und Kessel bestimmten Niete und Nieteisenstangen	515
Vorschriften für die Abnahme des Schiffsbau-Stahlmaterials	521
I. Stahlplatten für Schiffsbauten	521
II. Profilstahle für Schiffsbauten	527
Vorschriften des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute über Dickenabweichungen bei Blechen unter 5 mm Dicke	533

Neunzehntes Kapitel.

Anstrich und Cimentirung.

Die Rostbildung	535
Verhinderung der Rostbildung durch galvanischen Contact	536
Metallische Ueberzüge	537
Anstriche mit Leinölfirnis	538
Anstriche mit Spiritus-Lackfirnissen	541
Anstrich mit Steinkohlentheer, Asphalt u. s. w.	542
Cement als Schutzmittel gegen Rost	543
Asphalt als Schutzmittel gegen Rost	547
Schutz des Doppelbodens unterhalb des Kesselraumes	549
Die Wirksamkeit des Kupferbeschlags gegen Bewachsen des Schiffsbodens	551
Schutz-Anstriche gegen Bewachsen des Schiffsbodens	553
Sach-Register	557

Einleitung.

Die Verwendung des Eisens als Material zur Herstellung ganzer Schiffskörper ist durchaus nicht so neu, als gewöhnlich angenommen wird, da, wie uns bekannt, schon vor mehr als hundert Jahren in England eiserne Kanalboote erbaut wurden und eines solchen Fahrzeuges bereits im Jahre 1787 in einer englischen Zeitschrift Erwähnung gethan wird. Vor dieser Zeit ist das Eisen wohl kaum in ausgedehnterem Maasse beim Schiffbau zur Anwendung gelangt, da die Fabrication von eisernen Platten und Stangeneisen durch Walzen erst im Jahre 1784 eingeführt wurde, während man bis dahin nur gehämmerte Bleche gekannt hatte. Erst im Jahre 1786 scheinen gewalzte Platten zur Herstellung von Dampfkesseln verwendet worden zu sein.

Obwohl nun von dieser Zeit ab mehrfach eiserne Kanalboote in Staffordshire — anscheinend mit bestem Erfolge — zur Verwendung gekommen sind, so geschah doch der erste grössere Schritt in der Construction eiserner Fahrzeuge erst im Jahre 1822 mit dem Bau des Dampfschiffes „Aron Manby“, welches, nachdem die einzelnen Theile in Horsley bearbeitet und montirt worden waren, in Stücke zerlegt, nach London gesandt und dort zusammengesetzt wurde. Dieses Schiff dampfte unter dem Kommando des Capitain Napier (nachheriger Admiral Sir Charles Napier) direct von London über Havre nach Paris und leistete auf der Seine lange Zeit gute Dienste.

Zwei Jahre später, also 1824, liess die Shannon Steam Packet Company gleichfalls einen eisernen, für die Flussfahrt bestimmten Dampfer in Horsley erbauen, welchem sie bald fünf weitere Dampfer folgen liess. Auch diese Fahrzeuge scheinen dem Zweck entsprochen und zur Herstellung von Kanalbooten und Flussdampfern aus Eisen auch in anderen Districten Englands ermuthigt zu haben. Jedenfalls genügte die geringe Anzahl der bis dahin erbauten eisernen Schiffe, um dem neuen Schiffbaumaterial eine allgemeinere Aufmerksamkeit

zuzuwenden und die Vorzüge desselben gegenüber dem Holz deutlich erkennen zu lassen. Dieser Umstand veranlasste zunächst Messrs. Fawcett & Preston in Liverpool, ein Etablissement für den Bau eiserner Schiffe zu gründen, welchem Beispiele die Herren Laird Brothers in Birkenhead — eine Firma, welche noch heutigen Tages einen hervorragenden Platz unter den grossen englischen Werften einnimmt — bald folgten. Ganz besonders machte sich jedoch in jener Zeit um die Entwicklung des Eisenschiffbaues der bekannte englische Ingenieur Fairbairn verdient, der eine Werft in Millwall bei London errichtete und bald der hervorragendste Constructeur eiserner Schiffe an der Themse wurde. Auch die Firmen Miller & Ravenhill und Ditchburn & Mare, beide gleichfalls an der Themse, wussten sich damals einen grossen Ruf in der Construction eiserner Schiffe zu erwerben.

Wenn nun auch die erheblichen Vortheile, welche das neue Schiffbaumaterial an sich, und die so erbauten Schiffe im Betriebe gewährten, schon zu dieser Zeit hinlänglich anerkannt waren und man sich des Eisens beim Bau von Fluss- und selbst Küstenfahrzeugen bereits in ausgedehnterem Umfange bediente, so hegte man dennoch lange Zeit grosse Bedenken gegen die Verwendung eiserner Schiffe in der atlantischen Fahrt, und zwar namentlich wegen der anscheinend regellosen Abweichung des Compasses am Bord solcher Fahrzeuge. Erst nach einer Reihe von Jahren schritt man zum Bau von eisernen Segelschiffen, unter welchen die im Jahre 1838 von Jackson & Jordan in Liverpool erbaute „Iron Sides“, als das erste von grösseren Dimensionen, besonders hervorgehoben zu werden verdient.

An der Clyde begann gleichzeitig die Firma Tod & McGregor mit Bezug auf den Eisenschiffbau eine nennenswerthe Rolle zu spielen. Die hier erbauten Segelschiffe hatten damals eine Grösse von 200 bis 300 „Tons burthen“ und die Dampfer besaßen eine Länge von 40 bis 60 Meter. Von letzteren muss die im Jahre 1841 erbaute und wegen ihrer Schnelligkeit und Grösse berühmte „Princess Royal“ erwähnt werden. Dieselbe hatte eine Länge von 59,5 Meter, eine Breite von 7,95 Meter und eine Tiefe von 5,12 Meter, während ihre Maschine eine Stärke von 400 Pferdekräften besass.

Zu dieser Zeit hatten sich die Werften für den Eisenschiffbau in England bereits ansehnlich vermehrt und eine stattliche Zahl eiserner Dampfschiffe gab Zeugniß von dem schnellen und stetigen Fortschritt in diesem Industriezweige. Mit dem im Jahre 1843 vollendeten Bau des „Great Britain“, eines Dampfschiffes von bis dahin unerreichter Grösse, war ein weiterer Schritt von grosser Bedeutung

in der Entwicklung des Eisenschiffbaues gethan. Dieses Schiff, beiläufig erwähnt, auch der erste grosse Schraubendampfer, wurde für Rechnung der Great Western Steam Packet Company von Patterson in Bristol erbaut und besass eine Länge von 98 Meter, eine Breite von 15,55 Meter und eine Rauntiefe von 9,85 Meter. Bei einem Tiefgange von 5,85 Meter betrug das Deplacement des Dampfers 3900 Tons. Derselbe war im Stande, neben 1000 Tons Kohlen eine Ladung von 500 Tons, sowie 300 Passagiere aufzunehmen. Das Schiff war jedoch nicht vom Glück begünstigt, denn gleich auf einer seiner ersten Reisen gerieth dasselbe in der Dundrum-Bay auf Strand, wo es längere Zeit sitzen blieb und in dieser Lage mehrere Stürme zu überstehen hatte. Trotzdem hatte das Schiff, wie sich, als es wieder abgebracht worden war, herausstellte, keinen sehr erheblichen Schaden gelitten, ein Umstand, der natürlich ganz besonders geeignet war, die Widerstandsfähigkeit eiserner Schiffe im hellsten Licht erscheinen zu lassen und die zahlreichen Bedenken, welche man bis dahin noch von vielen Seiten gegen die Zweckmässigkeit derselben geltend zu machen suchte, zu zerstreuen. Als ein Beweis für die vorzügliche Construction des hier in Rede stehenden Schiffes mag erwähnt sein, dass dasselbe, nachdem es anfangs der achtziger Jahre in ein Segelschiff umgewandelt worden war, noch längere Zeit in Fahrt blieb.

In der hierauf folgenden Periode trat insofern ein gewisser Stillstand in der Entwicklung des Eisenschiffbaues ein, als die Dimensionen des „Great Britain“ von den in dieser Zeit erbauten Schiffen nur in ganz vereinzelt Fällen um ein Geringes überschritten wurden, bis wieder mit dem bekannten Dampfer „Great Eastern“ ein gewaltiger Sprung in der Zunahme der Grössenverhältnisse zu verzeichnen war. Dieses Schiff, welches durch seine enormen, erst wieder von den neuesten transatlantischen Postdampfern erreichten Dimensionen eine grosse Berühmtheit erlangt hat, wurde im Jahre 1857 zu Millwall nach den Plänen von Brunel und Scott Russel erbaut. Wenn dasselbe auch damals in commercieller Hinsicht als ein vollständig verfehltes Unternehmen bezeichnet werden musste, so kann doch seine Construction in vieler Beziehung noch heute als Muster hingestellt werden. Seine Länge betrug 207,4 Meter, die Breite 25,3 und die Tiefe 17,69 Meter, während seine Vermessung einen Brutto-Raumgehalt von 18915 Register-Tons ergab.

Ungefähr gleichzeitig mit der Vollendung des „Great Eastern“ wurden die ersten Versuche mit Stahl als Schiffbaumaterial gemacht, womit eine wichtige Entwicklungsstufe des Schiffbaues eingeleitet wurde.

Die ersten Dampfer aus Stahl wurden im Jahre 1857 an der Themse durch die Firma Samuda Bros. und J. & G. Rennie erbaut. Das damals verwendete Material, sogenannter Puddel-Stahl, besass neben dem Vortheile einer dem Eisen bedeutend überlegenen Festigkeit noch sehr viele Mängel und erst die erheblichen Verbesserungen der letzten fünf und zwanzig Jahre in der Stahlfabrikation haben es ermöglicht, dass man sich jetzt zum Schiffbau ausschliesslich des Stahles bedienen kann. Die grössere Festigkeit des Stahles lässt verminderte Materialstärken und in Folge dessen eine erheblich grössere Tragfähigkeit des Schiffes zu, ein Umstand, der bei dem Bestreben nach einer möglichst günstigen Kapitalsausnutzung ganz bedeutend ins Gewicht fällt. Da sich ausserdem der anfangs sehr hohe Preis des Stahles immer mehr dem des Eisens näherte und schliesslich sogar noch unter dem des letztgenannten Materials herunterging, so ist es leicht verständlich, dass nach und nach das Eisen durch den Stahl vollständig verdrängt worden ist.

Der Bau des „Great Eastern“ übte merkwürdigerweise auf die Entwicklung des Eisenschiffbaues insofern keinen merklichen Einfluss aus, als die vor seiner Vollendung üblichen Grössenverhältnisse der Dampfer auch in der darauf folgenden Periode zunächst unverändert blieben und später nur ganz allmählich zunahmen. Es währte beinahe ein halbes Jahrhundert, bis bei dem im Jahre 1899 vollendeten englischen Dampfer, „Oceanic“ die Länge des „Great Eastern“ um eine Kleinigkeit überschritten wurde.

Die auf dem hier eingelehteten Blatt gegebenen Skizzen stellen in dem Maassstab 1 Millimeter = 2 Meter die hervorragendsten Dampfer dar, die in den daneben bezeichneten Jahren erbaut wurden. Sie geben ein anschauliches Bild über die allmähliche Zunahme der Grössenverhältnisse.

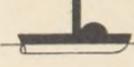
In Deutschland fand der Eisenschiffbau wesentlich später Eingang als in England. Es ist leider nicht mit Sicherheit festzustellen, wann und wo die ersten eisernen Schiffe in Deutschland erbaut worden sind. Zwei der ersten eisernen Dampfer, vielleicht die allerersten, waren die „Königin Maria“ und „Prinz Albert“, deren Bau im Jahre 1836 nach den Plänen des Professor Schubert in Uebigau bei Dresden begonnen wurde und lange Jahre auf der Oberelbe zur Personenbeförderung dienten. — Der erste in Deutschland erbaute Seedampfer dürfte der im Jahre 1838 von der Firma Gleichmann & Busse in Hamburg für holländische Rechnung gelieferte „Willem I.“ gewesen sein. Dieselbe Firma baute auch zu dieser Zeit noch den



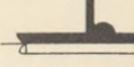
„Comet“ 1812.



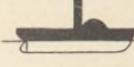
„Elizabeth“ 1813.



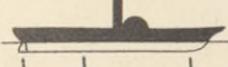
„Industry“ 1814.



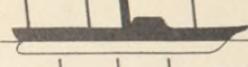
„Caledonia“ 1815.



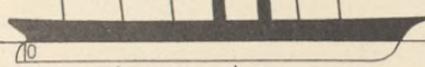
„Rob Roy“ 1818.



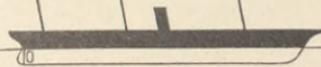
„James Watt“ 1822.



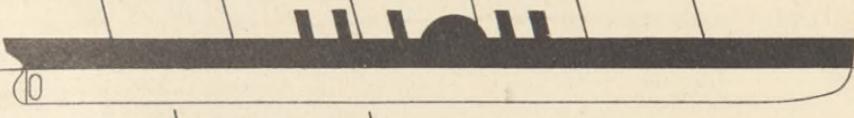
„Sirius“ 1837.



„Great Britain“ 1843.



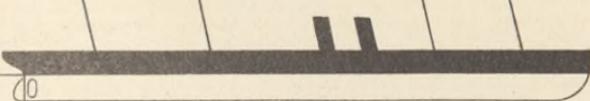
„City of Glasgow“ 1850.



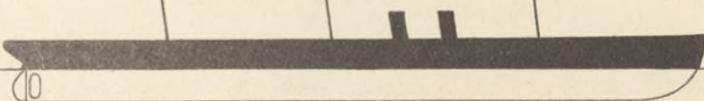
„Great Eastern“ 1857.



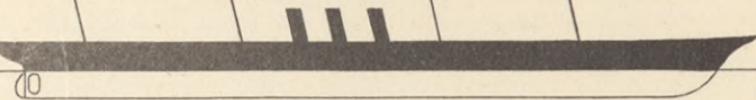
„Scotia“ 1861.



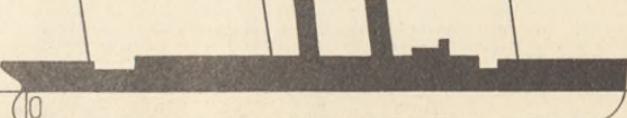
„Arizona“ 1879.



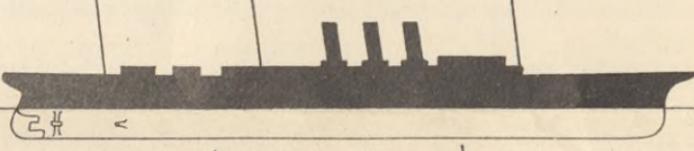
„Servia“ 1881.



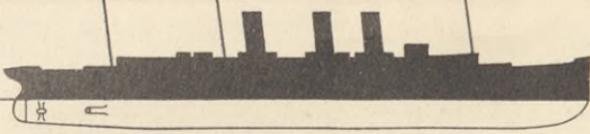
„City of Rome“ 1881.



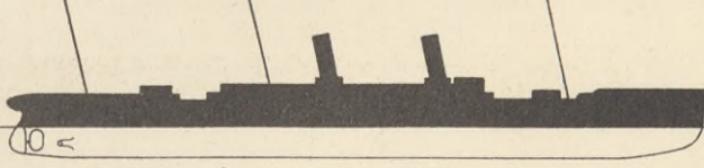
„Umbria“ & „Etruria“ 1884.



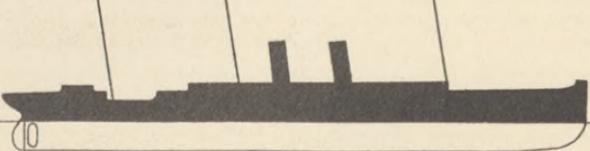
„City of Paris“ & „City of New York“ 1888-89.



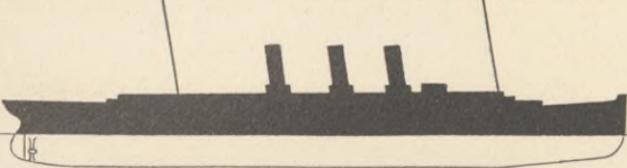
„Auguste Victoria“ & „Columbia“ 1889.



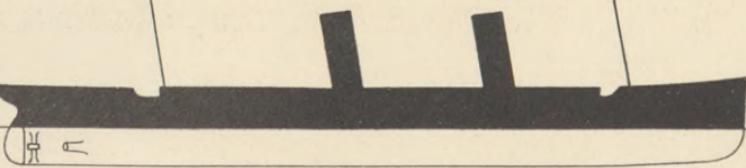
„Teutonic“ & „Majestic“ 1889.



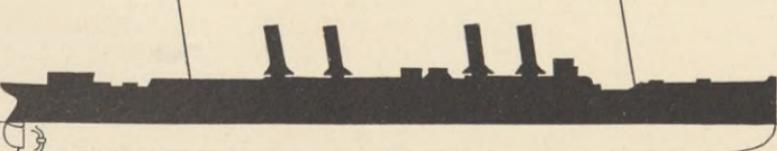
„Spree“ & „Havel“ 1890.



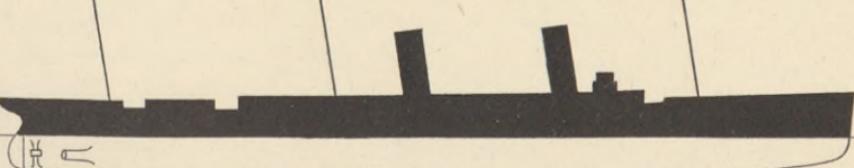
„Fürst Bismarck“ & „Normannia“ 1890-91.



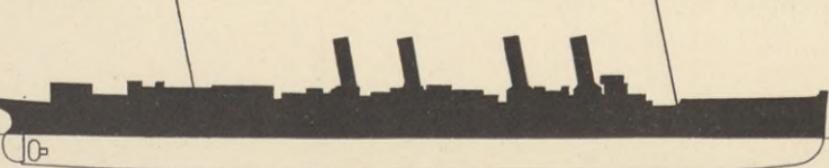
„Campania“ & „Lucania“ 1893.



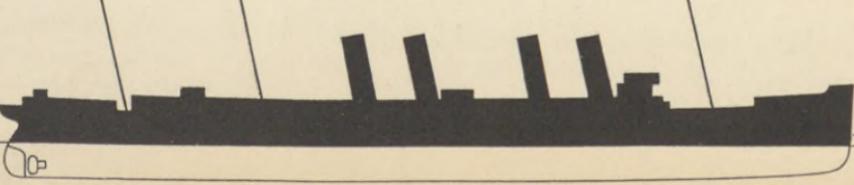
„Kaiser Wilhelm der Grosse“ 1897.



„Oceanic“ 1899.



„Deutschland“ 1900.



„Kaiser Wilhelm II“ 1901.

Dampfer „Alexandrine“, der später unter dem Namen „Phönix“ lange Jahre den Passagierdienst zwischen Hamburg und Harburg vermittelte. Weitere eiserne Schiffe scheint die genannte Firma jedoch nicht erbaut zu haben.

Im Jahre 1851 gründeten die Herren Fruchtenicht & Brock, zwei Hamburger Ingenieure, in Bredow bei Stettin, eine kleine Werkstatt für den Bau eiserner Schiffe und vollendeten dort bereits in dem folgenden Jahre den Dampfer „Die Divenow“, der noch bis vor kurzem in Fahrt war und jetzt noch als Kohlenhulk Dienste leistet. Aus dieser Werft entstand später die heutige „Stettiner Maschinenbau-Actiengesellschaft Vulcan“.

In Rostock wurden im Jahre 1853 auf der Werft von Tischbein zwei für die Passagierfahrt zwischen Rostock und St. Petersburg bestimmte eiserne Dampfer — „Erbgrossherzog Friedrich Franz“ und „Grossfürst Constantin“ — erbaut. Das erstere dieser beiden Schiffe, welches später den Namen „Amsterdam“ erhielt und verlängert wurde, ist noch heute in der regelmässigen Fahrt zwischen Hamburg und Rotterdam beschäftigt. — Hierauf folgte die Werft von Möller & Holberg in Stettin, welche im Jahre 1854 den Dampfer „Princess Carl“ erbaute.

An der Unter-Elbe wurden zuerst im Jahre 1855 eiserne Flussfahrzeuge durch die Reiherstieg-Schiffswerft und Maschinenfabrik bei Hamburg erbaut. Dieses Etablissement vollendete zwei Jahre später das erste in Deutschland gebaute eiserne Segelschiff „Deutschland“, nachdem es kurz vorher die eisernen Dampfer „Patriot“ und „Sir George Gray“ fertig gestellt hatte.

Auch die deutschen Etablissements für Eisenschiffbau hatten sich einer sehr raschen Entwicklung zu erfreuen. Ihre Zahl vermehrte sich von Jahr zu Jahr, so dass Deutschland gegenwärtig etwa 30 für den Bau eiserner Seeschiffe eingerichtete Werften besitzt. Ist dies auch im Vergleich zu England, welches zur Zeit mehr als 200 Schiffswerften (von denen sich allerdings viele nur mit Reparaturen und dem Bau kleinerer Fahrzeuge beschäftigen) aufweisen kann, eine verhältnissmässig nur kleine Zahl, so können doch unsere Schiffbau-Etablissements mit Bezug auf ihre Leistungen sehr wohl einen Vergleich mit denjenigen Englands bestehen. Die ausserordentlichen Fortschritte, welche Deutschland im Eisenschiffbau gemacht hat, sind hauptsächlich dem mächtigen Aufschwung unserer grossen Dampfschiffahrts-Gesellschaften während der letzten 10 Jahre zu danken.

Werfen wir nach dieser kleinen historischen Skizze unseren Blick

zurück auf die Art und Weise, wie sich der Uebergang vom Holz zum Eisenschiffbau vollzog, so können wir auch hier — wie bei allen grossen Umwälzungen in der Technik — die Beobachtung machen, dass sich die Neuerung nur allmählich und schrittweise Bahn brach, indem man die einzelnen Bestandtheile der hölzernen Schiffe nach und nach durch eiserne zu ersetzen suchte, bis schliesslich der ganze Schiffskörper aus Eisen hergestellt wurde. Bei diesem naturgemässen Entwicklungsgange hätte man erwarten können, dass man zunächst diejenigen Theile durch Eisen ersetzt haben würde, welche sich in Holz nur schwierig beschaffen und herstellen lassen, also namentlich die Spanten und sonstige Krummhölzer. Dies ist jedoch merkwürdigerweise nicht der Fall gewesen, vielmehr scheint man bei den ersten eisernen Fluss- und Kanalbooten noch Spanten, Steven und Kiel aus Holz und lediglich die Aussenhaut aus Eisen hergestellt zu haben. Diese auffällige Erscheinung lässt sich nur durch die Vermuthung erklären, dass es den Erbauern dieser Fahrzeuge zunächst nur darum zu thun war, die Nachtheile, welche das häufige Undichtwerden der Kalfaterung einer hölzernen Aussenhaut im Gefolge hat, zu umgehen. Ausserdem scheint man in den ersten Stadien der Entwicklung des Eisenschiffbaues noch nicht die Herstellung von Winkeleisen gekannt zu haben, so dass es unter diesen Umständen allerdings an einem geeigneten Material für die Spanten u. s. w. gefehlt haben würde. Am längsten hat sich jedenfalls die Anwendung hölzerner Decksbalken erhalten, und wir finden noch heute ältere eiserne Dampfschiffe, welche mit hölzernen Decksbalken versehen sind. — Mit der fortschreitenden Entwicklung des Eisenschiffbaues wurde jedoch das Holz, selbst zur Verwendung untergeordneter Bautheile, mehr und mehr verdrängt, und unsere Dampfer werden heute schon vielfach mit ganz eisernen Decks und eben solcher Wägerung hergestellt, so dass das Holz in dem eigentlichen Schiffskörper ganz ausgeschlossen ist.

Das jetzt noch allgemein übliche Constructionssystem eiserner Schiffe ist — wie leicht ersichtlich — im Allgemeinen demjenigen entlehnt, welches beim Holzschiffbau schon seit Jahrhunderten zur Anwendung gelangt ist. So sind die wichtigsten Bautheile der hölzernen Schiffe, als z. B. der Kiel, das Kielschwein, die Querspanten u. s. w., in die Construction der eisernen übergegangen, obgleich die charakteristischen Eigenschaften des Eisens von denjenigen des Holzes gänzlich verschieden sind und daher eine abweichende Bauweise zweckmässig erscheinen lassen. Nur in ganz vereinzelt Fällen sind eiserne

Schiffe nach einer etwas veränderten Constructionsweise, dem sogenannten Längsspanntensystem erbaut worden, trotzdem dasselbe gegenüber dem gewöhnlichen einige nicht zu unterschätzende Vorzüge besitzt.

Es ist hier nicht der Platz, auf diesen Punkt näher einzugehen; dagegen können wir uns nicht versagen, an dieser Stelle noch die Vorzüge eiserner Schiffe gegenüber hölzernen kurz anzuführen. Dieselben sind vielseitiger Natur und sind einestheils auf die bedeutende Festigkeit und Dehnbarkeit und andertheils auf die grosse Dauerhaftigkeit des Eisens im Vergleich mit Holz zurückzuführen.

Fassen wir den ersteren Punkt näher ins Auge, so ergibt sich schon eine grosse Ueberlegenheit des Eisens dadurch, dass die Festigkeit desselben nach jeder Richtung hin nahezu gleich ist, wogegen bekanntermassen das Holz nur in der Richtung der Faser eine grössere Festigkeit besitzt. Dieser Vorzug des Eisens in Verbindung mit der Biegsamkeit und Dehnbarkeit desselben gestattet dieses Material in solche Formen zu bringen, wie sie zur Erzielung einer möglichst starken Verbindung der einzelnen Theile am zweckentsprechendsten sind. Auf diese Weise werden Constructionsarten ermöglicht, welche eine viel vortheilhaftere Ausnutzung der Festigkeit des Materials zulassen, als dies bei Holz möglich ist. — Die Verbindung der einzelnen Theile eines eisernen Schiffes durch Nieten kann derartig hergestellt werden, dass die Festigkeit der Verbindungsstelle bis auf einen geringen Procentsatz nahezu derjenigen der verbundenen Theile selbst entspricht, was bei einem hölzernen Schiffe auch nicht annähernd erreichbar ist. In diesem Umstande liegt auch die Begründung, dass eiserne Schiffe ein geringeres Eigengewicht besitzen, als hölzerne von gleichen Dimensionen, obgleich ein Stab aus Eichenholz (welche Holzgattung zum Schiffbau doch meistens verwandt wird) im Vergleich mit einem analog geformten Stück aus Eisen von gleicher absoluter Festigkeit ein wesentlich geringeres Gewicht besitzt. Während nämlich das Gewicht des Eichenholzes etwa $\frac{1}{9}$ von dem des Eisens beträgt, ist seine absolute Festigkeit ungefähr gleich $\frac{1}{5}$ von derjenigen des Eisens. Wenn man sich jedoch vergegenwärtigt, dass die einzelnen Planken in der Aussenhaut eines hölzernen Schiffes in ihren Stossfugen gar nicht mit einander verbunden sind, an diesen Stellen also auch gar keine Widerstandsfähigkeit gegen Zug vorhanden ist, so wird man begreifen, wie sehr die Construction eines eisernen Schiffes, bei dem die Stösse der Platten fest durch Nietung mit einander verbunden sind, derjenigen eines hölzernen mit Bezug auf Materialausnutzung überlegen ist. Im All-

gemeinen kann man annehmen, dass bei gut gebauten eisernen Schiffen der effective Querschnitt der Aussenhaut bei Beanspruchung auf Zugspannung kaum weniger als $\frac{7}{8}$ des Gesamtquerschnittes beträgt, gegen $\frac{5}{8}$ bei Schiffen mit hölzerner Aussenhaut. — Die grössere Festigkeit eiserner Schiffe ist daher nicht etwa durch die anscheinend höhere Festigkeit des Eisens bedingt (Eisen ist im Vergleich mit Holz, bezogen auf das specifische Gewicht, das schwächere Material), sondern ausschliesslich durch die beim Eisen mögliche vollkommener Verbindung der einzelnen Theile.

Das Mindergewicht eines eisernen Schiffskörpers beträgt ungefähr 25 bis 30 Procent von dem Gewicht eines gleich grossen hölzernen Schiffes. Diese sehr erhebliche Ersparniss am Eigengewicht kommt selbstverständlich der Tragfähigkeit zu Gute und ist in commercieller Beziehung von so grosser Bedeutung, dass dieser Umstand allein schon für die Wahl des Eisens an Stelle des Holzes massgebend sein würde.

Als ein weiterer zu Gunsten der eisernen Schiffe besonders schwer in die Wagschale fallender Punkt ist die grosse Dauerhaftigkeit derselben im Vergleich mit hölzernen Schiffen zu bezeichnen. Während der ersten Jahre nach Einführung der eisernen Schiffe herrschten über diese Frage noch grosse Meinungsverschiedenheiten, weitere Erfahrungen haben dieselbe jedoch definitiv zu Gunsten des Eisens entschieden. Gut gebaute eiserne Schiffe sind bei zweckentsprechender Behandlung im Dienste während langer Zeit nur einer sehr geringen Abnutzung ausgesetzt; dagegen unterliegen hölzerne Schiffe, selbst wenn sie aus dem ausgesuchtesten und trockensten Holze erbaut sind und die sorgfältigste Behandlung erfahren, in der Regel einem schnellen Verfall. Die ohne Zweifel vorkommenden Fälle grosser Dauerhaftigkeit hölzerner Schiffe sind als Ausnahmen zu betrachten, welche dem Schiffbauer nicht die Mittel an die Hand gegeben haben, bei anderen hölzernen Fahrzeugen eine ähnliche Dauer erzielen zu können. — Eisen ist dagegen inneren Ursachen des Verderbens, wie dies beim Holze der Fall ist, nicht unterworfen; es ist weder den Angriffen des Bohrwurmes ausgesetzt, noch unterliegt es bei unvollkommener Ventilation oder aus anderen Ursachen der Fäulniss. Ferner kommt bei gut gebauten eisernen Schiffen kein bemerkbares „Arbeiten“ bezw. kein eigentliches „Begeben“ vor, während selbst bei den sorgfältigst construirten hölzernen Schiffen ein allmähliches Lockern der Verbindungen unvermeidlich ist. Für den Bau grosser Dampfer, wie sie heute in der transatlantischen Fahrt allgemein Verwendung finden, kann übrigens das Holz als Schiffbaumaterial gar

nicht mehr in Betracht kommen, da es unmöglich sein würde, einem hölzernen Schiffe von derartigen Dimensionen und Verhältnissen die erforderliche Längsschiffs-Festigkeit zu geben.

Die Oxydation oder das Verrosten der Bestandtheile eiserner Schiffe ist die einzige Gefahr, gegen welche man dieselben sorgfältig zu schützen hat. Sie sind sowohl von innen, als auch von aussen immerwährend solchen Einflüssen ausgesetzt, welche ein Verrosten befördern. Die Ursachen des Verfalls von eisernen Schiffen sind daher nur an der Oberfläche des Materials vorhanden und lassen sich durch einen sorgfältigen Anstrich fast gänzlich verhindern oder doch auf ein sehr geringes Maass beschränken.

Ein grosser Nachtheil, welcher den eisernen Seeschiffen anhaftet, und welchen zu beseitigen bis jetzt noch nicht gelungen ist, besteht in dem raschen Bewachsen des äusseren Schiffsbodens mit allerlei Pflanzen und Seethieren. Diese Erscheinung macht sich selbst bei frisch gemalten eisernen Schiffen schon nach Verlauf von 2 bis 3 Monaten bemerkbar und übt dann durch die vermehrte Reibung des Wassers an der Schiffswand einen sehr nachtheiligen Einfluss auf die Fahrgeschwindigkeit des Schiffes aus, ein Uebelstand, der bei gekupferten Holzschiffen nicht vorkommt. Alle Bestrebungen, demselben durch besonders präparirte Anstrichfarben entgegenzutreten, sind bis jetzt erfolglos geblieben, und man hat es nur dahin gebracht, dass das Bewachsen etwas langsamer von Statten geht.

Erstes Kapitel.

Kiel und Kielschwein.

Bei den Kielconstructions für eiserne Schiffe können wir zwei Hauptformen voneinander unterscheiden, nämlich den unter dem Schiffsboden hervorragenden und den flachen Kiel.

Die erstere Art ist der bei Holzschiffen üblichen Construction entlehnt und bildet, je nach der Grösse des Schiffes, eine um circa 15 bis 30 cm unter dem Schiffsboden vorstehende, von vorn bis hinten laufende Rippe, deren Dicke querschiffs zwischen 3 und 10 cm schwankt. Der flache Kiel besteht hingegen aus einer horizontal liegenden Platte, die den in der Mittellinie des Schiffes liegenden Gang der äusseren Bodenbeplattung bildet und nur um einige Millimeter dicker als letztere ist. Von jeder dieser beiden Hauptformen giebt es wieder verschiedene Arten.

Unter den Constructions des vorstehenden Kiels ist der **Balken-** oder **Stangenkiel**, auch **massiver Kiel** (englisch: *bar-keel*) genannt, die älteste Form, welche noch immer eine sehr verbreitete Anwendung findet. Der Balkenkiel besteht aus einer starken Schiene aus Schmiede- oder Walzeisen von rechteckigem Querschnitt. Die grössere Querschnittsdimension steht aufrecht. Das Verhältniss der Höhe des Kiels zu dessen Dicke schwankt ungefähr zwischen 5 zu 1 und 3 zu 1, derart, dass das zuletzt erwähnte Verhältniss bei grossen Schiffen Anwendung findet, während das erstere für kleinere Fahrzeuge gilt. Der Balkenkiel besteht aus einzelnen Stücken von möglichst grosser Länge, die unter sich durch Laschungen verbunden sind. Die Länge der einzelnen Kielstücke schwankt, je nach Umständen, zwischen 6 und 15 m. Figur 1 auf Tafel I stellt diese Construction im Querschnitt dar. Wie aus der Zeichnung ersichtlich, werden die beiden an den Kiel sich anschliessenden Plattengänge der

Aussenhaut (die sogenannten Kielgänge) umgefianscht und durch eine doppelte Reihe von einer Seite zur anderen durchgehender Niete mit dem Kiele verbunden. Es ist hierbei besonders darauf zu achten, dass die obere dieser beiden Nietreihen nicht zu hoch angeordnet wird, damit der betreffende Nietkopf nicht der inneren Ecke der Kielplatte zu nahe kommt. Die Vernachlässigung dieser Vorsicht würde eines-theils das Verstemmen der Nietköpfe sehr erschweren, und andern-theils würden die Niete selbst nie fest angezogen werden können, da der obere Theil des Flansches der Kielplatte meistens nicht mehr dicht an dem Kiele anliegt. Hierbei kommt noch der Umstand in Betracht, dass man, um das Einreißen der Kielplatten beim Umflanschen zu vermeiden, die Biegung nicht in einem allzu kurzen Knicke vornehmen darf.

Wie aus der in Fig. 2 auf Taf. I dargestellten Seitenansicht hervorgeht, werden die Niete im Kiele im Zickzack angeordnet. Die Eintheilung der Stösse der Kielplatten wird dabei gewöhnlich in der Weise getroffen, dass die Stossfuge zwischen zwei Nieten durchläuft, wie dies die punktirte Linie *AB* andeutet. Diese Methode hat jedoch den Uebelstand, dass die Ecke der einen Platte, die hier bei *a* liegt, an der unteren Seite nicht durch ein Niet gefasst und ein Verstemmen derselben, da sich hier die Platte leicht abdrängt, sehr erschwert wird. Ausserdem entsteht die Gefahr, dass beim Aufstossen des Schiffes auf Grund die betreffende Ecke losgerissen wird. Manche Constructeure suchen diesem Uebelstande dadurch zu begegnen, dass sie die Stossfuge genau auf die Mitte eines Nietes legen, wie das die punktirte Linie *CD* andeutet. Sie geben dann dem betreffenden Niet einen etwas grösseren Kopf, um auf diese Weise die Kanten beider Platten besser fassen zu können. — Ein noch besseres Arrangement entsteht jedoch, wenn man von vornherein bei der Eintheilung der Nietlöcher im Kiele auf die Kielplattenstösse Rücksicht nimmt, indem man in der unteren Nietreihe, symmetrisch zu jeder Seite der Stossfuge und dicht neben derselben, ein Niet anordnet in der Weise, wie dies bei der durch die Linie *EF* bezeichneten Stossfuge dargestellt ist.

Die Art der Verlaschung der einzelnen Kielstücke untereinander ist in Fig. 3 auf Taf. I wiedergegeben. Die verticalen Berührungsflächen werden sorgfältig gehobelt, so dass die einzelnen Stücke genau aneinander passen. Die Niete, welche die Kielplatten mit dem Kiele verbinden, dienen gleichzeitig zur Verbindung der Laschen. Früher war es bisweilen bei den Laschungen Gebrauch, zwischen den

für die Befestigung der Kielplatten bestimmten Nietten noch besondere mit versenkten Köpfen versehene Heftniete einzuschalten. Auf diese Weise wird jedoch der Kielquerschnitt an der Verbindungsstelle nur noch mehr geschwächt, weshalb man in neuerer Zeit von dieser Art der Verbindung ganz abgekommen ist. — Die Länge der Kielaschung wird gewöhnlich 3 bis $3\frac{1}{2}$ mal der Höhe des Kiels gemacht, während die Dicke des ausgeschärften Endes ungefähr einem Sechstel der Dicke des Kiels entspricht.

Der in Fig. 4, 5 und 6 auf Taf. I dargestellte sogenannte **Mittelplatten-Kiel** ist eine andere sehr gebräuchliche Construction, bei welcher Kiel und Kielschwein zu einer aufrechtstehenden Platte, der Mittelplatte oder Mittel-Kielplatte, miteinander verschmolzen sind. An beiden Seiten der Unterkante derselben ist eine starke Schiene angebracht, die ebenfalls aus möglichst langen Stücken hergestellt wird. Letztere stossen in der Regel stumpf aneinander (werden also nicht gelascht); die Stossfugen der einen Seitenschiene müssen aber mit denjenigen der Mittelplatte sowohl, als auch der zweiten Seitenschiene gut verschliessen, d. h. die Stösse in den drei aneinander liegenden Eisentheilen müssen in möglichst grossen Entfernungen voneinander angeordnet werden. Wie bei dem Balkenkiel sind auch hier die Platten des an jeder Seite angrenzenden Aussenhautganges, die Kielplatten, umgeflanscht und mittels zweier Reihen Niete mit den beiden Seitenschiene und der Mittelplatte verbunden. Die Ausführung dieser Verbindung bietet indess immer einige Schwierigkeiten, erstens weil es nicht leicht ist, die Nietlöcher so herzustellen, dass sie in allen 5 Theilen genau aufeinander passen, und dann, weil Niete von so grosser Länge, wie sie hier nothwendig werden, sich um so schwerer fest anziehen lassen, je grösser die Anzahl der zu verbindenden Schichten ist. Bei grossen Schiffen muss deshalb diese Arbeit mit Hilfe von hydraulischen Nietmaschinen ausgeführt werden, wodurch ein festes Anziehen der Niete gesichert wird.

Das, was bei der zuerst beschriebenen Kielconstruction über die Vertheilung der Stösse der Kielplatten und der Nietlöcher gesagt wurde, gilt auch hier.

Beim Balken- wie auch beim Mittelplatten-Kiele, welche sich beide durch die unter dem Schiffsboden vorspringende Rippe auszeichnen, wird der Tiefgang des Schiffes um die Höhe dieser Rippe vergrössert. Dies ist der Grund, warum man vielfach den flachen Kiel namentlich bei solchen Schiffen anwendet, welche für seichte Gewässer bestimmt sind.

Der **flache Kiel** besteht, wie in Fig. 7 und 8 auf Taf. I dargestellt ist, aus horizontalen Platten, die, je nach der Form des Schiffes, ganz gerade oder zu beiden Seiten etwas aufgebogen sind. Die Länge dieser Platten, die unter sich durch eine drei- oder vierfach vernietete Verlaschung verbunden sind, ist dieselbe wie diejenige der übrigen Bodenplatten und ihre Dicke ist nur um 2 bis 3 mm grösser, als die der anstossenden Plattengänge. Bei dieser Construction wird fast immer eine verticale Mittelplatte angewendet, welche mittels zweier Winkeleisen mit der Kielplatte verbunden ist. Entweder läuft diese Mittelplatte ununterbrochen durch die ganze Länge des Schiffes und wird alsdann mit dem Ausdrücke **Mittelplatten-Kielschwein** bezeichnet, oder sie besteht aus einzelnen von Spant zu Spant reichenden, zwischen den Bodenwrangen eingeschobenen Stücken. Im letzteren Falle nennt man die Mittelplatte **Intercostal-Kielschwein** oder **eingeschobenes Kielschwein**. Aus Fig. 7 und 8 ist nicht ohne weiteres zu ersehen, ob die Mittelplatte ununterbrochen durchläuft oder ob sie ein eingeschobenes Kielschwein bildet. Wir kommen übrigens auf diesen Gegenstand bei Besprechung des Kielschweins zurück.

Bei grossen Schiffen wird die Dicke des Flachkiels so gross, dass er nicht in einer Platte hergestellt werden kann. Man wendet deshalb in solchen Fällen zwei aufeinander liegende Platten an oder, wie man sich in der Schiffbauersprache auszudrücken pflegt, der flache Kiel wird „verdoppelt“. Die Verdoppelung ist namentlich deshalb erforderlich, damit der flache Kiel bei einer Dockung oder bei einem Aufgrundkommen des Schiffes dem grossen, auf diesen Theil kommenden Druck, der der ganzen Last des Schiffes entspricht, widerstehen kann, ohne dass Einbeulungen der Kielplatten verursacht werden. Ein verdoppelter Flachkiel ist in Fig. 1 auf Taf. IV dargestellt.

Da der Flachkiel bei einem Grundstoss des Schiffes verhältnissmässig wenig widerstandsfähig ist und man doch auch die durch Anwendung eines Balkenkiels bedingte Vergrösserung des Tiefganges vermeiden möchte, so ist neuerdings von der Firma Harland & Wolff in Belfast eine Anordnung eingeführt worden, die den erwähnten Umständen Rechnung trägt und in Fig. 2 auf Taf. IV dargestellt ist. Die wagrechte Kielplatte ist hierbei nur in einer einfachen Schicht hergestellt, also nicht verdoppelt. Unter dem flachen Kiele ist eine sehr starke Schiene von rechteckigem Querschnitte so angebracht, dass die grössere Seite des Querschnittes wagrecht liegt, wie das aus der Zeichnung deutlich ersichtlich ist. Die Niete, welche die unteren Winkel

des Mittelplatten-Kielschweins mit dem flachen Kiele verbinden, reichen auch noch durch die erwähnte Schiene, so dass sie also eine sehr beträchtliche Länge erhalten müssen, und deshalb nur dann zuverlässig festsitzen, wenn sie auf hydraulischem Wege niedergepresst werden. Handnietung ist hierbei ganz unzulässig. Da die Kielschiene sich nicht gegen die flache Kielplatte verstemmen lässt, so muss zwischen diesen beiden Theilen ein Dichtungsmaterial angewendet werden. Gewöhnlich legt man eine Lage von in Mennigfarbe getränktem Flanell zwischen die Kielschiene und den Flachkiel. Die einzelnen Stücke der Kielschiene wählt man natürlich möglichst lang und lässt sie gut mit den Stössen des Flachkiels verschliessen. Sie werden sorgfältig miteinander verlascht und zwar in ähnlicher Weise, wie bereits bei dem Balkenkiele erläutert worden war. — Diese Kielconstruction hat sich sehr bewährt und wird namentlich bei grossen Dampfern angewendet.

Das **Kielschwein** ist ein Bautheil, der nur bei Schiffen ohne Doppelboden, also jetzt fast nur noch bei Segelschiffen zur Anwendung kommt und aus einem parallel zum Kiele angeordneten Träger besteht, der entweder mit dem Kiele verbunden ist oder in geringer Entfernung über demselben auf den Bodenwrangen liegt, in beiden Fällen also gewissermassen eine Verstärkung des Kiels bildet.

Die einfachste Form ist das **Träger-Kielschwein auf den Bodenwrangen**, wie es in Fig. 1 und 2 auf Taf. I dargestellt ist. Wie aus der Zeichnung ersichtlich, besteht es aus einem Doppel-T-Träger, der aus einer verticalen Platte, zwei Gurtplatten und den erforderlichen Winkeleisen gebildet und mittels der Gegenspanten und der denselben gegenüber anzubringenden kurzen Stücke Winkeleisen mit den Bodenwrangen verbunden ist. — Von den beiden Gurtplatten wird jedoch die untere, die sogenannte Grundplatte, durch die Bauvorschriften der Classifications-Institute erst von einer gewissen Grösse des Schiffes ab vorgeschrieben und diese Platte ist daher bei kleineren Schiffen selten vorhanden. Die obere Gurtplatte, die sogenannte Topplatte, erstreckt sich in der Regel nur über drei Viertel der Schiffslänge, muss aber unter allen Umständen eine grössere Strecke vor den Fockmast und hinter den Besahn- bzw. Grossmast reichen.

Die Niete in den längsschiffs laufenden Winkeleisen werden gewöhnlich — wie aus Fig. 2 derselben Tafel ersichtlich — nicht in einer geraden Linie, sondern im Zickzack angeordnet, wodurch die aufrechte Lage der Mittelplatte mehr gesichert werden soll. Bei kleineren Schiffen muss man natürlich wegen der geringen Breite

der Winkeleisen von einer solchen Nietenheilung absehen. Es ist dafür Sorge zu tragen, dass die Stösse der einzelnen Theile des Kielschweins, also der mittleren verticalen Platte, der Gurtplatten und der Winkeleisen, sowohl unter sich, als auch mit den Laschen des Kiels gut verschlossen.

Die einzelnen Theile der verticalen Platte des Träger-Kielschweins sind an ihren Stossfugen durch doppelte Laschstücke (d. h. ein Laschstück an jeder Seite dieser Platte) mittels dreifacher Vernietung miteinander verbunden, wie aus Fig. 2, Taf. I ersichtlich. Die Stösse der Gurtplatten erhalten dagegen nur einfache Laschstücke, sind aber gleichfalls dreifach zu vernieten. —

In grossen Schiffen erhält das Träger-Kielschwein bisweilen eine ganz beträchtliche Höhe von 60 cm und darüber. In solchen Fällen empfiehlt es sich, den Träger seitlich durch einige Knieplatten zu stützen, um ein Neigen desselben zu verhindern.

Vereinzelt ist statt des Doppel-T-Trägers ein hohler Blechträger angewendet, wie in Fig. 9, Taf. I dargestellt ist und den man mit dem Namen **Kasten-Kielschwein** bezeichnet. Auch diese Construction kommt sowohl mit, als auch ohne untere Gurtplatte vor. Sie hat gegenüber dem Träger-Kielschweine den Vortheil, dass die verticalen Platten nicht so sehr die Tendenz besitzen, sich seitlich zu neigen. Auf der andern Seite besteht beim Kasten-Kielschweine wieder der Nachtheil, dass der innere Raum desselben behufs Reinigung von Rost nur schwer oder gar nicht zugänglich ist. Aus diesem Grunde sind die Querschnittsdimensionen dieses Kielschweins in einzelnen Fällen so gross gewählt, dass ein Mann in dasselbe hineinkriechen kann, zu welchem Zwecke es an geeigneten Stellen mit Mannlöchern versehen wird. Dieselben bedingen jedoch immer eine grosse Schwächung des Trägers, weshalb man darauf Bedacht zu nehmen hat, dass sie gegen die Enden und nicht in der Mitte des Schiffes angeordnet werden, da hier die Beanspruchung eine grössere ist. Zuweilen ist auch wohl eine Einrichtung vorhanden, um das Kielschwein mit Wasser füllen zu können, so dass es gleichzeitig als Wasserballast-Behälter dient. — In neuerer Zeit wird das Kasten-Kielschwein nicht mehr angewendet und ist daher zu den veralteten Constructionen zu zählen.

Da der Hauptzweck der beiden beschriebenen Kielschwein-Constructionen nur der sein kann, eine starke locale Beanspruchung des Schiffsbodens auf die benachbarten Theile zu übertragen, so ist vor allem darauf zu achten, dass die Verbindung der Bodenwrangen mit

dem Kielschweine eine möglichst solide ist. Die Bodenwrangen werden daher an ihrer Oberkante bei den vorher beschriebenen Kielschwein-Constructionen nicht nur mit dem Gegenspante, sondern noch mit einem kurzen, dem letzteren gegenüber anzubringenden Stücke Winkeleisen versehen, um so die Möglichkeit zu bieten, selbst wenn eine Grundplatte des Kielschweins fehlt, wenigstens 4 Niete zur Verbindung der Kielschweins-Winkeleisen mit den Bodenwrangen anwenden zu können. Da das Gegenspant in der Regel von so geringer Breite ist, dass in demselben nur ein Niet an jeder Seite des Kielschweins angebracht werden kann, so nimmt man beim Fehlen einer Grundplatte das dem Gegenspante gegenüber liegende kurze Winkeleisen meistens so breit, dass in dessen Schenkel 2 Niete an jeder Seite des Kielschweins Platz finden und auf diese Weise die Verbindung zwischen dem letzteren und der Bodenwrange durch wenigstens 6 Niete hergestellt werden kann, wie das im Grundriss durch Fig. 10 auf Taf. I angedeutet ist. Ist dagegen eine Grundplatte vorhanden, so kann man zur Verbindung des Kielschweins mit den Bodenwrangen 8 Niete anbringen, indem man ausser den durch die Kielschweins-Winkeleisen reichenden noch 4 weitere Niete durch die Grundplatte führt.

Eine dritte Art ist das **Intercostal-** oder **eingeschobene Kielschwein**, welches in seiner gewöhnlichsten Form in Fig. 11 auf Taf. I dargestellt ist. Bei demselben besteht der mittlere Träger aus einzelnen kurzen Platten (Intercostal-Platten), welche genau zwischen die Bodenwrangen eingepasst sind und diese meistens um die Breite eines Winkeleisenschenkels überragen, während sie unten auf dem Kiele ruhen. Auf der Oberkante der Bodenwrangen läuft zu jeder Seite der hervorstehenden eingeschobenen Platten über die ganze Länge des Schiffes eine horizontale Schiene, deren Breite ungefähr der halben Höhe der Bodenwrangen entspricht. Diese beiden Plattenstreifen sind mit den eingeschobenen Platten durch zwei längsschiffs laufende Winkeleisen verbunden, welche zuweilen noch durch ein Wulsteisen, oder bei ganz grossen Schiffen durch eine verticale, an der Oberkante mit zwei Winkeleisen versehene Platte verstärkt werden, wie dies in der Zeichnung angegeben ist.

Hat das Schiff einen flachen Kiel, so werden die Platten des eingeschobenen Kielschweins durch kurze Stücke Winkeleisen, die von Spant zu Spant reichen, mit der Kielplatte verbunden, wodurch Kiel und Kielschwein gewissermassen zu einem Ganzen vereinigt werden. Diese Construction ist aus Fig. 8 auf Taf. I zu ersehen.

Bei grossen Schiffen zieht man es meistens vor, die Bodenwrangen in der Mitte über dem Kiele zu durchschneiden, um eine Kielschweinsplatte ununterbrochen durch die ganze Länge des Schiffes durchlaufen lassen zu können. Auf diese Weise entsteht eine Construction, welche man in dem Falle, wo es sich um ein Schiff mit flachem Kiele handelt, mit dem Ausdrucke **Mittelplatten-Kielschwein** belegt. Dieselbe ist in Fig. 7 auf Taf. I dargestellt und hat im Aeusseren auf den ersten Blick viel Aehnlichkeit mit dem eingeschobenen Kielschweine. — Wird diese durchgehende Mittelplatte bei Schiffen mit einem aussen vorstehenden Kiele zur Anwendung gebracht, so entsteht die Construction, welche wir schon weiter oben als **Mittelplatten-Kiel** kennen gelernt haben und die in den Figuren 4, 5 und 6 auf Taf. I dargestellt war. Hier kann man füglich nicht mehr von einem Kielschweine sprechen, sondern belegt die durchgehende Mittelplatte, wie schon früher erwähnt, mit der Bezeichnung **Mittel-Kielplatte**. — Auch bei Anwendung einer durchgehenden Mittelplatte lässt man in ganz ähnlicher Weise, wie bei dem eingeschobenen Kielschweine, eine horizontale Platte, die unter Umständen in zwei parallele Streifen zerfällt, auf der Oberkante der Bodenwrangen entlang laufen. Diese horizontale Platte bildet, wie aus den Figuren 4, 6 und 7 ersichtlich, den oberen Gurt des Trägers.

Man sollte bei dieser Construction immer die Oberkante der Mittelplatte mit den Bodenwrangen in gleicher Höhe anordnen, so dass die erwähnte horizontale Platte der Breite nach immer in einem Stücke hergestellt werden kann (so, wie in Fig. 4 und 7, Taf. I dargestellt ist), wodurch die in der Mitte getheilten Bodenwrangen an ihrer Oberkante in sehr solider Weise verbunden werden. Steht die Mittelplatte über den Bodenwrangen vor (wie in Fig. 6 auf Taf. I gezeigt), wobei die horizontale Platte in zwei parallele Streifen zerfallen muss, so ist der Querverband weniger gut. Die in Fig. 6 dargestellte Construction muss daher als unzweckmässig bezeichnet werden, obgleich dieselbe häufig angetroffen wird.

Wie schon eingangs erwähnt, ist der Balkenkiel eiserner Schiffe der beim Holzschiffbau üblichen Construction entlehnt. Er bildet bei letzterer einen für die Längsschiffsfestigkeit wichtigen Constructionstheil und gewissermassen die Basis für den Aufbau des ganzen Schiffes; zugleich giebt er dem Fahrzeuge beim Segeln am Winde einen vergrösserten seitlichen Widerstand gegen Abtrift. Der letztere Gesichtspunkt kommt indess nur für Segelschiffe in Betracht; für Dampfer ist er dagegen von untergeordneter Bedeutung.

Untersuchen wir zunächst, inwiefern der Balkenkiel für die Längsschiffsfestigkeit eines eisernen Schiffes von Werth ist, so gelangen wir zu dem Schlusse, dass derselbe allerdings das Widerstandsmoment des Hauptpantes eines Schiffes mit vergrössern hilft und daher auch zur Längsschiffsfestigkeit beiträgt, jedoch nicht mehr und nicht weniger, als jeder andere längsschiffs liegende Bautheil, der mit der Bodenbeplattung in inniger Verbindung steht. Wenn ein Schiff Kräften unterworfen ist, welche dasselbe der Längsachse nach durchzubiegen streben, wie das ja bei jedem auf bewegter Meeresoberfläche schwimmenden Fahrzeuge der Fall ist, so wird der Boden des Schiffes der Längsrichtung nach abwechselnd einem Zuge oder einem Drucke ausgesetzt. Diesen Zug oder Druck aufzunehmen, sind jedoch andere längsschiffs angeordnete Constructionstheile auch geeignet und ist das namentlich auch mit dem flachen Kiele der Fall. Von diesem Standpunkte aus können wir daher dem Balkenkiele keinen Vorzug einräumen, ja er steht sogar in dieser Beziehung dem flachen Kiele nach, da bei diesem die Vereinigung der Kielplatten einen grösseren Procentsatz an Festigkeit gewährt, als die Laschungen eines Balkenkiels.

Obschon die Vergrösserung des seitlichen Widerstandes gegen Abtrift durch einen vorstehenden Kiel eigentlich nur bei Segelschiffen in Frage kommt, so bietet ein solcher Kiel doch bei Dampfschiffen ein Mittel, um die Rollbewegungen etwas zu vermindern, indem er beim Schlingern einen Widerstand im Wasser findet, wodurch die seitlichen Schwingungen in ihrer Ausdehnung beschränkt werden, d. h. der Ausschlagswinkel vermindert wird. Ist man daher aus Rücksicht auf geringe Wassertiefen genöthigt, einen flachen Kiel zur Anwendung zu bringen, so bedient man sich häufig als Ersatz für den vorspringenden Balkenkiel sogenannter **Kimmkiele** oder **Schlingerkiele**. Letztere bestehen gewöhnlich aus starken Plattenstreifen, welche zu beiden Seiten des Schiffes in der Nähe der Kimm auf circa $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ der Schiffslänge mittschiffs an der Aussenhaut derart befestigt werden, dass sie eine vorstehende Rippe bilden und daher gleichfalls durch den im Wasser auftretenden seitlichen Widerstand die Rollbewegung des Schiffes zu hemmen vermögen.

Für Dampfer, welche bei einer grossen Breite im Verhältniss zur Länge eine sehr völlige Form besitzen, ist die Anwendung eines vorstehenden Kiels zur Erzielung einer guten Steuerfähigkeit von Wichtigkeit, da solche Fahrzeuge, wenn sie mit einem flachen Kiele versehen sind, wegen des zu geringen seitlichen Widerstandes sehr unruhig oder, wie der technische Ausdruck lautet, „wild“ steuern.

Der Hauptvortheil des Balkenkiels besteht darin, dass er für das Schiff gewissermassen einen Schutz bildet, wenn dasselbe auf Grund geräth und dabei auf einen harten Gegenstand trifft. Dies ist wohl auch die Hauptursache für die Beibehaltung des Balkenkiels, wenn nicht die Rücksicht auf den Tiefgang des Schiffes einen flachen Kiel bedingt. Da nämlich der Boden des Schiffes fast immer eine von der Mitte aus nach den Seiten zu etwas aufsteigende Form hat, so liegt die Wahrscheinlichkeit nahe, dass das Schiff beim Auftreffen auf Grund immer zunächst mit dem Kiele aufstösst, welcher vermöge seiner grossen Stärke erfahrungsgemäss in einem solchen Falle nicht so leicht Beschädigungen ausgesetzt ist. Schiffe mit flachem Kiele werden zweifelsohne beim Auffahren viel leichter einen Leck im Boden erhalten, und sie werden deshalb auch in der Regel nicht ganz bis auf den bei der vorhandenen Wassertiefe für Schiffe mit vorspringendem Kiele zulässigen Tiefgang beladen, wodurch dann der durch Anwendung des flachen Kiels erzielte Gewinn an Tiefgang theilweise wieder ausgeglichen wird.

Die horizontale Kielschiene in Verbindung mit einem flachen Kiele bietet, wie schon erwähnt, gleichfalls einen sehr wirksamen Schutz beim Auftreffen auf Grund und diese Construction (vergl. Fig. 2 auf Taf. IV) ist mit Bezug auf diesen Punkt ziemlich gleichwerthig mit dem Balkenkiele, nur bietet sie nicht die gleichen Vortheile für die Einschränkung der Rollbewegungen, dagegen trägt ihr ganzer Querschnitt zur Längsschiffsfestigkeit bei.

Ebenso wie bei dem Kiele sind auch die einzelnen Constructionen des Kielschweins mit Bezug auf ihren Werth für die Festigkeit des Schiffes sehr voneinander verschieden.

Im **Träger-** und **Kasten-Kielschweine** finden wir zunächst wieder die Analogie mit der Bauweise der hölzernen Schiffe. Diese Kielschwein-Formen können nur den Zweck haben, eine grössere locale Beanspruchung des Schiffsbodens — mag diese nun, wie beim Aufstossen auf Grund, in einem Drucke von unten nach oben bestehen, oder in umgekehrter Richtung durch eine grosse, auf eine kurze Strecke vertheilte Belastung im Innern des Schiffes erfolgen — auf eine grössere Länge, bezw. auf eine grössere Anzahl Bodenwrangen zu vertheilen.

Für die Längsschiffsfestigkeit wird das Träger- bezw. Kasten-Kielschwein dagegen nur von geringem Werthe sein, weil es nicht im Stande ist, zur Vergrösserung des Widerstandsmomentes des Hauptspantes wesentlich beizutragen. Es ergibt sich das aus dem Um-

stande, dass ein solches Kielschwein keinem Zuge oder Drucke ausgesetzt ist, wenn das Schiff auf Längsschiffsfestigkeit beansprucht wird, da sich die Längsspannungen im Schiffsboden nicht durch die vertical stehenden Bodenwrangen auf das über denselben angebrachte Kielschwein übertragen können.

Das **Mittelplatten-Kielschwein**, bezw. der Mittelplatten-Kiel verhält sich in dieser Beziehung anders. Die Mittelplatte ist hier mit dem Kiele und der Aussenhaut ihrer ganzen Länge nach so innig verbunden, dass sich alle längsschiffs gerichteten Spannungen der Bodenbeplattung dem Kielschweine mittheilen müssen. Bei einer Berechnung des Widerstandsmomentes des Hauptspantes kann also hier die Querschnittsfläche der Mittelplatte sowohl, als der zugehörigen horizontalen Platten mit in Rechnung gezogen werden. Diese Construction, gleichgültig, ob dabei ein vorspringender oder ein flacher Kiel zur Anwendung gelangt, empfiehlt sich daher namentlich für alle sehr grossen Schiffe, bei denen es besonders schwierig ist, die erforderliche Längsschiffsfestigkeit zu erreichen. Ein solches Kielschwein ist auch für alle mit einem Doppelboden versehenen Schiffe sehr zweckmässig, weil hier die horizontale Platte gleichzeitig einen Theil der Decke des Doppelbodens bilden kann. Die Mittelplatte gewährt auch den Vortheil, den Bilgeraum längsschiffs in zwei Theile zu trennen und dadurch das Ueberstürzen des Bilgewassers von einer Seite des Schiffes zur andern, bei heftigen Rollbewegungen desselben, zu verhindern.

Aus Obigem erhellt, dass das Mittelplatten-Kielschwein gleich gut geeignet ist, die Längsschiffsfestigkeit zu erhöhen und locale Beanspruchungen im Boden des Schiffes aufzunehmen, und aus diesem Grunde ist die Anwendung dieser Construction in neuerer Zeit sehr gebräuchlich geworden. Ihr einziger Nachtheil besteht darin, dass die Bodenwrangen in der Mitte durchschnitten werden müssen. Wenn jedoch die horizontale Platte in der Weise angebracht ist, wie Fig. 4 auf Taf. I zeigt, bei welcher Anordnung dieselbe die Oberkante der Bodenwrangen gleichsam als Gurtplatte eines Trägers verbindet, und wenn die Bodenwrangen an der Unterkante durch kurze Winkeleisen, welche durch die Mittelplatte hindurchgeschoben werden, vereinigt sind, so ist die durch das Theilen der Bodenwrangen bedingte Verschwächung in genügender Weise ausgeglichen.

Betrachtet man das **eingeschobene Kielschwein** genauer, so wird man finden, dass diese Construction in Verbindung mit einem Balkenkiele (vergl. Fig. 11 auf Taf. I) jedenfalls nicht so geeignet ist,

grössere locale Beanspruchungen im Boden aufzunehmen, wie die beiden vorher behandelten Kielschwein-Arten. Die horizontalen Platten, welche auf den Bodenwrangen angebracht sind, sowie die längsschiffs laufenden Winkeleisen in Verbindung mit den etwa vorhandenen Wulsteisen oder sonstigen Verstärkungen, sollen als oberer Gurt eines Trägers wirken, bei welchem die eingeschobenen Platten als Mittelrippe und der Kiel als unterer Gurt betrachtet werden können. Da jedoch diese Mittelrippe nur aus einzelnen kurzen Stücken besteht, welche in der Praxis selten mit besonders grosser Genauigkeit zwischen die Bodenwrangen gepasst sind und auch meistens gar nicht bis unmittelbar auf den Kiel hinabreichen, so ist der Träger jedenfalls nur ein sehr mangelhafter und seine Widerstandsfähigkeit viel geringer als die der anderen Kielschwein-Constructions.

Wenn das eingeschobene Kielschwein trotzdem bei kleinen Schiffen keine merklichen Nachtheile zeigt, so ist das nur ein Beweis, dass das Kielschwein in diesen Fällen überhaupt nur eine ganz untergeordnete Bedeutung für die Bodenversteifung besitzt, bezw. dass der Werth desselben häufig bedeutend überschätzt wird. Die Art der Verbindung der einzelnen Theile dieser Construction macht eine vollkommene Uebertragung der Längsschiffsspannungen in der Bodenbeplattung auf das Kielschwein unmöglich und letzteres kann somit zur Vergrösserung des Widerstandsmomentes des Hauptspantes nicht beitragen.

Wir finden demnach, dass das eingeschobene Kielschwein den vorgeschriebenen Constructionen nachsteht. Seine Anwendung verdankt es meistens dem Umstande, dass es nur wenig oder gar nicht über die Bodenwrangen hervorragte und also den Schiffsraum nicht beeinträchtigt. Ausserdem macht es, gleich dem Mittelplatten-Kielschweine, besondere Anordnungen, um das Ueberstürzen des Bilgewassers zu verhüten (Waschplatten), wenigstens bei kleineren Schiffen, entbehrlich, und es ist schliesslich auch geeignet, die Bodenwrangen in ihrer verticalen Lage zu erhalten und vor dem Zusammenstauchen zu schützen, wenn der Boden des Schiffes bei einem Grundstoss einer starken localen Beanspruchung von unten nach oben ausgesetzt ist. Im Allgemeinen muss man es jedoch als eine wenig empfehlenswerthe Construction bezeichnen.

In Verbindung mit einem flachen Kiele ist das eingeschobene Kielschwein (Fig. 8, Taf. I) der soeben besprochenen Construction jedenfalls überlegen, da man hier durch die Verbindung der Unterkante der eingeschobenen Platten mit der Kielplatte der Bildung eines

regelrecht construirten Trägers näher kommt. Bei Anwendung eines flachen Kiels ist übrigens die Benutzung entweder eines Mittelplatten- oder eines eingeschobenen Kielschweins unbedingt erforderlich, da die Kielplatte andernfalls nicht im Stande sein würde, dem grossen Drucke beim Docken eines Schiffes, wobei nahezu die ganze Last desselben auf dem Kiele ruht, widerstehen zu können. Würde dabei einer der sogenannten Kielklötze gerade zwischen zwei Bodenwrangen liegen, so wäre bei fehlendem eingeschobenem oder Mittelplatten-Kielschweine ein Einbiegen der Kielplatte unvermeidlich.

Fassen wir die Resultate unserer Betrachtungen kurz zusammen, so ergibt sich Folgendes: Für nicht zu grosse Schiffe und solche mit einer grossen Tiefe im Verhältniss zur Länge eignet sich seiner bequemen Herstellung wegen das Träger-Kielschwein am besten. Hat man besondere Gründe, den Laderaum nicht durch das Kielschwein zu beschränken, so wähle man allenfalls auch das eingeschobene Kielschwein. Bei grossen Schiffen mit verhältnissmässig geringer Tiefe, sowie bei solchen mit einem Doppelboden, wende man hingegen immer das Mittelplatten-Kielschwein an.

Zweites Kapitel.

Vorder- und Hintersteven.

A. Der Vordersteven.

Der Vordersteven eiserner Schiffe besteht gewöhnlich aus einer schmiedeeisernen Schiene von dem Querschnitte des Balkenkiels. Der untere Theil des Stevens schliesst sich in Schiffen mit Balkenkiel durch eine einfache Laschung an letzteren an, oder er ist, wenn das Schiff mit einem flachen Kiele versehen ist, auf eine geeignete, später näher zu beschreibende Weise mit der vordersten Kielplatte verbunden. Auf eine geringe Länge verfolgt der sich an den Kiel anschliessende Theil des Stevens meistens noch eine nahezu horizontale Richtung und geht dann mit einer Curve in eine verticale oder doch nur wenig hiervon abweichende Lage über, je nachdem das Schiff einen sogenannten geraden oder einen überhängenden, mit einem Gallion versehenen Steven erhalten soll. Der Querschnitt des Vorderstevens bleibt gewöhnlich bis ungefähr zur obersten Wasserlinie derselbe wie derjenige des Kiels und wird von da ab etwas verjüngt, so dass er an seinem oberen Ende nur noch etwa zwei Drittel des Kielquerschnittes besitzt. Beim überhängenden, in ein Gallion auslaufenden Steven vermindern sich die Querschnittsdimensionen am oberen Ende in der Regel noch mehr.

In Fig. 12 auf Taf. I ist ein Steven veranschaulicht, wie er am häufigsten bei eisernen Dampfschiffen zur Anwendung gelangt. Da gegenwärtig die Herstellung desselben aus einem Stücke keine Schwierigkeiten bietet, so wird er nie mehr aus mehreren Stücken zusammengesetzt, wie das wohl früher bisweilen bei grossen Schiffen vorkam. Die Laschung, welche den Steven mit dem Kiele verbindet, ist von derselben Form, wie die bei der Verbindung der einzelnen

Kielstücke unter sich gebrauchte, welche in Fig. 3 auf Taf. I dargestellt wurde. Besitzt das Schiff jedoch einen Centerplatten-Kiel, so geschieht die Verlaschung in einer etwas anderen Form, und zwar entweder derartig, wie in der Ansicht von oben in Fig. 13 auf Taf. I dargestellt ist, oder wie Fig. 14 derselben Tafel zeigt.

Fig. 7 auf Taf. II bringt den Steven eines mit einem Gallion versehenen Schiffes zur Anschauung. Derselbe unterscheidet sich von dem oben beschriebenen in der Hauptsache nur durch seine Form. An der Vorderkante des oberen Theiles finden wir noch zwei angeschweisste Augen, welche zur Befestigung der Wasserstagen für das Bugspriet dienen. Das äusserste obere Ende erhält zuweilen noch eine Fortsetzung von einer durch die punktirtten Linien angedeuteten Form. Wie aus der Figur ersichtlich, tritt hier der Strak der Vorderkante des Stevens plötzlich etwas zurück. Diese Anordnung hat den Zweck, die aus Holz hergestellten Verzierungen des Gallions so anbringen zu können, dass ihre Aussenkante mit derjenigen des Stevens in einem reinen Strak verläuft.

Die Verbindung eines Plattenkiels mit dem Vorderstevan muss natürlich in einer, von der beim Balken- und Mittelplatten-Kiele gebräuchlichen Methode völlig abweichenden Weise stattfinden. Die vorderen Kielplatten erhalten einen U-förmigen Querschnitt, welcher durch die Form der Spanten an dieser Stelle bedingt wird, während man dem unteren Ende des Vorderstevens einen trapezförmigen Querschnitt giebt, so dass es genau in die vorderste Kielplatte hineinpasst, wie das durch die Querschnittszeichnungen *A*, *B*, *C* u. s. w. in Fig. 1 auf Taf. II dargestellt ist. Nur wenig von seinem unteren Endpunkte entfernt, hat der Vorderstevan einen kleinen Absatz *a*, dessen Höhe der Dicke des Plattenkiels gleichkommt. Gegen diesen Absatz stösst die vordere Kielplatte, so dass die untere Seite des Stevens mit der Aussenfläche des Kiels in einem Strak verläuft. Bis zu diesem Absatz hat die Kielplatte auch die volle U-Form, während von diesem Punkte nach vorn zu der untere Theil derselben aufgeschnitten ist, so dass der Vorderstevan aus der Kielplatte austritt und nur noch die beiden sich seitlich an den Steven anlegenden Schenkel der U-Form übrig bleiben, wie dies aus den Querschnittszeichnungen *B*, *C* u. s. f. derselben Figur ersichtlich ist.

Die Verbindung des Stevens mit der Kielplatte geschieht an dem äussersten trapezförmigen Ende des ersteren durch Schrauben mit versenkten Köpfen; von der Stelle ab, wo sich der Stevenquerschnitt hingegen wieder mehr der rechteckigen Form nähert, kommen Niete

zur Anwendung. Bietet nun schon die Herstellung der eigenartigen Form des Stevens an dieser Stelle einige Unbequemlichkeiten, so verursacht die eigentliche Vereinigung desselben mit dem Plattenkiel dadurch, dass ein Theil der vorderen Kielplatte nur mittelst Schrauben und der andere Theil nur durch sehr lange Nieten mit dem Steven verbunden werden kann, gleichfalls Schwierigkeiten. Als weitere Erschwerung tritt dann noch der Umstand hinzu, dass die beiden Seitenflächen des Stevens hier noch immer nicht ganz parallel zu einander liegen, wodurch ein gutes Anziehen der betreffenden Nieten sehr schwierig wird. Aus diesem Grunde schliessen sich auch die Kielplatte und die unteren Aussenhautplatten bisweilen nicht so gut und fest den Steven an, als dies wünschenswerth wäre.

Um die umständlichere Herstellung des Vorderstevens mit trapezförmigem unteren Ende zu umgehen, behalten manche Constructeure den rechteckigen Querschnitt über die ganze Länge des Stevens bei. Die Vereinigung der ersten Kielplatte mit dem Steven geschieht dann derart, dass man die aufgebogenen Schenkel der ersteren etwas ein-kneift, so dass die Platte die in Fig. 3 auf Taf. II dargestellte Form erhält. Es ist jedoch augenscheinlich, dass in diesem Falle die Her-richtung der Kielplatte wieder etwas mehr Arbeit erfordert, wodurch der durch Beibehaltung eines unveränderten Querschnittes für den Vorderstevan erzielte Vorthail wieder verloren geht. — Diese Con-struction wird übrigens ausschliesslich bei kleineren Fahrzeugen an-gewendet.

Bei leicht gebauten Flussbooten stellt man wohl auch den ganzen Vorderstevan aus einem Winkeleisen in der Weise her, dass sich an die beiden Schenkel desselben die Aussenhautplatten direct anlegen. Diese, in Fig. 2 auf Taf. II dargestellte Construction ermöglicht eine sehr bequeme Vereinigung des Stevens mit einer Kielplatte. Bis-weilen fertigt man wohl auch nur den mit der Kielplatte zu ver-bindenden Theil des Stevens aus einem Winkeleisen an und schweisst dann weiter oben, wo der Steven eine mehr verticale Lage hat, zwischen die Schenkel des Winkels ein Flacheisen, so dass der obere Theil des Stevens dadurch wieder den üblichen rechteckigen Quer-schnitt erhält.

Schiffe, welche zufolge ihres Zweckes genöthigt sind, häufig im Eise zu arbeiten, erhalten gewöhnlich einen Vorderstevan, der mit einer sogenannten Spündung versehen ist, d. h. in welchen seiner ganzen Länge nach an jeder Seite eine Nute eingehobelt ist. Gegen den hierdurch gebildeten Rand stossen die Aussenhautplatten, so

dass sie von vorn gegen Beschädigung geschützt sind. Der Querschnitt eines derartigen Vorderstevens findet sich in Fig. 15 auf Taf. I dargestellt.

Seitdem in der Fabrikation von Stahlgussstücken so ausserordentliche Fortschritte gemacht worden sind, bedient man sich in neuerer Zeit vielfach aus Stahl gegossener Steven, denen man mit Leichtigkeit jeden beliebigen, eine bequeme und solide Verbindung mit der Aussenhaut und dem Kiele ermöglichenden Querschnitt zu geben vermag und womit man insbesondere den bei der Vereinigung des Stevens mit einem flachen Kiele sich darbietenden Schwierigkeiten und Uebelständen in erfolgreichster Weise zu begegnen im Stande ist. Die Querschnittsformen solcher Steven finden sich in Fig. 4, 5 und 6 auf Taf. II veranschaulicht.

Der untere Theil des Stevens erhält hier, wie ersichtlich, einen rinnenförmigen Querschnitt, mit dessen Schenkeln die Aussenhaut in der üblichen Weise vernietet werden kann. Der Querschnitt in Fig. 4 zeigt ausserdem noch eine Mittelrippe, die sich jedoch nur über eine kurze Strecke des Stevenfusses ausdehnt und den Zweck hat, mit der hier als vorhanden gedachten Mittelplatte verbunden zu werden, wie dies auch in der Figur angedeutet ist. Auf solche Weise entsteht eine ausserordentlich zuverlässige Vereinigung des Stevens mit der Mittelplatte, wie sie bei Anwendung eines schmiedeeisernen Stevens nur mit einem sehr grossen Kostenaufwand zu ermöglichen ist. Diese Mittelrippe fällt bei Nichtanwendung eines Mittelplattenkiels fort.

Weiter nach vorn zu nimmt der Steven dann den Querschnitt von Fig. 5 an und geht schliesslich wieder in den massiven, in Fig. 6 dargestellten Querschnitt über.

Fig. 3 auf Taf. VI stellt einen Vorderstevan dar, wie er neuerdings mehrfach bei sehr grossen Dampfmaschinen mit flachem Kiele und horizontaler Kielschiene zur Anwendung gekommen ist. Der eigentliche Vorderstevan besteht hier auch aus einer schmiedeeisernen Schiene von rechteckigem Querschnitt. Der Uebergang dieses Stevens in den flachen Kiel ist hier jedoch durch ein Stahlgussstück von eigenthümlicher Form vermittelt. Dieses Gussstück erstreckt sich in der Figur von *A* bis *B*. Bei *A* befindet sich die Verlaschung mit der horizontalen Kielschiene und bei *B* mit dem unteren Ende des Vorderstevens. Von *C* bis *D* erstreckt sich ein angegossener senkrechter Lappen, der dazu bestimmt ist, mit dem Mittelplattenkielschweine vernietet zu werden. Da die Mittelplatte genau in der

Symmetrie-Ebene liegt, so ist die die Mittelplatte berührende Seite des erwähnten Lappens um die halbe Dicke der Mittelplatte aus der Mitte gerückt, wie das deutlich aus den dargestellten Querschnitten ersichtlich ist. Der flache Kiel reicht bis zu dem Punkt *a*, wo an dem Gussstück ein Absatz angebracht ist, gegen den die Kielplatte stumpf stösst. Von *a* bis *f* sind an dem Gussstücke zwei grosse seitliche Lappen angebracht, mit welchen die Aussenhautbeplattung vernietet wird.

Wie aus den Querschnitten ersichtlich, ist der erwähnte Lappen seiner ganzen Länge nach mit einem Absatz *e* versehen, der gewissermassen eine „Spündung“ bildet, gegen die die Aussenhautbeplattung stösst. Von dem Punkte *b* nach vorn zu sind die Aussenhautplatten, ähnlich wie die Kielplatten bei Anwendung eines Balkenkiels, umgef lanscht und mit dem unteren Theile des Stevens, der hier nun schon den rechteckigen Querschnitt besitzt, vernietet.

Die Steven aus Stahlguss haben sich in den letzten Jahren sehr schnell Eingang verschafft. Einestheils hat sich das Material als sehr widerstandsfähig erwiesen und andernteils bietet die Möglichkeit, dem Gussstücke jede beliebige complicirte Form geben zu können, wie sie für jeden besonderen Fall als zweckmässig erachtet wird, einen sehr grossen Vortheil.

Im Falle einer Havarie, die bei dem Vordersteven in Folge einer Collision leicht eintreten kann, bietet ein Steven von Stahlguss insofern einen Nachtheil, als die Ausführung der Reparatur nicht so rasch geschehen kann, wie bei Constructionen aus Schmiedeeisen, weil die Beschaffung eines neuen Gussstückes gewöhnlich wesentlich mehr Zeit in Anspruch nimmt, als die Herstellung von Schmiedestücken.

B. Der Hintersteven.

Auch der Hintersteven besteht gewöhnlich in einer verticalen Schiene von rechteckigem Querschnitte, welche durch ein angeschmiedetes Knie mit dem Kiele verbunden ist. Die Construction weicht jedoch bei Segelschiffen und Raddampfern wesentlich von der bei Ein- und Zweischraubendampfern angewendeten ab.

Die am häufigsten vorkommende Construction eines Hinterstevens für Segelschiffe und Raddampfer findet sich nebst dazugehörigem Ruderrahmen in Fig. 8 auf Taf. II dargestellt. Die Querschnittsdimensionen sind in der Regel dieselben, wie die eines Balkenkiels.

Die Ruderösen, sowie der Vorsprung zur Aufnahme des untersten Fingerlings sind, wie auch in der Zeichnung angegeben, angeschmiedet. Am unteren Ende bildet der Steven ein Knie, welches bei Anwendung eines Balkenkiels durch eine Lasche mit diesem verbunden wird. Die Länge des horizontalen Schenkels ist von der Grösse des Schiffes abhängig, entspricht aber im Allgemeinen $2\frac{1}{2}$ mal der Spantendistanz. Ist das Schiff mit einem flachen Kiele versehen, so umfasst die hinterste Kielplatte den unteren horizontalen Theil des Hinterstevens, der eine solche Form erhält, dass er in die U-förmig gebogene Kielplatte passt.

Für Flussfahrzeuge, bei denen es besonders darauf ankommt, an Gewicht zu sparen und gleichzeitig möglichst an Displacement zu gewinnen, wird der Hintersteven öfters aus Winkel- oder U-Eisen gebildet, wie Fig. 9 auf Taf. II veranschaulicht. Man giebt hier auch zuweilen, um ein möglichst grosses Displacement zu erzielen, dem Hintersteven eine ganz beträchtliche Breite, welche bis zu 30 cm und mehr betragen kann. In solchen Fällen wendet man dann einen hohlen Ruderpfosten von nahezu gleichem Durchmesser, wie die Breite des Hinterstevens an und lässt das Ruder selbst nach hinten zu scharf verlaufen, so dass es gewissermassen die Schiffsförmigkeit ergänzt.

Der Hintersteven eines Schraubendampfers ist in seiner gewöhnlichen Form in Fig. 10 auf Taf. II dargestellt. Derselbe ist mit einem zweiten weiter nach hinten angeordneten Steven zu einem Rahmen verbunden, der gewöhnlich Propeller- oder Schraubenrahmen genannt wird und von dem der vordere verticale Theil mit dem Ausdrucke Schraubensteven, der hintere dagegen als Rudersteven bezeichnet wird. In ungefähr halber Höhe des Schraubenstevens ist ein Auge angebracht, das zur Aufnahme des sogenannten Wellenrohres, in welchem wieder die Schraubenwelle läuft, bestimmt ist.

Es ist einleuchtend, dass der Rudersteven eine erheblich weniger solide Verbindung mit dem Schiffskörper hat, wie der Hintersteven bei einem Segelschiffe oder Raddampfer, und dass er deshalb auch viel leichter einer Beschädigung ausgesetzt ist. Der Rudersteven ist namentlich sehr ungeeignet, den stets in seitlicher Richtung wirkenden Druck des Ruders aufzunehmen. Um daher dem ganzen Rahmen die erforderliche Festigkeit gegen eine derartige Beanspruchung zu verleihen, muss man demselben die grössten Querschnittsdimensionen immer dort geben, wo die einzelnen Schenkel in feste Ver-

bindung mit der Aussenhautbeplattung, bezw. mit dem Schiffskörper selbst kommen, also bei den Querschnitten *aa* und *bb* der in Rede stehenden Figur. Es ist daher auch aus gleichen Gründen allgemein üblich, dem unteren horizontalen Schenkel in der Nähe des erwähnten Schnittes *aa* die grösste Dimension querschiffs zu geben, und zwar macht man den Querschnitt an dieser Stelle wenigstens gleich dem doppelten des zugehörigen Balkenkiels. Von *aa* nach *c* zu vermindert sich die Dicke allmählich, so dass sie bei *c* ungefähr diejenige des Kiels erreicht. Dieser Theil des Stevens wird, je nach Art der Construction des Kiels, mit diesem in der an anderer Stelle besprochenen Weise verbunden.

Auch dem Schraubenstevn giebt man wenigstens den doppelten Querschnitt des zugehörigen Balkenkiels, jedoch wird meistens nur die Dicke, also die Dimension querschiffs verdoppelt, wogegen die Breite gleich derjenigen des Kiels bleibt. Auf diese Weise erhält der Stevn eine grosse Widerstandsfähigkeit gegenüber seitlich gerichteten Kräften, durch welche derselbe fast ausschliesslich in Anspruch genommen wird. Wenn daher einige Constructeure die Breite des Stevens vergrössern und dagegen die Dicke entsprechend geringer wählen, so muss das als ein unzweckmässiges Verfahren bezeichnet werden.

Der Ruderstevn erhält gewöhnlich einen etwas geringeren Querschnitt, indem man ihn bei gleicher Breite nur ungefähr $1\frac{1}{2}$ mal so dick macht, als einen Balkenkiel. Diese Dicke nach oben zu abnehmen zu lassen, wie es bisweilen geschieht, ist ein durchaus verwerfliches Verfahren, da die grösste Beanspruchung des Ruderstevens, wie erwähnt, ungefähr in der Nähe des in der Figur mit *bb* bezeichneten Querschnitts vorhanden ist. Zweckmässigerweise müsste der Stevn bei *bb* die grösste Stärke besitzen, die sich dann nach unten zu verjüngen könnte.

Bei Dampfschiffen mit bedeutender Maschinenstärke macht man übrigens die Dicke beider Stevens noch entsprechend grösser und geht in einzelnen Fällen beim Schraubenstevn bis zur dreifachen, beim Ruderstevn bis zur doppelten bis $2\frac{1}{2}$ fachen Dicke des Kiels. Dies ist um deswillen erforderlich, um den hier besonders heftig auftretenden Vibrationen, welche hauptsächlich in einer Querschiffs-Bewegung des unteren Theiles des Stevens besteht, in wirksamster Weise begegnen zu können.

Sehr häufig erhält auch der Ruderstevn ein Auge, ähnlich demjenigen des Schraubenstevens, in welchem ein zweites Lager für die

Schraubenwelle angebracht wird. Ueber die Zweckmässigkeit dieser Einrichtung sind die Ansichten sehr getheilt. Vorwiegend ist man jedoch der Meinung, dass ein solches zweites Auge nicht nur überflüssig, sondern geradezu nachtheilig ist. Der Ruderstevan ist nicht stark genug, um das letzte Ende der Schraubenwelle stützen zu können; derselbe wird vielmehr durch die Welle gestützt. Wenn übrigens durch irgend einen äusseren Anlass einmal der Stevan beschädigt wird, so liegt immer die Besorgniss nahe, dass die Schraubenwelle dabei in Mitleidenschaft gezogen wird.

Die Hinterkante des Ruderstevens wird bisweilen an seinem oberen Ende, soweit dasselbe bereits im Innern des Schiffes liegt, etwas abgeschragt, wie das in Fig. 10 auf Taf. II dargestellt ist. Man verbindet damit den Zweck, das Aushängen des Ruders zu erleichtern, indem es auf diese Weise ermöglicht wird, das untere Ende des Ruders, nachdem dieses gehoben ist, etwas nach rückwärts zu ziehen, so dass die Fingerlinge an der Aussenkante der Ruderösen vorbeistreichen können.

In neuerer Zeit bringt man an dem Schraubenstevan grösserer Dampfer noch eine Verlängerung nach oben an, wie das in Fig. 10 mit punktirtten Linien angedeutet ist. Diese Verlängerung wird im Innern des Schiffes mit einer sogenannten Transomplatte in solider Weise verbunden, wie bei Besprechung der Heckconstructions noch näher auseinandergesetzt werden soll. Es ist das ein gutes Hilfsmittel, um die querschiffs gerichteten Vibrationen am Hinterende des Kiels grosser Schraubendampfschiffe möglichst zu vermindern.

Nachdem in neuerer Zeit beim Bau von Dampfern eine fortwährende Steigerung der Maschinenkraft im Verhältniss zur Grösse der Schiffe eingetreten, ist es eine häufig beobachtete Erscheinung, dass sich die Construction des Hinterschiffes solcher Schraubendampfer gegenüber den durch die Maschine verursachten Erschütterungen als zu schwach erweist. Es kann daher nicht dringend genug empfohlen werden, diesem Theile des Schiffes beim Bau die grösste Aufmerksamkeit zuzuwenden. Jedenfalls würde sich durch Herstellung eines verhältnissmässig starken Schraubenrahmens viel zur Abhilfe mancher bei diesen Schiffen beobachteten Uebelstände beitragen lassen.

Der untere Schenkel des Schraubenrahmens verläuft nicht in einer geraden Linie, sondern hebt sich am hinteren Ende etwas, wie auch aus Fig. 10 ersichtlich ist. Man will dadurch vermeiden, dass das Schiff bei einem Auf-Grund-Gerathen mit dem Unterende des

Ruderstevens aufstösst, wodurch sehr leicht eine Beschädigung oder ein Bruch des letzteren herbeigeführt werden könnte.

In den letzten Jahren hat man mit dem besten Erfolge begonnen, den ganzen Schraubenrahmen aus Stahlguss herzustellen. Die diesem Material gegenüber dem Eisen innewohnenden Vorzüge kommen hier noch weit mehr zur Geltung, als dies bei den weiter oben besprochenen Vorderstevens der Fall ist, da einestheils die Form eine complicirtere und andernteils die Gefahr einer fehlerhaften Schweissung bei einem schmiedeeisernen Schraubenrahmen eine grössere ist.

Ein aus Stahlguss hergestellter Hinterstevens eines grösseren Dampfers ist in Fig. 1 auf Taf. III veranschaulicht. Fig. 2 zeigt die Vorderansicht des Schraubenstevens, Fig. 3 die hintere Ansicht des Ruderstevens und Fig. 4 stellt den Grundriss der sogenannten Sohle des Schraubenrahmens dar. Aus den nebenstehenden Querschnittszeichnungen geht hervor, dass die Form eine von derjenigen eines schmiedeeisernen Hinterstevens ziemlich abweichende ist. Die Querschnitte *B*, *C* und *D* zeigen an ihrer oberen Seite einen kleinen, unsymmetrisch zur Mittellinie angeordneten Ansatz, der einer an der oberen Seite des in den Kiel übergehenden Knies vorhandenen, einseitigen Rippe entspricht. Dieselbe hat den Zweck, mit der bei dem betreffenden Schiffe angewendeten Mittelkielplatte seitlich vernietet zu werden. Hierdurch erklärt sich auch die unsymmetrische Lage der Rippe.

Auf diese Weise wird eine sehr solide Verbindung des Stevens mit dem Schiffe ermöglicht, wie sie sich bei einem schmiedeeisernen Steven weit schwieriger erreichen lässt, da sich hier eine solche Rippe nur durch sehr mühsames und kostspieliges Aushobeln herstellen lassen würde.

In ganz ähnlicher Weise ist auch an den oberen Enden beider Steven eine einseitige Rippe vorhanden, welche dazu dient, mit einer genau zwischen die beiden genannten Theile eingepassten Platte vernietet zu werden. Diese Platte bildet gewissermassen eine Mittelplatte, an der die kurzen, oberhalb des Schraubenrahmens angebrachten Spanten befestigt werden. Das Ganze wird durch diese Anordnung ausserordentlich verstärkt.

Oben sind beide Steven nicht nur durch ein Verbindungsstück mit einander vereinigt, wie bei einem schmiedeeisernen Schraubenrahmen, sondern es sind deren zwei vorhanden. Das obere derselben hat eine stark geneigte Lage und ist so gestaltet, dass es direct die

Vernietung zur Befestigung der Aussenhautbeplattung aufnehmen kann und in einem reinen Strak nach der Gilling verläuft.

Zur Befestigung des an dem Heckspant befindlichen Schottes, der sogenannten Transomplatte (vergl. das über die Heckconstruction Gesagte), mit dem oberen Theile des Stevens wird dieser sehr zweckmässig mit zwei seitlich angegossenen Flanschen versehen, wie im Querschnitt *F* dargestellt ist. Die Transomplatte kann dann direct mit diesen Flanschen vernietet werden.

Alle Stahlgussstücke, und also auch die Stahlguss-Hinterstevens, müssen, nach erfolgtem Gusse, einem mehrere Tage währenden Glühprocess in einem besonders hierzu construirten Ofen unterworfen werden, um die bei der Erstarrung des Metalls in der Form etwa hervorgerufene ungleichmässige Spannung und Sprödigkeit zu beseitigen.

Bei sehr grossen Gussstücken würde die Ausführung dieser Operation wegen der Unmöglichkeit, Oefen von den erforderlichen Dimensionen herzustellen, auf Hindernisse stossen. Man sieht sich daher genöthigt, sehr grosse Schraubenrahmen in zwei Stücken herzustellen und dann beide Theile durch zusammengenietete oder geschraubte Laschungen mit einander zu vereinigen. Auch der auf Taf. III dargestellte Schraubenrahmen ist aus zwei Theilen gefertigt. Die Laschungen liegen in den Steven selbst, und zwar befindet sich diejenige des Schraubenstevens unterhalb des Wellenauges und diejenige des Ruderstevens etwas oberhalb der Welle. Bei einer derartigen Anordnung der Verlaschungen können die beiden einzelnen Gussstücke eine verhältnissmässig nur geringe Breite erhalten. An der Laschestelle selbst ist die Breite des Stevens entsprechend vergrössert, um die durch die Nietlöcher bedingte Schwächung wieder auszugleichen.

Fährdampfer, Schleppdampfschiffe und ähnliche, eine besonders grosse Manövrirfähigkeit erfordernde Dampfer erhalten bisweilen einen eigenthümlich construirten Hinterstevens. Der Theil der Aussenhaut, welcher unmittelbar vor dem Schraubenstevens und unter der Welle liegt und den man gewöhnlich mit dem Ausdrücke „Todtholz“ bezeichnet, kommt hier ganz in Wegfall. Dies wird dadurch ermöglicht, dass man dem sich an den Kiel anschliessenden Knie eine verhältnissmässig grosse Länge giebt und das Ende desselben mittels eines eingeschweissten Steges mit dem Schraubenstevens, eben unterhalb des Wellenrohres, in Verbindung bringt. — An diesen Verbindungssteg werden dann die Kielplatten genietet, so dass der Raum

zwischen Kiel und Steg ganz offen bleibt. Ein derartiger Schraubenrahmen, der auch zuweilen mit dem Namen „Schleusenkiel“ belegt wird, findet sich in Fig. 11 auf Taf. II dargestellt.

In Fig. 12 derselben Tafel ist eine ähnliche Construction veranschaulicht, welche sich von der soeben beschriebenen dadurch unterscheidet, dass sich die vor dem Schraubenstevan befindliche Oeffnung noch über die Wellenachse hinauf erstreckt. Der Schraubenrahmen erhält dadurch das Aussehen, als ob gleichsam drei verschiedene Stevan vorhanden wären.

Ogleich die bei Zweischrauben-Schiffen üblichen Constructionen des Hinterschiffes in einem besonderen Kapitel besprochen werden sollen, so dürfte es sich doch empfehlen, schon hier Einiges über die Stevanconstruction dieser Schiffsgattung zu sagen.

Bei kleineren Zweischrauben-Schiffen erhält der Hinterstevan eine Form, die meistens nicht viel von der bei Segelschiffen oder Räderdampfern angewendeten abweicht. Der Hinterstevan wird dann gewöhnlich aus Schmiedeeisen hergestellt und besteht in der Hauptsache aus einer senkrechten Schiene von etwas grösserem Querschnitte als der Balkenkiel, die am unteren Ende ein angeschweisstes Knie erhält, das mit dem Kiele verlascht wird. Die hinteren Lager der Schraubenwellen werden hier durch besondere schmiedeeiserne Böcke von der Form eines liegenden V gestützt, die mit dem einen Arme unten am Kiele und mit dem andern oben an der Aussenhaut in geeigneter Weise verbunden sind. Diese Wellenträger oder Wellenböcke gehören also eigentlich nicht mehr zur Stevanconstruction und sollen deshalb später in dem Kapitel über Zweischrauben-Schiffe besprochen werden.

Bei grossen, mit sehr kräftigen Maschinen versehenen Zweischrauben-Dampfern bieten jedoch die soeben erwähnten Wellenböcke nicht mehr die genügende Steifigkeit und man wendet deshalb fast durchweg Hinterstevan von einer solchen Form an, bei der die Wellenlager mit dem Hinterstevan zu einem Ganzen vereinigt sind.

Ein solcher, aus Stahlguss hergestellter Hinterstevan ist auf Taf. IV Fig. 4 bis 7 dargestellt. — Er besteht aus zwei einzelnen Gussstücken, wovon das grössere mit *ABCDE* in Fig. 4 bezeichnete den eigentlichen Stevan bildet, während das zweite, kleinere, das in Fig. 4 mit *GJH* bezeichnet und in Fig. 5 und 6 noch besonders dargestellt ist, als Wellenträger dient. Bei *A* in Fig. 4 schliesst sich der Hinterstevan an den flachen Plattenkiel an, der nach hinten zu beträchtlich aufgezogen ist, so dass das Stück *AB*, das mit der Kiel-

platte verbunden ist, eine stark geneigte Lage erhält. Von *B* ab steigt der Hinterstevn in senkrechter Richtung aufwärts bis nach *C* und geht dann in einem Bogen über *D* nach den Ruderstevn *EF* hinüber, der unten ganz frei ist. Ueberall da, wo sich die Aussenhautplatten an den Hinterstevn anschliessen, hat letzterer einen U-förmigen Querschnitt, so dass zur Verbindung mit den Platten verhältnissmässig kurze Niete angewendet werden können. Nach dem oberen Ende des Ruderstevns zu öffnet sich die U-Form des Querschnittes, der Gestalt des Hinterschiffes entsprechend, immer mehr, so dass sich demnach die Aussenhautplatten, ohne einen Knick erforderlich zu machen, an die Flanschen des Ruderstevns anlegen können. Ganz am oberen Ende erhält der Ruderstevn, wie aus der Fig. 7 und dem danebenstehenden Querschnitt *a* ersichtlich, einen Flansch, der eine solche Form hat, um bequem mit einem dort anzubringenden Querschott vernietet werden zu können. — Der zwischen *B* und *C* gelegene senkrechte Theil des Hinterstevns hat an seiner nach vorn gerichteten Seite eine gehobelte senkrechte Fläche, gegen die, mit Hilfe von 4 schweren Schraubenbolzen, das den Wellenträger bildende Gussstück befestigt ist, das in Fig. 5 in der Ansicht von vorn und in Fig. 6 im Durchschnitt dargestellt ist. Sowohl der senkrechte Theil zwischen *J* und *K*, als auch die beiden wagrechten Arme, die die Wellenlager tragen, sind von U-förmigem Querschnitte, um die Vernietung mit der Aussenhaut durch verhältnissmässig kurze Niete zu ermöglichen. Nach oben zu setzt sich das Gussstück in zwei Lappen *G G* fort, wie das namentlich aus der in Fig. 5 dargestellten Ansicht zu ersehen ist. Diese Lappen haben den Zweck, mit einem an dieser Stelle anzubringenden Querschott vernietet zu werden, wodurch der Hinterstevn, der sonst nur mit den Aussenhautplatten vernietet ist, eine innigere Verbindung mit dem Schiffskörper erhält und geeignet gemacht wird, einer Beanspruchung in seitlicher Richtung besser widerstehen zu können. — Wie aus der Fig. 6 deutlich ersichtlich, sind die Wellenlager *HH* in der Achsenrichtung von verschiedener Länge. Der Grund hierfür liegt darin, dass sich die Flügel der beiden Schrauben theilweise überdecken und daher eine Schraube etwas hinter der anderen angeordnet werden muss, damit die Flügel voneinander frei gehen.

Der bei dieser Construction angestrebte Zweck besteht hauptsächlich darin, den von den Propellern erzeugten Wasserstrom möglichst unbehindert abfliessen zu lassen, was bei den sonst üblichen Anordnungen mit ganz bis nach unten reichenden Ruderstevn und mit einer Ver-

bindungssohle zwischen Schrauben- und Ruderstegen nicht so gut erzielt werden kann. Die Construction ist von der bekannten Schiffsbaufirma Harland & Wolff in Belfast eingeführt und vielfach angewendet worden.

Der Hinterstegen eines sehr grossen Zweischrauben-Dampfers mit sehr kräftigen Maschinen (Dampfer „Deutschland“ der Hamburg-Amerika-Linie) ist in den Fig. 1 bis 3 auf Taf. V dargestellt. — Dieser Hinterstegen besteht mit den dazu gehörigen Wellenträgern im Ganzen aus 5 einzelnen, grossen Stahlgussstücken. Das Stück *GGG* (siehe Fig. 1), das sich mit seinem rechts gelegenen Ende an den Plattenkiel anschliesst, bildet den unteren Theil des Schrauben- und des Ruderstegens und reicht etwa bis zur Höhe der Wellenmittel hinauf. Dort sind zur Verbindung mit dem zweiten Gussstücke, das mit *HHH* bezeichnet ist, geeignete Laschungen vorhanden. Die des Ruderstegens ist eine gewöhnliche flache Laschung und ist in Fig. 1 mit *b* bezeichnet. Die dort vorhandene hintere Ansicht und der nebenstehende Querschnitt dürften genügen, um die Art der Verbindung vollkommen klar zu machen. Der Schraubenstegen ist bei *a* mit dem Gussstücke *HH* stumpf zusammengesetzt und durch Schraubenbolzen verbunden. Das Nähere geht aus dem Querschnitte *CC* und aus Fig. 2 hervor, die einen Schnitt in der Linie *SS* darstellt. Diese Verbindung des Schraubenstegens würde jedoch nicht genügen und es ist deshalb eine weitere Verlaschung der beiden Gussstücke *G* und *H* an dieser Stelle erforderlich. Sie wird dadurch ermöglicht, dass die beiden Wellenträger *KK*, wie das deutlich aus Fig. 2 ersichtlich ist, mittels grosser Lappen *MM* seitlich mit den Schraubenstegen verschraubt sind, und dass die erwähnten Lappen über die Berührungsfäche hinwegfassen und somit beide Gussstücke sehr zuverlässig miteinander verbinden.

An den Schraubenstegen schliesst sich oben ein aus Platten hergestelltes, eigenthümlich ausgebauchtes Schott an, dass aus Fig. 2 deutlich ersichtlich und mit *R* bezeichnet ist. Die geschweifte Form dieses Schottes, die natürlich der Schiffsform an dieser Stelle entspricht, ist dadurch bedingt, dass hier der Steuerapparat aufgestellt ist, der, da das Schiff als Hilfskreuzer dienen soll, ganz unterhalb der Wasserlinie liegen muss. Wegen dieses Umstandes kann auch der Ruderstegen nicht in der sonst üblichen Weise nach oben fortgesetzt werden. Das linke Ende des Gussstückes *HH* ist deshalb bei *e* mit einem weiteren Gusstheile *JJ*, der in der Form eines gewöhnlichen Ruders verläuft und den Hinterstegen ersetzt, mittels einer Laschung verbunden.

Die übrigen Einzelheiten der Construction dürften wohl mit genügender Klarheit aus der Zeichnung hervorgehen.

Um ein Bild von der Mächtigkeit der ganzen Construction bei dem Dampfer „Deutschland“ zu geben, sei erwähnt, dass hier das Gewicht des Stevens mit dem Ruder 108000 Kilogramm beträgt.

Eine dritte Construction eines Hinterstevens aus Stahlguss für ein sehr grosses Zweischrauben-Schiff ist in Fig. 1, 2 und 3 auf Taf. VI dargestellt. Der eigentliche Steven mit dem an den Plattenkiel sich anschliessenden Knie, der in Fig. 1 mit *G* bezeichnet ist, besteht hier aus einem einzigen Gussstücke von verhältnissmässig einfacher Form. Die Wellenträger sind hier fast ganz unabhängig von den Hinterstevan angeordnet. Sie sind nämlich an einem grossen kreuzförmigen Gussstücke *HH* angebracht, das nur unten mittels 6 Schraubenbolzen mit einem an dem Hinterstevan angegossenen Knie *B* verbunden ist, und in seiner äusseren Umgrenzung der Querschnittsform des Schiffes an dieser Stelle entspricht. Nach oben zu schliesst sich ein zweites Gussstück *JJ* an, das mit dem ersten durch einen horizontalen Flansch verbunden ist. Beide Gussstücke zusammen bilden gewissermassen ein Querschott und sie sind, um mit der Aussenhautbeplattung vernietet werden zu können, an ihrem Umfange mit einem Flansch von einer solchen Breite versehen, die eine doppelte Vernietung zulässt. An einen senkrechten Lappen des oberen Gussstückes bei *a*, Fig. 2, schliesst sich dann ein Schott, oder wie in der Figur veranschaulicht, ein stark construirtes Rahmenspant aus Platten und Winkelstahl an.

Diese Construction ist gleichfalls von der Firma Harland & Wolff eingeführt und unter anderem auch bei dem grössten bis jetzt erbauten Dampfer „Oceanic“ angewendet worden.

Drittes Kapitel.

Spanten, Gegenspanten und Bodenwrangen.

Die Spanten, Gegenspanten und Bodenwrangen oder Bodenstücke sind diejenigen Constructionstheile eines Schiffes, welche dazu bestimmt sind, die Form desselben in einer querschiffs liegenden Vertical-ebene zu erhalten.

Die **Spanten** werden bei kleineren Schiffen aus ungleichschenkeligen Winkeleisen gebildet, welche nach der Form des Schiffsquerschnittes in der Weise gebogen sind, dass der breite Schenkel der Winkeleisen in der Spantenebene liegt. Ein einzelnes Spant besteht fast immer aus zwei symmetrisch gebogenen Winkeleisen, von denen jedes ohne Unterbrechung vom Kiele bis zum obersten Deck reicht, so dass die beiden Theile über dem Kiele zusammenstossen.

Bei grossen Schiffen verwendet man für die Spanten in neuerer Zeit meistens **U-Eisen**, und in einzelnen Fällen auch wohl **Z-Eisen**; zunächst sollen jedoch die aus Winkeleisen hergestellten Spanten-constructionen besprochen werden und zwar diejenigen, die bei Schiffen ohne Doppelboden zur Anwendung gelangen.

Da der Druck des Wassers auf den Boden des Schiffes immer am stärksten ist und andererseits eine partielle schwere Ladung den Schiffsboden ebenfalls am meisten beansprucht, so muss für eine genügende Festigkeit des Spantes im Boden gesorgt werden. Man nietet deshalb an das Spantwinkeleisen über die Breite des Schiffsbodens eine aufrecht stehende Platte, die sogenannte **Bodenwrange** (auch wohl Bodenstück oder Flurplatte benannt), welche auf Taf. III in Fig. 5 mit *B* bezeichnet ist. Die äussere Kante der Bodenwrange muss die Form des Spantes besitzen, während die Innenkante in einer solchen Curve verläuft, dass sie am Ende der Platte, bei *a*, ohne plötzliche Krümmung in den Strak der inneren Kante des

Spantes übergeht. Diese Innen- bzw. Oberkante der Bodenwrange ist mit einem Winkeleisen von etwas schwächerem Profile, wie das der Spantwinkel, versteift. Dieses mit dem Ausdrucke **Gegen- oder Reversspant** bezeichnete Winkeleisen erstreckt sich noch ein Stück an dem Spant hinauf bis zum Punkte *b* oder wohl auch, wie in unserer Zeichnung, ganz bis zum Oberdeck.

Das Spantwinkeleisen wird jetzt allgemein, selbst für die grössten Schiffe, vom Kiele bis zum Oberdeck aus einem Stücke hergestellt, wogegen man in früherer Zeit die Spanten für grosse Fahrzeuge aus mehreren Theilen, welche mittels kurzer Stücke Winkeleisen von passendem Profile gelascht wurden, anfertigte. In solchen Fällen musste man für einen genügenden Verschuss der Laschungen eines Spantes mit denen der Nachbar-Spanten Sorge tragen, um die durch die Laschung bedingten schwachen Punkte möglichst gleichmässig auf der Schiffsoberfläche zu vertheilen.

Die Bodenwrangen können nicht immer aus einem Stücke hergestellt werden; es empfiehlt sich vielmehr, die mittschiffs befindlichen bei einer Schiffsbreite von 10 m und mehr aus zwei Stücken anzufertigen. Früher hing die Entscheidung darüber, ob die Bodenwrange aus einer einzigen oder aus zwei Platten bestehen sollte, meistens davon ab, ob das betreffende Eisenwerk im Stande war, die Platten von der erforderlichen Länge ohne höhere Preisforderung zu liefern, da die Herstellung von Blechen in einer der Schiffsbreite entsprechenden Länge meistens besondere Unkosten machte; heute gilt dies jedoch nicht mehr.

Die etwa erforderlichen Laschungen legt man gewöhnlich nicht in die Mitte der Bodenwrange, sondern etwas zur Seite, und lässt dann die Stösse gegeneinander derart verschiessen, dass abwechselnd der eine auf die Steuerbordseite und der nächste auf die Backbordseite fällt. Häufig werden doppelte, meistens jedoch nur einfache Laschstücke zur Verbindung der beiden Theile der Bodenwrangen angewendet, welche im letzteren Falle stets mit dreifacher Nietreihe zu jeder Seite des Stosses zu versehen sind. Bisweilen werden auch die beiden Theile der Bodenwrangen durch eine Ueberlappung mit dreifacher Nietreihe miteinander verbunden. In diesem Falle sollte immer die Bodenwrange an der Verbindungsstelle, unten sowohl wie oben, etwas zugeschärft sein, um ein gutes Anliegen an das Spant, bzw. Gegenspant zu ermöglichen.

Es gilt ziemlich allgemein als Regel, dass die Enden der Bodenwrangen (in der angezogenen Figur der Punkt *a*) wenigstens in der

doppelten Höhe wie die Oberkante der Bodenwrangen mittschiffs liegen sollen. Bei Schiffen mit sehr scharfem Boden lässt sich dies jedoch nicht immer durchführen.

Wenn das Gegenspant nur bis eben oberhalb der Kimm hinaufreicht, was allerdings nur bei kleineren Schiffen vorkommt, so stellt man es in der Regel aus einem Stücke, ununterbrochen von einer Seite des Schiffes zur andern laufend, her. Führt man dagegen das Gegenspant höher, bezw. bis zum Oberdeck hinauf, so wird es aus zwei Theilen angefertigt, welche dann entweder genau über dem Kiele zusammenstossen oder auch circa 0,9 bis 1,2 m von der Mittellinie des Schiffes entfernt, abwechselnd an Steuer- und Backbordseite, zusammentreffen. Um dann die durch diesen Stoss entstehende Verschwächung auszugleichen, wird an der dem Gegenspant gegenüberliegenden Seite, an der Oberkante der Bodenwrange, ein kurzes Stück Winkeleisen vom Profile der Gegenspanten angebracht. In ähnlicher Weise begegnet man der an dem unteren Theile der Bodenwrange durch den Stoss der Spantwinkeleisen entstehenden Verschwächung, indem man auch hier an der dem Spant gegenüberliegenden Seite ein kurzes Stück Winkeleisen von dem Profile der Spanten anordnet. Ein Querschnitt durch die Bodenwrange in der Nähe des Kiels zeigt daher eine Gestalt, wie in Fig. 6 auf Taf. III dargestellt.

Das Verbindungswinkeleisen an der unteren Seite der Bodenwrange wird jedoch bei den hinteren und vorderen Spanten weggelassen und nur etwa für dreiviertel der Schiffslänge angebracht.

Wenn ein Träger-Kielschwein zur Anwendung gelangt, so wird behufs besserer Verbindung desselben mit der Bodenwrange auch selbst dann noch ein kurzes Stück Winkeleisen an der Oberkante der letzteren angebracht, wenn das Gegenspant ununterbrochen von einer Seite des Schiffes zur andern durchläuft. Man ist dann im Stande, in jedem Paare der sich kreuzenden Winkeleisen ein Niet anzuordnen und so die Verbindung des Kielschweins mit der Bodenwrange durch mindestens 4 Niete herstellen zu können. (Vergl. was Seite 16 über das Träger-Kielschwein gesagt wurde.)

Bei Anwendung eines Mittelplatten-Kielschweins müssen nicht allein die Bodenwrangen, sondern auch die Gegenspanten in der Mitte unterbrochen werden. Man bringt dann an jeder Hälfte der Bodenwrange, an ihrer oberen Kante, ein kurzes Winkeleisen vom Profile der Gegenspanten an, wodurch es ermöglicht wird, die über den Bodenwrangen liegende horizontale Kielschweinplatte durch eine

grössere Anzahl Niete mit jeder Seite der Bodenwrange zu verbinden, und die durch ihre Theilung verursachte Verschwächung theilweise auszugleichen.

An der Unterkante der Bodenwrangen lässt man ein kurzes Stück Winkeleisen zur Verbindung der Spanten, von gleichem Querschnitte wie letztere, durch die Mittelplatte hindurchlaufen, welche zu diesem Zwecke an der betreffenden Stelle in einer dem Profile des Winkeleisens entsprechenden Form ausgelocht wird.

Bei dem in Fig. 5 auf Taf. III mit *a* bezeichneten Endpunkte der Bodenwrange muss letztere etwas ausgeschärft, d. h. ihre Dicke durch Schmieden allmählich verringert werden, damit das Gegenwinkeleisen, ohne hohl zu liegen, von der Bodenwrange auf das Spantwinkeleisen übergehen kann. Bisweilen vermeidet man das Ausschärfen der Bodenwrangen, indem man ein keilförmiges Stück Eisen von 10 bis 20 cm Länge, an das Ende der Bodenwrange anstossend, zwischen Spant und Gegenspant legt. Dieses Keilstück muss immer so angeordnet werden, dass es wenigstens von einem, besser jedoch von zwei Nieten, die das Spant mit dem Gegenspant verbinden, gefasst wird. Wenn diese Ausführungsweise auch nicht gerade greifbare Nachteile besitzt, so ist sie doch nicht so schön, als die zuerst erwähnte.

Da meistens die Nietlöcher in den Spantwinkeleisen gelocht werden, bevor das Spant gebogen wird, so ist es nicht möglich zu vermeiden, dass ein oder zwei Niete in der Nähe der mit *a* bezeichneten Stelle gerade auf die Kante des Gegenspantwinkeleisens fallen.

Die Querschnittsdimensionen der Spanten und Gegenspanten, sowie die Höhe der Bodenwrangen werden gewöhnlich in Uebereinstimmung mit den Vorschriften der Classifications-Institute für die betreffende Schiffsgrösse gewählt. Diese Vorschriften können grösstentheils keinen Anspruch auf eine wissenschaftliche Begründung machen, vielmehr sind dieselben mehr als das Resultat praktischer Erfahrungen anzusehen.

Nach den älteren Bestimmungen der Classifications-Institute wurde z. B. die Höhe der Bodenwrangen gleich $\frac{1}{12}$ der Raumtiefe gemacht. In neuerer Zeit wird allerdings hierbei auch die Breite des Schiffes in Rücksicht gezogen, aber immerhin ist das oben angegebene Maass für die Höhe der Bodenwrangen auch noch jetzt unter gewöhnlichen Verhältnissen zutreffend.

Der Querschnitt eines Spantes mit dem dazugehörigen Gegen-

spantwinkeleisen ist in Fig. 7 auf Taf. III dargestellt. Eine nähere Erläuterung ist hierzu wohl kaum erforderlich.

Wenn der Boden eines Schiffes zwar ziemlich flach, aber immerhin vom Kiele aus nach den Seiten zu noch etwas ansteigt (aufkimmt, wie der technische Ausdruck hierfür lautet), so wird die Oberkante der Bodenwrange meistens ganz geradlinig gemacht. Diese Methode erweist sich jedoch nicht mehr als zweckmässig, sobald der Schiffsboden eine ganz flache Form hat, wie das häufig bei Flussbooten und sonstigen, für seichte Gewässer bestimmten Fahrzeugen der Fall ist. Die Bodenwrange würde alsdann nahezu über der ganzen Breite des Schiffes eine gleiche Höhe haben, was der Art der Beanspruchung der Bodenstücke, welche in der Mitte über dem Kiele am grössten ist, nicht entsprechen würde. Man giebt daher in solchen Fällen den Bodenwrangen eine Form, wie sie aus der in Fig. 1 auf Taf. IX dargestellten Hauptspant-Zeichnung ersichtlich ist. Hier ist die untere Kante geradlinig, während die obere eine flache, dachartige Form hat. Es wird auf diese Weise wesentlich an Gewicht gespart, ein Umstand, der bei Flussschiffen von besonderer Wichtigkeit ist.

Die Amerikaner wenden diese Form der Bodenwrangen auch für grosse Schiffe an, weil hierdurch eine besonders vortheilhafte Vermessung ermöglicht wird. Da nämlich nach den gesetzlichen Bestimmungen bei Berechnung des Raumhaltes der Schiffe die Tiefe bis auf die Oberkante der Bodenwrangen mittschiffs gemessen wird, so muss die Vermessung im vorliegenden Falle einen kleineren Raumgehalt ergeben, als der Wirklichkeit entspricht.

Nach den Enden des Schiffes zu nehmen die Spanten und natürlich auch die Bodenwrangen mehr und mehr eine schärfere Form an, so dass schliesslich der Raum zur Anbringung des Kielschweins in der gewöhnlichen Bodenwrangenhöhe zu sehr beschränkt sein würde. Um diesem Uebelstande möglichst zu begegnen, werden die Bodenwrangen nach hinten und vorn zu allmählich etwas höher gemacht, so dass sie die in Fig. 8 und 9 auf Taf. III gezeigte Gestalt annehmen, wodurch dann auch das Kielschwein eine nach den Enden zu aufsteigende Form erhält. In den äussersten Enden des Schiffes werden die Bodenwrangen noch höher aufgezogen. Hier lässt sich auch das Kielschwein nicht mehr anbringen und die beiden Spantwinkeleisen werden dann nur durch eine Platte verbunden.

Die Dicke der Bodenwrangen wird gewöhnlich nur für eine der Hälfte der Schiffslänge entsprechende Distanz mittschiffs gleichmässig

beibehalten, während man nach den Schiffsenden zu eine Verminderung in der Dicke von $1\frac{1}{2}$ mm vornimmt. Bei grossen Schiffen lässt man hingegen eine zweimalige Reduction eintreten. Es bleibt zwar auch hier wieder die Dicke für die halbe Schiffslänge mittschiffs dieselbe; man lässt aber die Reduction von $1\frac{1}{2}$ mm sich nur über die anstossenden Achtel der Schiffslänge erstrecken, während man auf den äussersten Achteln der Länge die Dicke der Bodenwrangen um 3 mm vermindert.

Aus der Form eines Schiffes ergibt sich, dass an den beiden Enden desselben die Aussenhautbeplattung nicht mehr rechtwinkelig zur Spantenebene liegt. Da nun der eine Schenkel des Spantwinkelleisens immer mit der Aussenhaut vernietet sein muss, während der andere in der Spantenebene selbst liegt, so können die beiden Schenkel in diesen Theilen des Schiffes keinen rechten Winkel miteinander bilden. Die Spanten und Gegenspanten sind daher in einer der Schiffsförm entsprechenden Weise „auszuwinkeln“, wie der technische Ausdruck lautet, d. h. die beiden Schenkel sind zu einander in einen stumpfen Winkel zu bringen, welcher für jedes einzelne Spant und für jeden Theil desselben sich anders gestalten muss. Der Querschnitt eines gegen das Schiffsende zu gelegenen Spantwinkelleisens nebst dazugehörigem Gegenspantwinkel ist in Fig. 10 auf Taf. III dargestellt.

Diese Construction der Spanten ist in England, Deutschland und den übrigen Schiffbau treibenden Ländern allgemein üblich. Nur in Frankreich gelangt vielfach eine andere Bauweise zur Anwendung, indem man dort dem Spantwinkelleisen in der ganzen Länge sein gewöhnliches rechtwinkeliges Profil belässt, dafür aber eine derartige Windung giebt, dass der breitere Schenkel überall senkrecht zur Aussenhaut liegt.

In diesem Falle kann sich natürlich nur eine Kante des Spantwinkelleisens in der Spantebene befinden.

Zu Gunsten dieser Construction sprechen zwei Umstände: einmal ist die Herstellung des Spants eine einfachere, und dann ist es vom theoretischen Standpunkte aus richtiger, wenn der breitere Schenkel des Winkelleisens senkrecht und nicht in einem schiefen Winkel zur Aussenhaut steht. Dagegen hat diese Art der Ausführung auch manche Nachtheile. So müssen z. B. alle Decksbalkenkniee, welche mit derartigen Spanten verbunden werden sollen, ein wenig seitlich abgebogen werden, damit das Ende des Balkens genau die Richtung des breiteren Schenkels der Spanten erhält.

In neuerer Zeit hat man bisweilen das Spant zusammen mit dem Gegenspant aus sogenanntem **Z-Eisen** hergestellt, anstatt dasselbe aus zwei miteinander vernieteten Winkeleisen zu bilden. Das **Z-Eisen** besitzt ein durch den Querschnitt *AA* in Fig. 34 auf Taf. VIII zur Anschauung gebrachtes Profil. Es hat im Vergleiche mit zwei aneinander genieteten Winkeleisen von gleichem Gesamtquerschnitte eine wesentlich grössere Festigkeit. Man wird daher bei gleichem Gewichte durch das aus **Z-Eisen** hergestellte Spant, gegenüber der seither üblichen Methode, eine stärkere Construction erzielen, oder mit anderen Worten: es wird sich durch die Verwendung von **Z-Eisen** bei unverminderter Festigkeit erheblich am Gewicht sparen lassen. In Fig. 34 auf Taf. VIII ist ein aus **Z-Eisen** hergestelltes Hauptspant dargestellt. Vom Punkte *a*, also dem Beginne der Bodenwrange an nach unten zu ist die Mittelrippe des Profils aufgeschnitten, so dass zwei Aeste entstehen, von denen jeder den Querschnitt eines Winkeleisens besitzt. Der untere oder äussere Ast bildet gleichsam das mit der unteren Kante der Bodenwrange verbundene Spantwinkeleisen, während der obere das Gegenspant an der Oberkante der Bodenwrange ersetzt. Letztere muss jedoch hier an der Innenfläche dieses Gegenspantes liegen, wie dies auch aus dem Querschnitte *BB* der angezogenen Figur ersichtlich ist. Bei dem Punkte *b* endet der untere Ast des **Z-Eisens** und stösst hier stumpf gegen ein gewöhnliches Winkeleisen, welches von da ab das Spant an der unteren Bodenwrangenkante bildet und sich in der gewöhnlichen Weise bis zur Mittellinie des Schiffes fortsetzt. Die Stossfuge bei *b* ist durch ein auf der entgegengesetzten Seite der Bodenwrange angebrachtes kurzes Stück Winkeleisen verstärkt.

Der obere Ast des **Z-Eisens** ist von *d* bis *e* mit einem Gegenwinkel überlappt, so dass hier also zwei Winkeleisen an der Oberkante der Bodenwrange vorhanden sind, welche zur Vernietung mit dem an dieser Stelle befindlichen Kimmkielschweine dienen.

Natürlich kann die Construction eines aus **Z-Eisen** hergestellten Spantes in verschiedener Weise abgeändert werden; immerhin wird die Anordnung jedoch in der Hauptsache der in unserer Zeichnung angedeuteten Form ähneln.

In den äussersten Enden des Schiffes bietet die Herstellung der Spanten aus **Z-Eisen**, wegen des erforderlichen Auswinkelns, grössere Schwierigkeiten, weshalb man dieselben hier aus gewöhnlichem Winkeleisen anfertigt, selbst wenn man sich für das ganze übrige Schiff der **Z-Spanten** bedient.

In neuester Zeit hat sich die Verwendung von Kanal- oder **U**-Eisen für die Spanten grosser Schiffe allgemein eingebürgert. — Das **U**-Eisen besitzt einen Querschnitt, wie er durch Fig. 7 auf Taf. VI dargestellt ist. Er bietet den grossen Vortheil, dass sich das Spant bei seiner Bearbeitung auf den Richtplatten des Spantenplanes mit der Fläche *aa* auflegen lässt, während bei Verwendung von **Z**-Eisen das Spant nur mit einer Kante des Querschnittes auf den Richtplatten liegt, wodurch das genaue Bearbeiten sehr erschwert wird. Ein anderer Vorzug der Spanten aus **U**-Eisen im Vergleiche mit solchen aus **Z**-Eisen oder aus Winkeleisen zusammengesetzten liegt in dem Umstande, dass bei der Beanspruchung auf Biegung der **U**-förmige Querschnitt keine oder doch nur wenig Neigung hat seitlich zu kippen.

Spanten aus **U**-Eisen kommen vorzüglich bei grossen, mit einem Doppelboden versehenen Schiffen zur Anwendung. Bei kleineren Fahrzeugen ist die Verwendung von **U**-Eisen deshalb weniger vortheilhaft, weil es hier genügt, wenn nur jedes zweite Spant mit einem Gegenspant versehen wird, und die zwischenliegenden Spanten nur aus einfachen Winkeleisen hergestellt werden. Da man nun mit der Steghöhe des **U**-Eisens nicht unter ein gewisses Maass herunter gehen darf, um noch das Einbringen der Niete zur Befestigung der Aussenhautbeplattung zu ermöglichen, so würde die Anwendung von Spanten aus **U**-Eisen bei kleinen Schiffen meistens eine zu schwere Construction ergeben.

Fig. 4 auf Taf. VI und Fig. 23 auf Taf. VII zeigen Hauptspanten, bei denen **U**-Eisen als Spanten verwendet ist.

Da sich vielfach der Bedarf an solchen Dampfern fühlbar gemacht hat, die gestatten, grosse Maschinentheile, als z. B. Lokomotiven, Dampfkessel, Theile eiserner Brücken u. s. w. im Raume zu verladen, so ist man mehrfach dazu übergegangen, die unteren Decks sowohl, als auch die sonst vorhandenen Raumbalken, die dazu bestimmt sind, die Schiffsseiten gegeneinander abzustützen, wegzulassen, um auf diese Weise den erforderlichen grossen Raum zu schaffen. In solchen Fällen ist es natürlich erforderlich, die Schiffsseiten durch eine stärkere Spantenconstruction, als sonst üblich, zu versteifen, damit sie dem äusseren Wasserdrucke zu widerstehen im Stande sind.

Diese Versteifung geschieht in der Weise, dass man etwa an dem fünften bis zehnten Spant eine Platte, die ungefähr $3\frac{1}{2}$ bis 4 mal so breit ist, wie der grosse Schenkel des Spantenwinkeleisens mit letzterem vernietet und die Innenkante dieser Platte mit 2 Winkel-

eisen vom Profile der Gegenspanten verstärkt. Ein solches Spant wird mit dem Ausdrucke „Rahmenspant“ (engl. web frame) belegt. Auf Taf. VI, Fig. 4 und auf Taf. IX, Fig. 3 sind derartige Spanten dargestellt. Wie aus den Figuren ersichtlich, reichen die Rahmenspanten nur bis zu dem untersten vollständigen Deck. Bisweilen werden sie aber auch noch höher hinaufgeführt und zwar besonders dann, wenn hohe Decks-Aufbauten vorhanden sind.

Wir werden übrigens später auf die Rahmenspanten zurückkommen.

Für manche Ladungen sind jedoch die Rahmenspanten sehr hinderlich — so namentlich für Holzladungen — und man wendet deshalb vielfach eine Bauweise an, bei der alle Spanten gleichmässig verstärkt sind.

Man stellt das Spant, wie bei der alten Bauart, aus zwei ungleichschenkeligen Winkeleisen her. Die grösseren Schenkel haben jedoch eine beträchtlich grössere Breite als sonst üblich ist und das Spant wird mit dem Gegenspant so vernietet, dass sich die breiteren Schenkel der Querschnitte nur zum Theil überfassen. Das fertige Spant besitzt alsdann einen Querschnitt, wie bei *aa* in Fig. 2 auf Taf. IX dargestellt ist. Die Gesammthöhe des Querschnittes von dem vereinigten Spant und Gegenspant ist auf diese Weise über die Hälfte grösser als bei der älteren Construction und mithin ist das Spant auch beträchtlich widerstandsfähiger. Auf Taf. IX, Fig. 2 ist ein Hauptspant mit einer derartigen Anordnung der Spantwinkel dargestellt, und es dürfte kaum erforderlich sein noch eine besondere Erklärung beizufügen.

Wie aus der Zeichnung ersichtlich überlappen sich nach oben zu die Schenkel der Spant- und Gegenspantwinkel allmählich mehr und mehr, so dass ganz oben das Spant nur noch die Breite des grossen Schenkels des Spantwinkeleisens besitzt. Dies ist zulässig, weil nach oben hin die Beanspruchung der Spanten abnimmt, es ist aber wünschenswerth, weil auf diese Weise der Innenraum des Schiffes durch die Spanten weniger beengt wird.

Derartige „verstärkte“ oder „hohe“ Spanten, wie sie vielfach genannt werden, müssen immer in der geschilderten Weise aus zwei Winkeleisen hergestellt werden. Eine Verwendung von breiterem U- oder Z-Eisen ist deshalb nicht zulässig, weil das Biegen so breiter Stangen in der erforderlichen kurzen Krümmung unmöglich oder doch sehr schwierig sein würde.

Die Entfernung der Spanten voneinander schwankt mit der

Grösse des Schiffes etwa zwischen 50 und 75 cm. In besonderen Fällen werden die Spanten wohl auch in geringerer Entfernung zu einander angeordnet, namentlich geschieht dies bei Schiffen, welche häufig im Eise zu arbeiten bestimmt sind und aus diesem Grunde besonderer Verstärkungen, namentlich im Bug, bedürfen. Der Verringerung der Spantendistanz ist jedoch sehr bald eine Grenze gesetzt, weil die Entfernung der einzelnen Spanten voneinander immer gross genug bleiben muss, um die Anbringung der Laschen für die Aussenhautplatten zu gestatten.

In Schiffen, welche mit einem Doppelboden zur Aufnahme von Wasserballast versehen werden sollen, weicht die Construction der Spanten und Bodenwrangen von der bisher beschriebenen wesentlich ab. — Beim Baue solcher Schiffe machen sich drei verschiedene Systeme bemerkbar: Bei dem einfacheren, älteren, kaum noch angewendeten gelangen gewöhnliche Bodenwrangen zur Anwendung, wie in Fig. 11 auf Taf. III dargestellt ist; beim zweiten hingegen bedient man sich keiner eigentlichen Bodenwrangen, sondern die Bodenversteifung ist dadurch erreicht, dass der obere oder innere Boden, also die Decke des Doppelbodens, gewissermassen zur oberen Gurtplatte eines Trägers gemacht wird, bei welchem die Bodenbeplattung des Schiffes die untere Gurtung bildet. Diese Bauweise, welche bei Handelsdampfern seit Ende der siebziger Jahre eingeführt worden ist, nennt man die Construction nach dem Bracket- oder Zellensystem. Sie findet sich in Fig. 1 bis 3 auf Taf. VII veranschaulicht.

Bei dem dritten Systeme, das in der neueren Zeit vorzugsweise ausgeführt wird, kommen wieder Bodenwrangen zur Verwendung. Die letzteren haben jedoch hier die volle Höhe des Doppelbodens, so dass also die Doppelbodendecke unmittelbar auf der Oberkante der Bodenwrangen ruht. Diese Construction findet sich in Fig. 4 und 23 auf Taf. VII und in Fig. 2 auf Taf. IX dargestellt.

Betrachten wir zunächst die einfachere Construction mittels gewöhnlicher Bodenwrangen, so finden wir, dass sich die letzteren nicht bis zur oberen Rundung der Kimm, sondern nur bis zum Punkte *a* erstrecken. (Vergl. Fig. 11 auf Taf. III.) An dieser Stelle ist dann eine dreieckig geformte Platte *c* mit dem Ende der Bodenwrange verbunden. Diese Knieplatte *c* stösst gegen die, den seitlichen Abschluss des Doppelbodens bildende Platte, welche in der Regel mit dem Ausdrücke Tankseitenplatte bezeichnet wird und mit der erwähnten Knieplatte durch ein Winkeleisen verbunden ist.

Das Spantwinkeleisen ist bei dem Punkte *a* durchschnitten, da dort ein ohne Unterbrechung längsschiffs durchlaufendes Winkeleisen die wasserdichte Verbindung der Tankseitenplatte mit der Aussenhaut herstellen muss. Die Unterbrechung des Spantes bildet natürlich immer eine grosse Verschwächung der ganzen Construction. Trotzdem entspricht dieselbe den an sie gestellten Anforderungen, da sich an dieser Stelle fast nie Mängel zeigen.

Die Knieplatte *d* ist gleichfalls vermitteltst eines Winkeleisens mit der Tankseitenplatte verbunden, so dass auf diese Weise ein Zusammenhang des oberen Theiles des Spantes mit der Bodenwrange erzielt wird. Diese Verbindung ist jedoch keine besonders starke, da die Winkeleisen, welche die Kniee *c* und *d* mit der Tankseitenplatte vereinigen, nicht an einer und derselben Seite des Spantes angebracht werden können, sondern in der in Fig. 14 auf Taf. III veranschaulichten Weise angeordnet sein müssen, welche allein ein Verstemmen und Wasserdichtmachen der durch die Tankseitenplatten reichenden Niete ermöglicht. Würden die Winkel derart angebracht, dass die Niete durch beide Winkeleisen und die dazwischen liegende Tankseitenplatte reichen, so würde man gezwungen sein, nicht allein die Nietköpfe, sondern auch einen der Befestigungswinkel an dessen Aussenkante ganz dicht zu verstemmen, was bei der Beschränktheit des Raumes kaum möglich wäre.

Bisweilen wird die in Rede stehende Verbindung dadurch etwas verbessert, dass man auf der Tankdecke (dem inneren Boden) bei *b* eine Verbindungsplatte anbringt, deren obere Ansicht in Fig. 15 auf Taf. III dargestellt ist. Auf diese Weise werden Tankdecke und Gegenspannt in besserer Weise miteinander verbunden, wodurch die ganze Construction wesentlich an Festigkeit gewinnt. Diese Verbindungsplatte wird man jedoch im Allgemeinen sehr selten angewendet finden.

Die übrige Construction des Hauptspantes ist aus Fig. 11, Taf. III, ersichtlich. Der Doppelboden ruht in der Mitte auf dem Kielschweine und an den Seiten auf durchlaufenden Längsträgern. Letztere haben an ihrer oberen und unteren Kante gewöhnlich nur je ein Winkeleisen; es ist jedoch zur besseren Verbindung mit den Bodenwrangen an der Unterkante des Trägers über jedem Gegenspannt noch ein kurzes Stück Winkeleisen angebracht, welches durch wenigstens 2 Niete mit den Gegenwinkeln verbunden wird.

Auf diese Weise wird die Verbindung der Längsträger mit der Oberkante der Bodenwrangen durch 4 Niete ermöglicht. Erfahrungs-

mässig sind 2 Niete für diese Verbindung nicht ausreichend, da der Wasserdruck beim Füllen des Doppelbodens sehr beträchtlich werden kann.

Es gilt als allgemeine Regel, die Längsträger in nicht grösseren Entfernungen als 1,2 m voneinander anzuordnen.

Die hier in Rede stehende Construction kann man natürlich nicht bis in die äussersten Enden des Schiffes unverändert fortsetzen, sondern man lässt mit der abnehmenden Breite des Schiffsbodens hinten sowohl, als auch vorn einen Längsträger nach dem andern im Doppelboden aufhören, bis schliesslich nur noch für das Mittelkielschwein genügender Raum bleibt und der Doppelboden durch eine hohe, ein Querschott bildende Bodenwrange hinten und vorn abgeschlossen wird. — Vor, bezw. hinter diesem Schott haben die Spanten dann wieder die übliche, weiter oben beschriebene Form.

Bei dieser Construction des Doppelbodens ist der Raum zur Aufnahme des Leck- und Bilgewassers verhältnissmässig sehr klein und besteht nur in der bei *d* (Fig. 11) vorhandenen Rinne. Dieser Umstand bedingt einen Nachtheil dieser Bauweise, da schon bei dem Vorhandensein einer sehr geringen Menge Bilgewassers die auf der Decke des Doppelbodens gelagerten Waaren leicht beschädigt werden.

Bei der andern, in Fig. 1 bis 3 auf Taf. VII dargestellten Doppelbodenconstruction nach dem **Zellen-** oder **Bracket-Systeme** ist das Schiff immer mit einer Mittelplatte zu versehen. Das Spantwinkel-eisen ist auch hier, genau in der bei der vorigen Construction besprochenen Weise, bei *a* unterbrochen. Ein Verbindungswinkel-eisen von demselben, oder besser von einem noch etwas stärkeren Profile, als die Spanten selbst, ist bei *b* durch die verticale Mittelplatte, welche an dieser Stelle entsprechend auszulochen ist, hindurchgeschoben, um die beiden Theile des Spantes gut miteinander vereinigen zu können. Parallel mit der Mittelplatte und in ungefährer Entfernung von 1,2 bis 1,3 m voneinander laufen ununterbrochen über die ganze Länge des Schiffsbodens, soweit dies die Form des Schiffes hinten und vorn zulässt, die Längsträger *L*. Dieselben sind mittels kurzer, von Spant zu Spant reichender Winkel-eisen, sowohl an der unteren Kante mit der Aussenhaut als auch an der oberen mit der Beplattung des Doppelbodens verbunden. Das den Doppelboden tragende Winkel-eisen *de* läuft, wie der Spantwinkel, ohne Unterbrechung von der Mitte bis zur Schiffsseite und ist, wie jener, in die Längsträger eingelassen. Das Spantwinkel-eisen, sowie der obere, unter der Tankdecke befindliche Winkel sind durch Knie-

oder Stützplatten (englisch *Brackets*) und durch verticale Winkeleisen mit den Längsträgern verbunden, wie dies auch aus der Figur ersichtlich ist. Die an die verticale Kielplatte und an die Tankseitenplatten anstossenden Knieplatten werden der Höhe nach gewöhnlich nicht getheilt.

Bei grösseren Schiffen von 12 m Breite und darüber vereinigt man die vier zwischen den Längsträgern (auch Längsspanten genannt) anzubringenden Kniee zu einer einzigen Platte, indem man ein mit einem ovalen Erleichterungsloch versehenes Blech in jedes Feld zwischen zwei Längsträgern einpasst, welches alsdann mit dem Ausdrucke Stützplatte bezeichnet wird. Das Spant erhält dadurch die in Fig. 2 auf Taf. VII dargestellte Form.

Die Beplattung der Tankdecke besteht hier sowohl, wie auch bei der vorher beschriebenen Doppelbodenconstruction aus längsschiffs liegenden Plattengängen. Der mittlere, auf der Mittelkielplatte, bezw. dem Mittelplatten-Kielschweine liegende Gang ist in der Regel von einer etwas grösseren Dicke, als der übrige Theil der Beplattung und in seiner Längsnaht doppelt vernietet, während die übrigen Plattengänge einfach vernietete Längsnähte haben. Bei sehr grossen Schiffen werden jedoch sämtliche Längsnähte der Doppelbodenbeplattung doppelt vernietet. Die Stösse (Querfugen) der Mittelplatte der Tankdecke sollten stets eine dreifache Vernietung erhalten. — Wenn man sich den unteren Theil eines Spantes mit einem Querstreifen der Boden- und Doppelbodenbeplattung aus dem Schiffe herausgeschnitten denkt, so kann man denselben als einen Träger betrachten, von welchem die Beplattungsstreifen die Gurtplatten bilden. Entsprechend der Beanspruchung des Schiffsbodens auf Durchbiegung wird, nach den für die Träger geltenden Gesetzen, die Beplattung des äusseren und inneren Bodens daher in der Mitte am meisten in Anspruch genommen werden. Aus diesem Grunde ist die oben erwähnte Verstärkung der Mittelplatte der Tankdecke, sowie die doppelte Vernietung der Längsnaht derselben auch durchaus gerechtfertigt.

Auch für diese Construction gilt das bei dem zuerst beschriebenen Doppelbodensystem betreffs der Vereinigung des oberen Theiles der Spanten mit dem unteren Erwähnte; auch hier sollte bei dem Punkte *e* (Fig. 1, Taf. VII) eine Verbindungsplatte angebracht werden.

Manche Baumeister lassen die Längsträger nicht ununterbrochen über die ganze Länge des Schiffes durchlaufen, sondern durchschneiden dieselben bei jedem sechsten bis achten Spant, um hier eine aus einem

Stücke bestehende und sich also quer über die ganze Breite des Schiffes erstreckende Bodenwrange anbringen zu können. Auf diese Weise geht natürlich der charakteristische Vorzug der Construction des Zellensystems, welches in einer vortheilhaften Ausnutzung der Längsverbände besteht, ganz verloren. Diese Bauweise muss daher als unvortheilhaft bezeichnet werden.

Die Entfernung der einzelnen Spanten voneinander ist beim Zellensystem dieselbe wie bei Schiffen gewöhnlicher Construction. Im Allgemeinen wird jedoch nur jedes zweite Spant mit Knie- oder Stützplatten versehen.

Die Construction der dazwischen liegenden Spanten ohne Knieplatten findet sich in Fig. 3 auf Taf. VII wiedergegeben. Aus der Zeichnung geht hervor, dass nur an der Mittelkielplatte und an der Tankseitenplatte ein Kniestück angeordnet ist. — Ein querschiffs gerichteter Winkel unter der Tankdecke ist an jedem Spant anzubringen.

Unter dem Maschinen- und Kesselraum wird hingegen jedes Spant mit Knieplatten versehen; seitens der Classifications-Institute wird sogar meistens verlangt, dass hier jedes Spant aus einem Stücke bestehende Stützplatten erhält, welche mit einem Erleichterungsloche versehen sind. (Vergl. Fig. 2 auf Taf. VII.)

In neuerer Zeit wird fast nur noch die Construction des Doppelbodens angewendet, welche man gewöhnlich mit der Bezeichnung „Doppelboden mit hohen Bodenwrangen“ belegt. Das charakteristische Merkmal derselben besteht darin, dass jedes Spant mit einer Bodenwrange versehen ist, welche sich ununterbrochen von der hier stets vorhandenen Mittelkielplatte bis zur Tankseitenplatte erstreckt und deren Höhe genau derjenigen des Doppelbodens entspricht, so dass also die Tankdecke direct auf der Oberkante der Bodenwrangen ruht. Ungefähr in der Mitte zwischen Tankseiten- und Mittelkielplatte wird dann eine eingeschobene Platte zwischen den Bodenwrangen angebracht. Der Anschluss der Spanten von der Tankseitenplatte aus nach oben geschieht in ganz derselben Weise, wie bei den vorher beschriebenen Systemen. — Wie aus der in Fig. 4 auf Taf. VII dargestellten Spantzeichnung einer solchen Doppelbodenconstruction ersichtlich, werden die Bodenwrangen mit mehreren Erleichterungslöchern versehen, welche gleichzeitig die Zugänglichkeit des Doppelbodens ermöglichen.

Bei sehr grossen Schiffen dieser Construction bringt man zu jeder Seite des Kiels nicht nur eine, sondern zwei eingeschobene Platten zwischen den Bodenwrangen an, so dass der Abstand dieser Platten

nach den Vorschriften der Classifications-Institute das Maass von 2,5 m nicht überschreitet. (Vgl. Fig. 4 auf Taf. VI, Fig. 23 auf Taf. VII und Fig. 2 auf Taf. IX.) — Die Oberkante der Bodenwrangen, die stets eine gerade Linie bildet, wird meistens rechtwinkelig umgebogen um einen geeigneten Flansch zur Verbindung mit der Doppelbodendecke herzustellen. Auf diese Weise wird das sonst erforderliche Winkeleisen entbehrlich, wodurch nicht unwesentlich an Gewicht und Nietarbeit gespart wird. Auch die zwischen den Bodenwrangen eingeschobenen Platten werden vielfach auf einem Ende mit einem umgebogenen Flansch zu Vernietungen mit den Bodenwrangen versehen. Bei dem anderen Ende muss das Winkeleisen beibehalten werden, weil es nicht möglich sein würde, die erforderliche Länge der Platten genau einzuhalten, wenn sie an beiden Enden umgefianscht werden müssten. (Vergl. Fig. 11 auf Taf. VII.)

Sehr wichtig ist es, bei jeder Art von Doppelboden, ausser für eine sehr gute Communication des Wassers durch Speigattöffnungen in den Bodenwrangen und Längsträgern, auch noch für eine hinlängliche Circulation der Luft unmittelbar unter der Tankdecke zu sorgen, was leider sehr häufig vernachlässigt wird. Das Füllen und Entleeren der Tanks geht bei einer mangelhaften Luftcirculation nicht nur sehr langsam von statten, sondern die Luft kann überhaupt aus einzelnen Theilen des Doppelbodens gar nicht entweichen, so dass also die Tanks nur unvollständig gefüllt werden können. Dieser letztere Umstand kann sogar für Schiffe von geringer Stabilität geradezu gefahrbringend werden. Da nämlich ein Schiff fast nie genau horizontal liegt, so sammelt sich nach längerer Zeit die im Doppelboden enthaltene Luft auf einer Seite, wodurch das Schiff unter Umständen eine so bedeutende Neigung bekommt, dass sie für die Sicherheit desselben sehr bedenklich werden kann.

Zur Vermeidung dieses Uebelstandes empfiehlt es sich, die innere Beplattung des Doppelbodens nicht unmittelbar auf die Längs- und Querträger zu nieten, sondern zwischen beiden Theilen sogenannte Füllstücke, d. h. Streifen von Flacheisen in der Breite der betreffenden Winkeleisen und in einer ungefähren Dicke von 6 bis 10 mm anzubringen. Diese Füllstücke werden nur in kurzen Längen von 20 bis 30 cm und in Entfernungen von circa 5 bis 8 cm angeordnet, so dass auf diese Weise eine grosse Anzahl von Oeffnungen dicht unter der Tankdecke entsteht, durch welche die Luft genügend circuliren kann.

Besteht die Beplattung der Tankdecke abwechselnd aus anliegen-

den und abliegenden Plattengängen, so ist es vortheilhaft, das Arrangement derart zu treffen, dass die abliegenden Gänge (bei denen unbedingt Füllstücke erforderlich sind) immer über den Längsträgern liegen, so dass auch hier die Luftcirculation in der Querschiffsrichtung oberhalb des Längsträgers stattfinden kann.

Bei den bis jetzt beschriebenen Doppelbodenconstructions war das Spant immer an der Verbindungsstelle der Tankseitenplatte mit der Aussenhaut unterbrochen. Es ist das die üblichste Construction, weil sie am leichtesten ein zuverlässiges Abdichten des Doppelbodens gestattet. Einzelne Baumeister lassen jedoch das Spant und Gegenspant ununterbrochen durchlaufen, so dass mithin die Tankseitenplatte um das Spant herum abgedichtet werden muss. Aus den Figuren 5 und 6 auf Taf. VII, die diese Construction zur Darstellung bringen, geht hervor, dass das Gegenspant noch circa 60 cm in den Doppelboden hineinragt. Die Tankseite, welche hier mit einer Curve in die Tankdecke übergeht, ist bei jedem Spant mit einem viereckigen Ausschnitte versehen, so dass sie genau gegen die Aussenhaut angepasst ist. Das die Tankseite mit der Aussenhaut verbindende Winkel-eisen ist, wie auch aus Fig. 6 ersichtlich, bei jedem Spant über dieses und das zugehörige Gegenspant hinweggebogen. Die in der Tankseite an den Durchdringungsstellen der Spanten verbleibenden Oeffnungen werden mittels eines genau passenden schmiedeeisernen Pfropfens, von einer etwas grösseren Länge als die Breite des eben erwähnten Verbindungswinkel-eisens, geschlossen und er wird dann entweder gut verstemmt oder durch Cement oder Kitt abgedichtet. Diese Arbeit ist jedoch immer eine schwierige und erfordert grosse Aufmerksamkeit. Namentlich ist es nicht leicht, das Wasser daran zu verhindern, dass es zwischen dem Spant und der Aussenhautplatte oder zwischen ersterem und dem Gegenspant durchdringt. Das gute Verstemmen dieser Theile an den Kanten genügt in diesem Falle nicht, weil das Wasser zwischen denselben wie in einem Kanale fortläuft und dann, vielleicht mehrere Meter von der Tankseite entfernt, unter dem Spant hervorquillt. Es lässt sich das am einfachsten dadurch verhindern, dass man zwischen Spant und Aussenhaut sowohl, als auch zwischen Spant und Gegenspant ein mit Mennigkitt getränktes Stück Leinwand oder Flanell legt. Von vielen Seiten wird diese Methode allerdings beanstandet, in der Praxis giebt es aber kaum einen anderen Weg, um dem angedeuteten Uebelstande vorzubeugen.

Eine bessere Methode zur Abdichtung der Tankseitenplatten bei durchlaufenden Spanten ist in Fig. 7 auf Taf. VII dargestellt. An

der Unterkante der Tankseitenplatten werden von Spant zu Spant reichende Winkeleisen, welche an ihrem Ende eine eigenthümliche Kröpfung erhalten, angebracht und — wie aus der Figur ersichtlich — sowohl mit dem Spant, als auch mit dem benachbarten Dichtungswinkel durch Niete verbunden. Um diese Construction, die auch bei der Abdichtung eiserner Decks vielfach angewendet wird, noch klarer zu veranschaulichen, ist in Fig. 8 ein einzelnes dieser Winkeleisen dargestellt. — Die Verbindung gewährt bei guter Ausführung einen zuverlässigen Abschluss; da jedoch fast jeder einzelne Winkel nach einem besonderen Modelle angefertigt werden muss, so beansprucht diese Construction einen sehr erheblichen Aufwand von Arbeitslöhnen. Die hier erforderlichen Dichtungswinkel sind in neuerer Zeit vielfach aus schmiedbarem Gusseisen oder aus Stahlguss hergestellt worden.

Fig. 9 und 10 auf Taf. VII zeigen noch eine andere Abdichtungsmethode der Tankseite bei ununterbrochenem Spantwinkel, welcher man sich vielfach bedient. An der Stelle, wo die Tankseitenplatte von dem Spant durchbrochen wird, ist letzteres durch ein Winkeleisen von gleichem Profile und von circa 1,2 bis 1,5 m Länge verstärkt, und zwar derart, dass der eine Schenkel dieses Verstärkungswinkels mit dem verticalen Schenkel des Spantes und der andere mit der Aussenhautbeplattung vernietet ist, wie dies auch aus der in Fig. 10 dargestellten Schnittzeichnung ersichtlich ist. Auf diese Weise soll für das an der Durchdringungsstelle in der Tankseite fehlende Gegenspant Ersatz geschaffen werden. Das etwas weiter nach oben zu beginnende Gegenspantwinkeleisen überlappt, behufs Herstellung eines guten Verschlusses, den soeben erwähnten Verstärkungswinkel auf eine entsprechende Distanz. Zur Abdichtung der Tankseite sind dann zwischen den Spanten kurze, an den Enden mit angeschweissten Ecken versehene Winkeleisen angebracht, deren Anordnung Fig. 10 zur Anschauung bringt.

Mehr als bei allen anderen Eisenconstructions ist beim Schiffbau die Erreichung der grösstmöglichen Festigkeit bei dem geringsten Materialaufwand von Wichtigkeit, weil jeder unnöthige Mehrverbrauch an Material nicht nur die Baukosten erhöht, sondern auch vor allem die Rentabilität des Schiffes dadurch beeinträchtigt, dass dessen Eigengewicht vergrössert und mithin seine Tragfähigkeit vermindert wird. Dieser Gesichtspunkt ist daher auch derjenige, welcher uns hauptsächlich bei den Untersuchungen über die Zweckmässigkeit der verschiedenen Constructions leiten muss.

Da der Zweck des Spantes vor allem darin besteht, der Schiffswand gegen einen Druck von aussen die nöthige Widerstandsfähigkeit zu geben, so wird es darauf ankommen, dem Spant ein thunlichst grosses Widerstandsmoment gegen Biegung zu verleihen. Man wird hierbei berücksichtigen müssen, dass die mit dem Spant vernietete Aussenhaut dasselbe verstärkt, indem ein Plattenstreifen von der Breite einer Spantendistanz immer als Gurtplatte wirkt. Spant, Gegenspant und der entsprechende Streifen der Aussenhautbeplattung bilden also einen Träger, dessen neutrale Achse der Innenseite der Aussenhaut sehr nahe liegt, ja sogar bisweilen ganz mit dieser zusammenfällt. Um daher das Widerstandsmoment des Ganzen möglichst gross zu machen, würde es augenscheinlich am zweckmässigsten sein, das Profil des Gegenspanntes möglichst gross zu wählen, anstatt, wie es jetzt allgemein geschieht, dasselbe von kleineren Querschnittsdimensionen als das Spantwinkeleisen herzustellen.

Bei der üblichen Construction der Bodenwrangen haben wir eine ähnliche Beobachtung zu machen; auch hier würde eine rationelle Bauweise verlangen, dass die Gegenspantwinkeleisen stärker als die Spantwinkel sind, und es ist zu verwundern, wie man bis heute noch immer an der alten Constructionsweise hängen bleiben konnte. Nur von den verschiedenen Kriegsmarinen sind Schiffe erbaut worden, bei denen das Gegenspant wesentlich stärker ist, als das Spant. Wir sind überzeugt, dass dieses System auch in der Handelsmarine gute Dienste leisten würde, da es eine nicht unbeträchtliche Ersparniss an Material zulässt. Es ist allerdings nicht zu leugnen, dass die Herstellung eines Spantes nach diesem Systeme etwas mehr Schwierigkeiten bietet; wenn man indess einmal längere Zeit diese Construction angewendet hätte, so würde man auch darin bald so viel praktische Fertigkeit erlangen, um diese Schwierigkeiten leicht überwinden zu können. Die zweckmässige Durchführung dieses Principis erfordert natürlich, dass jeder Spant bis zum Oberdeck hinauf mit einem Gegenspant versehen wird, weil das Spantwinkeleisen allein zu schwach sein würde. Da man jedoch auf diese Weise dem Spant — bei verhältnissmässig nur geringer Steigerung des Gewichts der Gegenspannten — ein doppelt oder selbst dreimal so grosses Widerstandsmoment gegen Durchbiegung zu geben vermag, so ist proportional zu dieser erhöhten Festigkeit auch ein grösserer Abstand der Spanten voneinander zulässig, und thatsächlich ist bei Schiffen dieses Systems die Spantendistanz auf circa 1,1 m (anstatt, wie sonst üblich, 60 cm)

bemessen worden. Die hierdurch erzielte bedeutende Gewichtersparniss ist also wohl einleuchtend.

Bei einer Vergrösserung des Spantenabstandes über 60 bis 75 cm hinaus besitzt jedoch die Aussenhautbeplattung zwischen den Spanten nicht mehr die erforderliche Widerstandsfähigkeit gegen Einbeulen, und man sieht sich daher genöthigt, denselben durch Anwendung von sogenannten Längsspanten eine anderweitige Unterstüztung, bezw. Versteifung zu geben. Die Längsspanten bestehen in längsschiff laufenden, von Spant zu Spant reichenden Plattenstreifen, welche durch Winkeleisen mit der Aussenhaut verbunden sind. Durch eine solche Verstärkung wird allerdings das Gewicht des Spantensystems wieder erhöht; trotzdem bleibt es aber bei gleicher Stärke nicht unerheblich hinter dem eines Schiffes gewöhnlicher Construction zurück. — Bei dieser Bauart spielen die Querspanten noch immer eine hervorragende Rolle, und die Längsspanten sind noch nicht so ausgesprochen entwickelt, wie das bei der im Nachstehenden zur Beschreibung gelangenden Construction nach dem sogenannten Längsspantensysteme der Fall ist. Man könnte daher die eben besprochene Bauart das gemischte Spantensystem nennen.

Diese Construction ist nämlich noch einer weitergehenden Ausbildung insofern fähig, als man die querschiffs liegenden Spanten (die sogenannten Querspanten) nicht nur aus Spant- und Gegenspantwinkeleisen, sondern aus einem, an seiner Innen- und Aussenkante durch Winkeleisen versteiften Rahmen von starken Platten herstellt. Ein solches Spant wird dann mit dem Ausdrucke Rahmen- oder Platten-spant (englisch: *Webframe* oder *Partial Bulkhead*) bezeichnet. Der Widerstand eines solchen Spantes gegen eine Deformation querschiffs ist natürlich ein wesentlich grösserer als der eines gewöhnlichen Querspantes, aus welchem Grunde die Rahmenspanten auch in ganz bedeutend grösseren Entfernungen voneinander angeordnet werden können, vorausgesetzt, dass die Aussenhaut durch in geeigneter Weise angebrachte Längsspanten genügend unterstüzt wird.

Diese Bauweise ist das **Längsspantensystem** im eigentlichen Sinne des Wortes. Dasselbe wurde für die Handelsschiffe zuerst von Scott Russel zur Anwendung gebracht, welcher bei denselben die Rahmenspanten in Entfernungen von 4 bis 6,5 m anordnete und den Schiffsboden sowohl, wie die Seiten durch Längsspanten kräftig unterstüzte. Es ist zweifellos, dass dieses System zur Erreichung einer möglichst grossen Festigkeit bei entsprechend geringem Gewichte am geeignetsten ist. Wenn die Längsspanten dabei ununterbrochen über

die ganze Länge des Schiffes durchlaufen, oder doch an ihren Unterbrechungsstellen bei den Rahmenspannten derart miteinander verbunden werden, dass dieser Verbindung dieselbe Festigkeit gegen Zug und Druck gesichert wird, wie das Längsspannt selbst besitzt, so sind dieselben in der Lage, die Zug- und Druckspannungen, welche in der Aussenhautbeplattung bei einer Durchbiegung des Schiffes entstehen, theilweise mit aufzunehmen und dadurch die Beanspruchung der Aussenhaut, welche dementsprechend schwächer gewählt werden kann, verringern zu helfen. Bis zu welchem Betrage man bei Anwendung des Längsspanntensystems an Eigengewicht des Schiffes zu sparen vermag, erhellt aus einem von Reed gegebenen Beispiele. Derselbe berechnet, dass bei einem Postdampfer von 2700 Tonnen Tragfähigkeit durch die Unterordnung der Quer- unter die Längsverbindungen eine Gewichtersparniss von nicht weniger als 150 Tonnen, bei thatsächlich vergrösserter Längsschiffsfestigkeit erzielt werden kann, ohne dass eine ungenügende Querschiffsfestigkeit zu befürchten sei. Dessenungeachtet empfiehlt sich dieses System nicht für Handelsschiffe, wenigstens nicht für solche, welche ausschliesslich dem Frachtdienste gewidmet sind, weil die Längsspannten den Laderaum meistens zu sehr beschränken würden.

Hat man sich bei einem Neubau für ein bestimmtes System zu entscheiden, ohne dass dabei besondere Rücksichten zu nehmen sind, so wird sich für kleinere Schiffe unter den gegenwärtigen Verhältnissen noch immer das gewöhnliche Querspanntensystem empfehlen, und zwar schon deshalb, weil eine bedeutende Reduction in der Plattenstärke der Aussenhaut, bei der an sich schon geringen Dicke der Platten, nicht statthaft ist und somit der Vortheil der Gewichtersparniss theilweise wieder verloren geht.

Soll ein Schiff mit einem Doppelboden für Wasserballast versehen werden, so wählt man nur noch ausnahmsweise für kleinere Schiffe der Einfachheit wegen die Construction nach Fig. 11 auf Taf. III, also den Doppelboden auf gewöhnlichen Bodenwrangen. Das sogenannte Zellensystem und die hohen Bodenwrangen eignen sich besonders für grosse Schiffe, weil sie entschieden eine grössere Längs- und Querschiffsfestigkeit gewähren. Dadurch, dass hier die Aussenhaut durch Längsträger mit dem inneren Boden in Verbindung steht, werden bei einer Längsschiffsbeanspruchung alle Zug- und Druckspannungen auf die Tankdecke mit übertragen und auf diese Weise wird also die Festigkeit des Ganzen vergrössert.

Wenn man das Zellensystem oder hohe Bodenwrangen für Schiffe

mit einem sehr flachen Boden anwendet, so besteht ein nicht zu unterschätzender Nachtheil dieser Construction darin, dass der Zusammenfluss des Bilgewassers innerhalb des Doppelbodens durch die dort vorhandenen Zellen äusserst erschwert wird. In solchen Schiffen kann man daher meistens den Doppelboden nie ganz leer pumpen. Das zurückbleibende Bilgewasser sammelt sich schliesslich auf einer Seite und erzeugt eine mehr oder weniger grosse „Schlagseite“.

Das Zellensystem, sowie die Doppelbodenconstruction mit hohen Bodenwrangen verdanken ihre schnelle Einführung namentlich dem Vortheile, den sie hinsichtlich der Bestimmung des Tonnengehaltes eines Schiffes in früherer Zeit boten. Nach den Vermessungsgesetzen war zur Berechnung des cubischen Inhaltes eines Schiffes die von der Oberkante der Bodenwrangen bis zum Vermessungsdeck gemessene Tiefe massgebend. Da hiernach bei Doppelboden-Schiffen mit gewöhnlichen Bodenwrangen der Punkt, von dem ab die Tiefe des Schiffes gemessen wurde, noch unterhalb des Doppelbodens lag, so wurde nothwendigerweise ein Theil dieses Wasserballastraumes mit zum Inhalt des Laderaumes gerechnet. Es war dies in keiner Weise zu rechtfertigen, da die Vermessung nur diejenigen Räume in Betracht ziehen soll, welche wirklich zur Aufnahme von Ladung benutzt werden können.

Bei den nach dem Bracketsystem erbauten oder mit einem Doppelboden mit hohen Bodenwrangen versehenen Schiffen musste man jedoch — dem Wortlaute des Gesetzes zufolge — die Oberkante der Bodenwrangen als mit der Decke des Doppelbodens zusammenfallend betrachten, und deshalb wurde hier die Tiefe des Schiffes von der Tankdecke ab gemessen, wodurch natürlich der cubische Inhalt des Schiffes — der Registertonnengehalt — kleiner ausfiel. Dieser Unterschied konnte sich bei grösseren Schiffen auf 100 Registertons und mehr belaufen. Da nun die Hafenabgaben nach dem Tonnengehalte bemessen werden, so lag für den Rheder ein grosser Vortheil darin, bei Anwendung eines Doppelbodens, eine der beiden letztgenannten Constructionsarten zu wählen. Seit einer Reihe von Jahren ist jedoch die Schiffsvermessungs-Verordnung dahin abgeändert worden, dass auch der Inhalt der auf gewöhnlichen Bodenwrangen erbauten Doppelböden nicht mehr vermessen wird.

Viertes Kapitel.

Decks- und Raumbalken, sowie Decksstützen.

Die Spanten in Verbindung mit den Bodenwrangen finden bei der ihnen eigenen Bestimmung, die Form des Schiffes in einer querschiffs gerichteten Ebene zu erhalten, erst ihre Ergänzung in den **Decksbalken**, welche das den Abschluss des Schiffsraumes nach oben zu bildende Deck unterstützen, gleichzeitig aber auch die erforderliche Querverbindung an dem oberen Theile der Schiffsseiten herstellen. Entsprechend der zunehmenden Tiefe des Schiffes sind noch weitere solcher Querverbindungen in Form von **Zwischendecks-** und **Raumbalken** erforderlich.

Wir unterscheiden sonach zunächst zwei Arten von Balken, nämlich die eigentlichen Decksbalken, welche ein wirkliches Deck tragen, und die sogenannten Raumbalken, welche, frei im Schiffsraum angebracht, nur die beiden Schiffsseiten gegeneinander absteifen.

Die Decksbalken werden nach zweierlei Richtungen in Anspruch genommen, nämlich einmal gegen Durchbiegung durch die Belastungen des Decks, und ein anderes Mal gegen Zug oder Druck, indem sie die beiden Schiffsseiten miteinander verbinden.

Die Raumbalken dagegen, welche nur die letztere Bestimmung haben, werden meistens auf Druck und nur zuweilen auf Zug beansprucht, niemals aber auf Bruch, wenigstens nicht unter normalen Verhältnissen.

Die **Decksbalken** bestehen aus querschiffs gerichteten eisernen Trägern, welche mit den Spanten und einer Stringerplatte verbunden und gewöhnlich in Entfernungen von zwei Spantendistanzen, das ist in Abständen von circa 1,1 bis 1,3 m voneinander angeordnet sind.

Die am meisten üblichen Querschnittsformen finden sich in Fig. 12 bis 16 auf Taf. VII dargestellt. Der in Fig. 12 veranschaulichte Balkenquerschnitt besteht aus einem sogenannten Wulsteisen mit zwei an dessen oberer Kante angenieteten Winkeln. Die in Fig. 13 gezeichnete Form besitzt zwar ein ähnliches Profil; dasselbe ist aber nicht, wie bei der vorigen Construction, aus drei einzelnen Theilen zusammengesetzt, sondern gleich in der entsprechenden Form gewalzt. Man nennt die letztere Form das „Wulst-T-Eisen“. Es ist einleuchtend, dass dieses bei gleichem Gewichte des verwendeten Materials gegenüber dem in Fig. 12 dargestellten Profile eine grössere Festigkeit gegen Bruch gewährt; oder, anders ausgedrückt, dass bei Erzielung einer gleichen Bruchfestigkeit eine leichtere Construction ermöglicht wird. In früheren Jahren gelangten solche Balken aus Wulst-T-Eisen vorzugsweise nur bei Kriegsschiffen, sowie bei solchen Fahrzeugen, welche mit einer grösseren Sorgfalt ausgeführt werden sollten, zur Anwendung, da diese Balken sich gegenüber den aus einem Wulst- und zwei Winkeleisen zusammengesetzten, trotz des bei letzteren erforderlichen grösseren Arbeitslohnes, immer noch etwas theurer im Preise stellten.

Die Balken aus Wulst-T-Eisen haben sich jedoch jetzt auch bei den Handelsschiffen allgemeinen Eingang verschafft.

Beide Formen von Wulsteisenbalken — sowohl die mit Winkeleisen zusammengesetzte, als auch die aus einem Stücke gewalzte — werden vorzugsweise für hölzerne Decks angewendet, da sich die Decksplanken sehr gut auf der oberen breiten Fläche der Balken mittels Schraubbolzen befestigen lassen. Bei eisernen Decks lässt man dagegen bisweilen eines der Winkeleisen an der Oberkante des Wulsteisens wegfallen, da man mit Recht annehmen kann, dass die Decksbeplattung selbst den einen Flansch des Balkens ersetzt. Es ist jedoch nicht zu verkennen, dass ein mit nur einem Winkeleisen versehener Wulsteisenbalken immer die Tendenz zeigen muss, sich nach einer Seite zu neigen, wenn derselbe einer starken Bruchbelastung ausgesetzt wird, weil seine Form keine symmetrische ist. Aus diesem Grunde verwendet man auch gewöhnlich bei grossen Schiffen von 14 m Breite und mehr, selbst für die eisernen Decks solche Balken, welche aus Wulsteisen mit zwei an dessen Oberkante angebrachten Winkeleisen hergestellt sind. In allen diesen Fällen ordnet man an jedem zweiten Spant einen Wulsteisenbalken an.

In kleineren Schiffen, deren Breite nicht mehr als circa 6,5 m beträgt, stellt man die Decksbalken gewöhnlich nur aus einfachen

Winkelisen mit verhältnissmässig sehr breitem verticalen Schenkel her, welche bei Anwendung hölzerner Decks an jedem zweiten Spant angebracht werden. Auch für die leichteren Decks in grösseren Schiffen, also namentlich für die sogenannten Hurricanedecks, sowie für die Brückenhäuser, Poops und Backs sind Balken aus einem einfachen Winkelisen gleichfalls ausreichend und werden bis zu einer ungefähren Schiffsbreite von 11 m von Seiten der Classifications-Institute gestattet.

Für eiserne Decks, welche nicht mit einer Holzbeplattung versehen sind, ist es zweckmässig und zuweilen sogar nothwendig, um ein Durchbiegen der verhältnissmässig schwachen Decksbeplattung zu vermeiden, nicht nur an jedem zweiten, sondern an jedem Spant einen Balken anzubringen, so dass das Deck in Entfernungen von ungefähr 60 cm unterstützt ist. In diesem Falle stellt man indess die Decksbalken meist nur aus einfachem Winkelisen her, was für Balken bis zu einer Länge von 12,8 m als zulässig angesehen wird. Ist die Schiffsbreite jedoch eine grössere, so wird an jedem Spant ein Wulstisenbalken, der indess an seiner Oberkante nur ein Winkelisen erhält, angebracht, oder man benutzt Wulstwinkelisen. (Vergl. Fig. 14.)

In allen den Fällen, wo Decksbalken aus einfachen Winkelisen oder Wulstwinkelisen angewendet werden, ist unter denselben, in der Mittellinie des Schiffes entlang laufend, ein Träger von T-Eisen oder doppeltem Winkelisen anzubringen, welcher durch kurze Winkel mit den einzelnen Decksbalken verbunden wird. Der Zweck dieser Einrichtung besteht einestheils darin, die im Querschnitte un-symmetrischen Winkelbalken bei einer starken Belastung am Neigen zu verhindern, sowie auch jedem einzelnen derselben eine Unterstützung zu geben. Während man nämlich ohne Längsträger an jedem Balken eine Stütze anbringen müsste, genügt es, bei Anwendung eines solchen Trägers die Decksstützen in Entfernungen von zwei bis drei Spantendistanzen anzuordnen.

Schliesslich sei noch des in Fig. 16 dargestellten sogenannten Kanal- oder U-Eisens als Balkenquerschnittsform erwähnt. Dasselbe wird jetzt sehr viel und namentlich bei sehr grossen Schiffen verwendet. Vermöge seiner Form ist es entschieden sehr geeignet einer grossen Bruchbelastung zu widerstehen; oder, in anderer Weise ausgedrückt: diese Form gestattet bei ausreichender Festigkeit die geringste Höhe des Balkens. Letzterer Umstand ist bei Passagierdampfern von besonderem Werthe, da es hier darauf ankommt, die Höhe der Kajüten nicht durch hohe Decksbalken zu beschränken.

Ausserdem lässt auch die untere Fläche des Balkens eine besonders gute Befestigung etwaiger Längsverbindungen zu, weshalb diese Balkenform in grossen Schiffen, bei denen eine weitere Verstärkung der eisernen Decks durch geeignete Längsverbände geboten erscheint, sehr zweckmässig ist. Wir werden bei Besprechung der eisernen Decks Gelegenheit haben, auf diesen Punkt noch besonders zurückzukommen.

Die Grösse der Querschnittsdimensionen und namentlich die für die Bruchfestigkeit am meisten massgebende Höhe der Balken wächst mit der Länge der letzteren, und zwar richten sich, nach den Vorschriften der Classifications-Institute, die Abmessungen des Querschnittes für sämtliche Balken eines Decks nach der grössten Breite desselben. Nur diejenigen nach den Schiffsenden zu gelegenen Balken, deren Länge weniger als dreiviertel der Balkenlänge mittschiffs beträgt, werden etwas in ihren Dimensionen reducirt, wofür gleichfalls bestimmte Vorschriften bestehen.

Die Classifications-Institute scheinen anfänglich bei Feststellung der Balkendimensionen, wie in vielen anderen Fällen, nur von rein empirischen Grundsätzen ausgegangen zu sein. Ein Blick in die älteren für die Decksbalken aufgestellten Tabellen zeigt uns nämlich sofort, dass bei der damals üblichen Construction, bestehend aus einem Wulst- und zwei an der Oberkante angenieteten Winkeleisen, die Höhe des Balkens, bezw. des Wulsteisens immer gleich $\frac{1}{48}$ der Schiffsbreite beträgt. Hierbei war vorausgesetzt, dass die Balken, wie meistens üblich, an jedem zweiten Spant angebracht sind; wenn hingegen an jedem Spant ein Balken angeordnet ist, so werden die Querschnittsdimensionen selbstverständlich etwas reducirt.

Diese Angaben über die Balkendimensionen beziehen sich nur auf die Oberdecks- und Zwischendecksbalken von Schiffen mittlerer Grösse (sogenannte Zweideck-Schiffe). Bei grösseren Fahrzeugen, die unter die Kategorie der Dreideck- und Spardeck-Schiffe fallen, werden die Dimensionen der Oberdecksbalken etwas reducirt, und zwar beträgt ihre Höhe gewöhnlich nur $\frac{1}{57}$ bis $\frac{1}{60}$ der Schiffsbreite. — Wir kommen auf diesen Gegenstand in dem Kapitel über die verschiedenen Schiffstypen noch ausführlicher zurück. — Dass die Querschnittsdimensionen der Balken für die einen leichten Ueberbau bildenden Decks, also der Hurricane-, Brücken-, Poop- und Backdecks noch mehr reducirt werden, ist bereits angedeutet worden.

Die Befestigung der Balken an der Schiffsseite erfolgt im Allgemeinen in der Weise, dass man dieselben an jedem Ende mit einem

Knie versteht, welches an das betreffende Spant durch Niete befestigt wird. Das Knie selbst wird entweder mit dem Balken aus einem Stücke geschmiedet oder durch eine besondere, an den Balken anzunietende Platte gebildet. In der Fig. 16 auf Taf. III, sowie in Fig. 17 auf Taf. VII findet sich das Ende eines Wulstbalkens mit angeschmiedetem Knie veranschaulicht. Häufig wird das Knie, so wie in Fig. 18 auf Taf. VII dargestellt, mit einer dreieckigen Oeffnung versehen, da das Einschweissen einer vollen Platte etwas mehr Schwierigkeiten bietet.

Bei einfachen Winkelbalken bildet man das Knie in der Regel durch Anschweissen eines entsprechend geformten Stückes Blech. (Vergl. Fig. 19 auf Taf. VII.) Stehen keine geübten Arbeiter zur Disposition, so formt man die Balkenkniee auch wohl aus besonderen Platten, welche ungefähr die Gestalt eines Dreiecks mit abgestumpften Ecken haben. Diese Construction, welche in Fig. 20 auf Taf. VII zur Anschauung gebracht ist, steht der vorigen an Solidität allerdings nicht nach; dieselbe ist indess weniger elegant im Aussehen und kommt deshalb auch nur selten zur Anwendung. Nur die einfachen Winkeleisenbalken kleinerer Schiffe erhalten gewöhnlich derart hergestellte Kniee.

Die aus U-Eisen bestehenden Balken erhalten stets angenietete Knieplatten.

Hat das betreffende Spant an der Stelle, an welcher der Balken befestigt werden soll, kein Gegenspant, so ist die Verbindung des Balkens mit dem Spant schon insofern gegeben, als eine gute Befestigung nur in einer Vernietung desselben an der äusseren Seite des querschiffs liegenden Spantschenkels bestehen kann. Ist an der betreffenden Stelle des Spantes jedoch ein Gegenwinkel vorhanden, so geschieht die Vereinigung mit dem Balken entweder in der Weise, dass man das Balkenknie an der inneren Seite des Spantwinkels (an der sich also der Gegenwinkel nicht befindet) vernietet, oder indem man das Balkenknie zwischen Spant und Gegenspant schiebt. Im letzteren Falle muss man unterhalb des Balkens und, wenn es sich um einen Zwischendecksbalken handelt, auch oberhalb desselben, zwischen dem Spant und dem Gegenspantwinkeleisen, kleine keilförmig gestaltete Eisenstücke anbringen, damit neben dem eingeschobenen Theile des Balkens kein hohler Raum zwischen den beiden Winkeleisen bleibt. Dieses Einschieben der Balkenkniee ist jedoch im Allgemeinen eine schwierige Arbeit, und es wird daher diese Constructionsweise nur sehr selten angewendet.

Wie die Verbindung zwischen Balken und Spant aber auch hergestellt sei, unter allen Umständen muss für eine hinreichende Anzahl Niete zur Befestigung gesorgt sein. Beim Rollen des Schiffes wird die Verbindung der Balken mit den Schiffsseiten sehr stark in Anspruch genommen und eine solide Construction und Befestigung der Balkenkniee ist daher von grosser Wichtigkeit.

Die Höhe des verticalen Schenkels der Balkenkniee wird gewöhnlich $2\frac{1}{2}$ mal der Höhe des Balkens gemacht; bei grösseren Schiffen geht man jedoch bis zur dreifachen Balkenhöhe.

Den Balken des obersten Decks giebt man eine sanfte Wölbung nach oben, womit man ein besseres Abfließen des Wassers nach den Schiffsseiten zu bezweckt. Die Höhe dieser Wölbung beträgt in der Regel zwischen $\frac{1}{48}$ bis $\frac{1}{32}$ der Balkenlänge, und zwar wählt man das kleinere Verhältniss mehr für die grösseren Schiffe. Die Curve des Decksbalkens ist meistens ein Kreisbogen. In Schiffen mit mehreren Decks giebt man den Zwischendecksbalken gewöhnlich nicht so viel Bucht als den Balken des Oberdecks, oder man macht sie wohl auch ganz gerade. Eine Ausnahme hiervon bildet das zweite, bezw. Hauptdeck in Hurricanedeck-Schiffen, denen man die volle, bei den Oberdecks übliche Balkenbucht giebt, da dasselbe häufig mit Wasser überfluthet und deshalb auch meistens mit Speigatten oder Wasserpforten versehen wird. Das dritte und vierte Deck in grossen Schiffen wird dagegen fast immer ganz oder nahezu gerade hergestellt.

Diejenigen Balken, welche eine grössere Decksöffnung, also z. B. eine Lade- oder Maschinenluke begrenzen und die man mit dem Ausdrucke Lukenbalken bezeichnet, werden einer grösseren Belastung ausgesetzt, als die übrigen. Es erklärt sich das dadurch, dass die kurzen Balkenstücke, welche zwischen den beiden die Luke begrenzenden Balken liegen und sich nur von der Schiffswand bis zur Luke erstrecken, mit ihrem der Schiffsmittle zugekehrten Ende auf einem längsschiffs laufenden Träger, der sogenannten Schlinge, ruhen, welche wieder ihren Stützpunkt an den Lukenbalken hat. Letztere haben somit die ganze Belastung sämmtlicher kurzen Balken zusammen genommen auszuhalten, aus welchem Grunde dieselben fast immer von einem etwas stärkeren Profile hergestellt werden, als die übrigen Decksbalken. Die Classifications-Institute schreiben für die Mittelrippe der Lukenbalken einen Zuschlag zur Höhe von circa $2\frac{1}{2}$ cm und zur Dicke von circa 2 mm im Vergleich mit den übrigen Balken vor.

Ueber die **Zwischendecksbalken**, betreffs deren Anordnung und

Befestigung ganz dasselbe gilt, was von den Decksbalken im Allgemeinen gesagt worden ist, lässt sich nur noch erwähnen, dass dieselben in der Regel von gleichen Querschnittsdimensionen hergestellt werden, wie die Balken der Ober- bzw. Hauptdecks.

Wenn die untere Raumbreite eines Schiffes — vom unteren Deck bis auf den Schiffsboden gerechnet — ein gewisses Maass überschreitet, so wird es nothwendig, die Schiffsseiten gegeneinander abzustützen. Es geschieht dies dadurch, indem man in gewissen Entfernungen einzelne freiliegende Balken im unteren Schiffsraume anordnet, ohne dass auf denselben ein Deck angebracht wird. Je nachdem nun die Höhe vom Schiffsboden bis zum untersten Deck eine mehr oder weniger grosse ist, werden diese **Raumbalken** in geringeren oder grösseren Abständen angeordnet und die letzteren schwanken gewöhnlich zwischen 4 und 12 Spantendistanzen. Es gilt dabei jedoch als Regel, die Raumbalken nur an solchen Spanten anzubringen, an welchen gleichzeitig die darüber befindlichen Decksbalken befestigt worden sind, so dass die Balken der einzelnen Balkenlagen immer genau übereinander angeordnet sind.

Da die Raumbalken vorzugsweise auf Druck beansprucht werden und ganz frei in dem Schiffsraume hängen, so macht man dieselben nicht allein ganz geradlinig, sondern man giebt ihnen auch ein wesentlich stärkeres Profil, als den Decksbalken, um ein seitliches Ausbiegen und Vibriren zu vermeiden. Gewöhnlich wird auch für die Raumbalken **Wulst-T-Eisen** oder **Wulsteisen** mit zwei an dessen Oberkante angenieteten Winkeln verwendet. Die obere Seite des Balkens wird mit einer Platte, welche die gleiche Breite wie die des horizontalen Flansches und dieselbe Dicke wie die verticale Rippe hat, verstärkt. Der Querschnitt eines solchen Balkens findet sich in Fig. 21 auf Taf. VII veranschaulicht.

Die Befestigung der Raumbalken an den Spanten geschieht in ähnlicher Weise, wie bei den Decksbalken, nur bringt man hier gewöhnlich noch eine horizontal liegende Knieplatte auf der oberen Seite des Balkens an, welche mit der Stringerplatte — das ist die längsschiffs laufende horizontale Platte, welche auf den Balkenenden an der Schiffseite entlang läuft — verbunden ist. Diese Anordnung ist in Fig. 1 und 2 auf Taf. VIII dargestellt. Die horizontale Knieplatte verhindert theilweise ein Ausbiegen des Balkens in der Längsschiffsrichtung und vertheilt den Druck, welcher eventuell zwischen Schiffseite und Balken eintritt, auf eine grössere Länge der Stringerplatte.

Die Raumbalken beengen den Laderaum eines Schiffes immer in sehr störender Weise, weshalb man bestrebt ist, dieselben in thunlichst grossen Entfernungen voneinander anzubringen. Aus diesem Grunde verwendet man vielfach eine Art verstärkter Raumbalken, sogenannter Kastenbalken (*boxbeams*), welche in noch grösseren Abständen (von 12 Spantendistanzen und mehr) voneinander angeordnet werden. Dieselben werden hergestellt, indem man an zwei aufeinander folgenden Spanten Wulstbalken anbringt, welche an ihrer Oberkante, an den einander zugekehrten Seiten, mit je einem Winkeleisen versehen sind. Diese beiden Balken werden dann durch eine horizontale Platte, welche über denselben ihrer ganzen Länge nach angebracht wird, miteinander verbunden, so dass der Gesamtquerschnitt, wie aus den Figuren 3, 4 und 5 auf Taf. VIII ersichtlich ist, dem eines umgekehrten, also nach unten offenen Kastens entspricht. Wie aus den Zeichnungen hervorgeht, ist auch hier der Balken durch eine grosse horizontale Knieplatte mit dem Stringer verbunden, und es ist üblich, die der Aussenhaut zugekehrte Seite dieser trapezförmigen Platte in einer Länge von 3 Spantendistanzen herzustellen. (Vergl. auch Fig. 12 und 13 auf Taf. III.)

Im Maschinen- und Kesselraum von kleinen Dampfern ist die Anbringung der Raumbalken, des mangelnden Platzes wegen, gewöhnlich sehr erschwert. In den meisten Fällen lässt sich überhaupt nur ein Balken zwischen Maschine und Kessel anbringen und nur selten ist noch Platz für einen zweiten vorhanden. Da ein einfacher, mit einer Topplatte versehener Wulsteisenbalken hier nicht immer genügt, ein Kastenbalken dagegen wieder zu viel Raum beanspruchen würde, so wählt man für den Querschnitt die Form eines liegenden **H**, indem man eine verticale Platte von passender Höhe an ihrer Ober- und Unterkante mit je zwei starken Winkeleisen versieht.

In manchen Fällen kommen auch noch sogenannte lose Raumbalken zur Verwendung, und es möge derselben daher hier ebenfalls flüchtig Erwähnung gethan werden. Diese Balken werden in Schiffen angewendet, welche kein festes Zwischendeck haben, sondern in denen nur für manche eigenartige Ladungen ein aus losen Planken bestehendes Deck provisorisch eingerichtet werden soll. In solchen Schiffen sind dann in der Regel schon gewöhnliche Raumbalken oder Kastenbalken in grösseren Entfernungen voneinander vorhanden, und es erübrigt also nur, zwischen denselben, in Abständen von 2 Spantendistanzen, noch weitere Balken anzuordnen, um die lose aufgelegten Planken des provisorischen Decks genügend unterstützen zu

können. Diese Balken werden nur mittels Mutterschrauben derart an die Stringerplatte, sowie die dieselbe stützenden Knieplatten befestigt, dass sie jederzeit leicht wieder zu entfernen sind. Die losen Raumbalken werden entweder aus Wulst-T-Eisen oder aus Winkeleisen hergestellt und sind meistens von wesentlich leichterem Profil, als die festen Decksbalken. Im Allgemeinen findet das vorerwähnte Arrangement aber nur selten Anwendung.

Sind nach den Vorschriften der Classifications-Institute Zwischenbalken nicht erforderlich, soll aber trotzdem ein Deck angeordnet werden, welches keiner grossen Belastung ausgesetzt ist, wie z. B. das den Fussboden einer Kajüte bildende Deck, so werden die betreffenden Balken entsprechend leichter und — ausgenommen in grossen Schiffen — nur aus einfachen Winkeleisen hergestellt.

Es ist üblich, für den mittleren Theil der Schiffslänge jedem Balken, und für den hinteren und vorderen Theil jedem zweiten Balken eine Stütze zu geben. Dieselbe ist unten auf dem Mittelkielschweine oder der Decke des Doppelbodens vernietet und oben an dem betreffenden Decks- oder Raumbalken befestigt, während beim Vorhandensein mehrerer Decks in ähnlicher Weise zwischen jeder Balkenlage wieder sogenannte **Zwischendecksstützen** eingefügt werden, so dass also die übereinander liegenden Balken sämtlicher Decks gegen das Kielschwein abgestützt sind.

In den meisten Fällen werden die Stützen aus Rundeisen hergestellt. An das untere Ende desselben schweisst man eine rechteckige oder quadratische Platte, welche mit Hilfe von 2 oder 4 Nieten auf dem Kielschweine, bezw. dem Zwischendeck befestigt wird, wogegen das obere Ende der Stütze mit einem entsprechend geformten Kopf oder Blatt behufs Verbindung mit dem Wulst- oder Winkeleisen des darüber befindlichen Balkens zu versehen ist.

Fig. 6 auf Taf. VIII stellt den Fuss einer Rundeisenstütze dar, welcher auf einem Träger-Kielschweine befestigt ist. Beim Vorhandensein eines eingeschobenen Kielschweins muss der Fuss der Raumstütze gabelförmig gestaltet sein, um über die Schenkel der an der Oberkante des Kielschweins befindlichen Winkeleisen hinweggreifen zu können, wie Fig. 7 derselben Tafel zeigt.

Die Befestigungsart des oberen Endes einer Stütze ist in den Figuren 11 und 12 auf Taf. VIII veranschaulicht.

Wenn es darauf ankommt, möglichst an Gewicht zu sparen, wie z. B. bei manchen Kriegs- und Flussschiffen, oder wenn die Stützen aus besonderen Gründen sehr lang werden müssen, so macht man

dieselben bisweilen hohl, indem man sie aus schmiedeeisernen Röhren herstellt und ihnen dann einen entsprechend grösseren Durchmesser giebt. Solche Stützen besitzen eine relativ wesentlich grössere Steifigkeit, während jedoch die Herstellungskosten derselben ebenfalls erheblich grössere sind.

Zum Zweck der Befestigung dieser hohlen Stützen werden dieselben mit angeschweissten Füssen und Köpfen von ähnlicher Form, wie bei den massiven Stützen gebräuchlich, versehen. Da indess hierbei die Rohre schon von einer grösseren Wandstärke sein müssen, um beim Schweissen nicht zu verbrennen und diese Arbeit ausserdem eine schwierige ist, so zieht man es vielfach vor, die Füsse und Köpfe der hohlen Stützen als unabhängige Stücke herzustellen, die mit einem Zapfen versehen sind, welcher in das Rohr der Stütze hineinpasst und in demselben mittelst eines Splintes befestigt wird. Bei Anwendung dieser Befestigungsweise können diese Fuss- und Kopfstücke aus schmiedbarem Gusseisen oder aus Stahlguss hergestellt werden, wodurch sich dieselben bei ihrer complicirten Form wohlfeiler als bei Verwendung von Schmiedeeisen stellen.

Diese Constructionsweise ist in Fig. 8 auf Taf. VIII wiedergegeben.

In Frachtfahrzeugen ist es zweckmässig, eine Einrichtung zu treffen, die ermöglicht, dass im Laderaum seiner ganzen Länge nach ein hölzernes Längsschott angebracht werden kann, welches bei einer Ladung von losem Getreide dieses am Ueberschiessen, d. h. an einer seitlichen Verschiebung verhindert. Für kleinere Schiffe erachtet man es gewöhnlich nicht für erforderlich, dieses Schott bis auf den Schiffsboden hinab reichen zu lassen. Um dasselbe nun bequem aufstellen und wieder entfernen zu können, bringt man gewöhnlich in einer Entfernung von ca. 6 cm von der Stütze und zu dieser parallel eine etwas schwächere Rundeisenstange an, die an ihrem oberen Ende mit dem Decksbalken vernietet wird, während das untere Ende durch ein aus Flacheisen gebildetes, oval ringförmiges Band mit der Decksstütze verbunden ist, wie das aus Fig. 5 auf Taf. III ersichtlich. Zwischen die Stützen und die daneben befestigten Rundeisenstangen schiebt man circa 4 bis 5 cm starke Planken, welche das sogenannte Schlingerschott bilden. An der Stelle, wo die seitliche Rundeisenstange an ihrem unteren Ende durch den ovalen Flacheisenring mit der Stütze verbunden ist, bringt man zwischen Stütze und Seitenstange zur besseren Fixirung des Abstandes dieser beiden Theile ein kleines, passend geformtes Gusseisenstück an. Eine quer durch die

Flacheisenschleife und das erwähnte Stück Gusseisen gehende Schraube zieht dann die Schleife seitlich etwas zusammen, wodurch dieselbe fest an die Stütze gepresst wird. Ein einfaches Lösen der Schraube gewährt dagegen die Möglichkeit, die Schleife ganz nach unten zu bringen. Dieses Arrangement hat den Vorzug, dass man die Planken des Schlingerschottes nöthigenfalls auch von unten zwischen die Stützen- und Seitenstangen einführen kann, wenn sich das Einschieben derselben in der Längsrichtung als schwierig oder umständlich erweisen sollte. — Da das ganze Gewicht des hölzernen Schottes auf den erwähnten Flacheisenringen ruht, so muss dafür Sorge getragen werden, dass ein Herabrutschen derselben unmöglich gemacht wird, was am besten dadurch geschieht, dass man die seitlich angebrachten Rundeisenstangen an der betreffenden Stelle mit einer Nase oder einem Stift versieht.

In neuerer Zeit giebt man den Decksbalken vielfach doppelte Stützen, welche dicht nebeneinander angebracht werden, um das Schlingerschott in der ganzen Tiefe des Schiffes zwischen denselben anbringen zu können. Solche doppelte Stützen (auch wohl „geschleisste“ Stützen genannt) werden aus Rundeisen, Halbrundeisen, Winkel- oder T-Eisen gebildet. Da diese Doppelstützen von geringeren Querschnittsdimensionen hergestellt werden, als die oben besprochenen einfachen Stützen, so verbindet man die ersteren gewöhnlich paarweise miteinander durch einige Stehbolzen, um ihnen so eine grössere Steifigkeit zu sichern. Doppelte Stützen aus Rund- und Halbrundeisen bieten — bei den reducirten Querschnittsdimensionen — erklärlicherweise einen erheblich geringeren Widerstand gegen eine seitliche Ausbiegung, als die bei gleichem Gewicht aus Winkel- oder T-Eisen hergestellten; dagegen haben die letzteren wieder den Nachtheil, dass sie durch ihre scharfen Kanten die Ballen oder Säcke der Ladung leicht beschädigen.

Stehen die Stützen auf einem Wasserballast-Tank, so hat man der Befestigung des Fusses eine besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden. Zunächst ist darauf zu achten, dass die Stütze niemals auf dem nicht unterstützten Theile der Tankdecke steht, was sich auch gewöhnlich leicht vermeiden lässt. Ist dies aber dennoch unmöglich, so muss der betreffende Theil der Tankdecke extra verstärkt werden. — Die hauptsächlichste Schwierigkeit besteht in der wasserdichten Befestigung des Stützenfusses. Das einfache Aufnieten desselben mit Hilfe von 4 Nieten ist insofern eine verwerfliche Methode, als gewöhnlich sofort eine Undichtigkeit entsteht, wenn die Stütze einen

heftigen seitlichen Schlag erhält, was sich beim Laden und Löschen gar nicht vermeiden lässt. Die Niete werden sich in solchem Falle leicht lockern und die Verstemmung am Fusse der Stütze wird undicht werden. Es empfiehlt sich daher, zwischen dem Stützenfuss und der Tankdecke ein Dichtungsmittel anzuwenden und sich zur Befestigung der Schraubenbolzen anstatt der Niete zu bedienen.

Die meisten Baumeister ziehen es vor, den Fuss mit der Stütze nicht starr zu verbinden, um dadurch ein Undichtwerden der Tankdecke zu vermeiden. Der Stützenfuss wird dann gewöhnlich sehr kräftig aus schmiedbarem Gusseisen, bezw. aus Stahlguss construiert und erhält an seinem oberen Theile eine gabelförmige Gestalt. Zwischen den beiden Schenkeln der Gabel wird dann das flach geschmiedete untere Ende der Stütze eingepasst und mittels eines Querbolzens befestigt, wie das in Fig. 9 auf Taf. VIII dargestellt ist. In einigen Fällen verwendet man wohl auch als Stützenfuss ein kurzes Stück T-Eisen, welches mit seiner flachen Seite auf der Tankdecke vernietet wird und über dessen aufrechtstehenden Mittelrippe man das gabelförmig gestaltete untere Ende der Stütze fassen lässt, so dass die in Fig. 10 derselben Tafel gezeigte Befestigungsweise entsteht. Die beiden letztgenannten Methoden der Stützenbefestigung bieten einige Garantie gegen ein Undichtwerden der Tankdecke.

Bei grösseren Schiffen versieht man die Decksbalken nicht nur mit je einer Stütze mittschiffs, sondern man bringt an jedem Balken zwei Stützen an, welche in angemessener Entfernung seitlich von der Mittellinie angeordnet sind. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass auf diese Weise, selbst bei verhältnissmässig schwachen Stützen, eine bedeutend wirksamere Absteifung der Decks hergestellt wird, als durch mittschiffs angeordnete Stützen.

Doppelte Stützen gewähren übrigens — namentlich auf grossen Passagierdampfern — noch mancherlei Vortheile, welche unter anderen auch darin bestehen, dass die Eintheilung der einzelnen Räumlichkeiten weniger gestört wird, als durch mittschiffs angebrachte Stützen. Desgleichen fallen die Abschottungen der Maschinen- und Kesselruken, sowie die Wände der Deckshäuser u. s. w. meistens bei Anwendung von Doppelstützen mit diesen in dieselbe Verticalebene, wodurch die Absteifung des Schiffes von unten bis oben in viel vollkommenerer Weise ermöglicht wird. Es wird dabei vorausgesetzt, dass die einzelnen Stützen an jeder Seite um die halbe Lukenbreite von der Mittellinie des Schiffes entfernt angebracht werden.

Sehr grosse Schiffe erhalten 3 Stützen an jedem zweiten Balken und 2 Stützen an den dazwischen liegenden Balken. (Vergl. Fig. 4 auf Taf. VI und Fig. 23 auf Taf. VII.)

Um den Laderaum möglichst wenig zu beengen, hat man die Decksstützen in wesentlich grösseren Entfernungen, etwa nur alle 6 bis 8 Spanten angeordnet, dafür aber von wesentlich stärkerem Querschnitt hergestellt und unter den betreffenden Decks starke längsschiffslaufende Träger angewendet. Solche Decksstützen werden entweder als schmiedeeiserne Rohre von 250 mm und mehr Durchmesser construirt oder man stellt sie aus zwei mit der Hohlseite gegeneinander gekehrte U-Eisen her, die durch kleine Plattenstücke miteinander verbunden sind, wie das in Fig. 2 und 3 auf Taf. XXXVIII dargestellt ist.

In dem auf Taf. XXXVIII Fig. 1 gezeichneten Hauptspant eines sogenannten Kofferdampfers findet sich gleichfalls eine verstärkte Raum- oder Decksstütze dargestellt. Sie besteht hier aus einem U-Eisen, auf dessen Rücken zwei mit den grossen Schenkeln aneinander liegende Wulstwinkeleisen vernietet sind.

In beiden Fällen müssen die unteren Enden dieser Stützen mit einer oder zwei senkrechten, dreieckigen Platte vernietet sein, die gewissermassen einen Träger bilden und den Druck der Stütze auf mehrere Bodenwrangen vertheilen. — Bei der in Fig. 2 dargestellten Anordnung zeigen die unteren dreieckigen Platten, durch die die Verbindung mit dem Doppelboden hergestellt wird, eine kleine Oeffnung in der Form eines umgekehrten U. Sie dient dazu, die sich bei einer Ladung von Schüttgütern, als Getreide, Kohlen u. s. w. zwischen den Stützen ansammelnden Reste leicht entfernen zu können.

An jeder Ladelupe bringt man gewöhnlich in einem Abstände von circa 40 cm 2 Stützen nebeneinander an, welche unter sich in geringen Entfernungen durch Querstäbe, aus Rundeisen von ungefähr $2\frac{1}{2}$ cm Durchmesser bestehend, verbunden werden. Auf diese Weise entsteht bei jeder Luke eine regelrechte Leiter, welche den Schiffsraum bequem zugänglich macht. (Siehe Fig. 5 auf Taf. III.)

Um die verschiedenen Balkenconstructions auf ihre Zweckmässigkeit zu prüfen, werden wir uns zunächst klar vor Augen führen müssen, in welcher Weise die Decksbalken hauptsächlich in Anspruch genommen werden.

Zunächst ist der Decksbalken dazu bestimmt, das Deck und die auf demselben ruhenden Lasten zu tragen, was eine Beanspruchung auf Bruch bedingt, wie das schon zu Anfang dieses Kapitels ange-

deutet wurde. Im Allgemeinen wird diese Beanspruchung bei den Zwischendecksbalken der Frachtdampfer am grössten sein müssen, da hier das ganze Gewicht der im Zwischendeck verstaute Ladung auf dem Deck ruht. Die Oberdecks werden zwar gleichfalls bisweilen durch eine Decksladung beschwert, jedoch nicht in dem Maasse, wie das bei den Zwischendecks der Fall ist. Bei den Decks der Aufbauten, also bei den Hurricane-, Poop- und Brückendecks, erscheint hingegen eine Belastung durch Ladung ganz ausgeschlossen. Wir kommen daher zu dem Schlusse, dass die Zwischendecks am stärksten auf Bruch beansprucht werden; hierauf folgen die Oberdecks und endlich die Decks der Aufbauten, welche am wenigsten belastet sind. Dementsprechend werden auch die Balkendimensionen der verschiedenen Decks zu bemessen sein.

Die Decksbalken werden jedoch noch durch andere Kräfte als die durch directe Belastung der Decks hervorgerufenen auf Bruch beansprucht. Wenn nämlich ein Schiff durch eine äussere Kraft stark übergeneigt wird, wie z. B. ein Segelschiff durch den Druck der Segel, so treten durch den auf der tiefer eingetauchten Schiffsseite entstehenden grösseren Wasserdruck Kräfte auf, welche das Bestreben haben, die Form des Schiffes in seiner Spantenebene zu verschieben, bezw. die anfängliche Mittellinie der Spanten in einen schiefen Winkel zu den Decksbalken zu bringen. Da aber die Decksbalken durch starke Kniee mit den Spanten und der Schiffsseite verbunden sind, so werden erstere einer Beanspruchung auf Biegung ausgesetzt werden, welche bestrebt ist, ihnen eine Form zu geben, wie das aus Fig. 33 auf Taf. VIII ersichtlich ist. Je grösser demnach das Widerstandsmoment des Balkens ist, desto mehr wird er in der Lage sein, eine Deformation des Schiffes in der Spantenebene verhindern zu können. Diese Art der Beanspruchung der Decksbalken tritt bei allen, heftigen Rollbewegungen ausgesetzten Schiffen auf, ist aber, wie leicht begreiflich, bei den Segelschiffen in Folge der schweren Takelage besonders gross. In Berücksichtigung dieser Verhältnisse werden die Balken grösserer Segelschiffe auch gewöhnlich stärker gemacht und mit stärkeren Knieen versehen, als dies bei Dampfern von gleicher Breite üblich ist.

Der auf die Schiffsseiten durch das Wasser oder andere äussere Ursachen ausgeübte Druck muss durch die Decksbalken aufgenommen werden und ruft demnach eine Beanspruchung auf Zerknickungsfestigkeit hervor. Um den Balken nach dieser Richtung hin die nöthige Widerstandsfähigkeit zu geben, ist es ebenso wie bei der Be-

anspruchung auf Biegung erforderlich, dem Balkenquerschnitt ein möglichst grosses Trägheitsmoment zu geben.

Nach dem Vorhergehenden werden wir nun zu dem Schlusse gelangen, dass im Allgemeinen diejenige Balkenconstruction die beste ist, welche bei dem geringsten Materialaufwand die grösste Bruchfestigkeit des Balkens in einer Verticalalebene gewährt. Wir haben also die Decksbalken in der Hauptsache nach den bekannten, für eiserne Träger geltenden Grundsätzen zu beurtheilen. — Mit Bezug auf diesen Gesichtspunkt werden wir der Querschnittsform, welche aus einer verticalen Rippe mit je einem horizontalen Flansch an der oberen und unteren Seite besteht, also dem sogenannten Doppel-T- und U-Eisen den Vorzug geben müssen. Die aus einem Stück gewalzten Balken sind natürlich den aus Platten und Winkeleisen zusammengesetzten vorzuziehen.

Nach diesen soeben erwähnten Balkenquerschnitten folgt mit Rücksicht auf Bruchfestigkeit das in Fig. 13 auf Taf. VII dargestellte Wulst-T-Eisen, bezw. die aus Wulst- und Winkeleisen zusammengesetzte Form (Fig. 12, Taf. VII). Bei gleicher Höhe und gleichem Materialaufwand wird ein Wulstbalken jedoch niemals die Festigkeit erreichen können, wie ein aus Doppel-T-Eisen oder U-Eisen hergestellter. Am wenigsten zweckmässig mit Bezug auf die Materialverwendung sind natürlich die aus einfachen Winkeleisen angefertigten Balken und ihre Anwendung erscheint nur durch die sehr bequeme Herstellung derselben gerechtfertigt.

Wie schon früher angedeutet, wird die wichtigste Dimension des Balkenquerschnittes, seine Höhe, in der Praxis ohne alle Rücksicht auf die etwa eintretenden Beanspruchungen ganz schablonenmässig zu ungefähr $\frac{1}{50}$ bis $\frac{1}{48}$ von der Schiffsbreite angenommen. (Erst in neuester Zeit sind die Classifications-Institute hiervon etwas abgewichen.) Da nun die Bruchfestigkeit eines Trägers mit dem Quadrate seiner Höhendimension wächst, so ergibt sich, dass die Balken der breiteren Schiffe eine verhältnissmässig grössere Festigkeit besitzen, als diejenigen der kleineren Fahrzeuge. Um uns ein Bild hiervon zu machen, wollen wir annehmen, das Deck sei mit einem gleichförmigen, proportional der Fläche vertheilten Gewicht belastet. Wenn man unter dieser Voraussetzung untersucht, welcher Belastung pro laufenden Meter, unter Annahme der üblichen Sicherheit, ein Decksbalken ausgesetzt werden kann, so ergibt sich für kleine Fahrzeuge von 6,4 m Breite eine zulässige Belastung von 72 kg pro laufenden Meter des Balkens und für grosse Schiffe von 15 m Breite eine Be-

lastung von 144 kg. Hierbei ist allerdings auf die, durch die Anbringung von Decksstützen bedingte Steigerung der Festigkeit nicht Rücksicht genommen; das relative Verhältniss bleibt jedoch auch bei den abgestützten Balken dasselbe. Zieht man nun in Betracht, dass die Höhe des Zwischendecks kleinerer Fahrzeuge von der bei grossen Schiffen vorhandenen wenig abweicht und nur zwischen 2,1 bis 2,45 m zu schwanken pflegt, und setzt man ein mittleres spezifisches Gewicht der Ladung voraus, so ergibt sich, dass die Belastung des Zwischendecks pro Flächeneinheit in den meisten Fällen ziemlich constant ist. Eine zweckmässige Construction bedingt demnach auch für die Zwischendecksbalken in grossen Schiffen sowohl, als in kleinen eine gleiche Sicherheit gegen Bruch bei einer bestimmten Belastung pro laufenden Meter des Decksbalkens. Demnach müssen die in den üblichen Verhältnissen hergestellten Balken der kleineren Schiffe verhältnissmässig als zu schwach oder die der grossen als zu stark bezeichnet werden.

Wir hatten bei der Besprechung der Spanten die Ueberlegenheit des Längsspantensystems über das gewöhnliche Querspantensystem hervorgehoben. Dieselben Grundsätze, welche dort für die Beurtheilung dieser Construction massgebend waren, können unter der Voraussetzung, dass es sich um Schiffe mit eisernen Decks handelt, auch auf die Decksbalken angewendet werden, denn dieselben bilden ebenso wie die Spanten die Querversteifung der Wandungen des Schiffskörpers. Bei einem nach dem Längsspantensysteme erbauten Schiffe würde eine zweckmässige Deckconstruction demnach verlangen, dass die Decksbalken nur in grossen Entfernungen im Anschluss an die Rahmenspanten angeordnet würden. Natürlich müssten diese Balken im Verhältniss zu ihren grösseren Abständen auch entsprechend stärker construirt sein. Von einem Decksbalken zum anderen reichend, wären alsdann zur Versteifung der Decksbeplattung längsschiffs gerichtete Träger anzubringen. Auf diese Weise würde das eiserne Deck bei einer Beanspruchung auf Zusammenstauchen am Ausbeulen verhindert und die längsschiffs gerichteten Träger würden gleichzeitig zur Vergrösserung des Widerstandsmomentes des Hauptspantes mit beitragen. Eine derartige Deckconstruction wird selbstverständlich bei gleicher Festigkeit eine nicht unbeträchtliche Gewichtsersparniss ermöglichen. Trotzdem ist dieselbe nur in vereinzelt Fällen angewendet worden. Wir werden auf diesen Gegenstand bei Besprechung der eisernen Decks wieder zurückkommen.

Die Decksstützen sind Bautheile, welche bei der Construction eines

jeden Schiffes die volle Aufmerksamkeit verdienen. Gewöhnlich nimmt man an, dass dieselben blos den Zweck haben, die Decksbalken bei einer starken Belastung am Durchbiegen zu verhindern. Dieselben sind jedoch auch noch in anderer Beziehung von grossem Werth. — Bei einer Beanspruchung eines Schiffes auf Biegung in dessen Längsachse treten nämlich unter anderem auch Kräfte auf, welche die Entfernung zwischen der Decks- und Bodenbeplattung zu verringern streben, und dieselben müssen natürlich durch die Decksstützen aufgenommen werden. Zur Sicherung der Steifigkeit in der Längsachse ist demnach die gute Absteifung der Balken gegen den Schiffsboden von grosser Wichtigkeit. Es sollte deshalb ohne Ausnahme jeder Balken eine Stütze erhalten und nicht, wie es gewöhnlich der Fall ist, an den Schiffsenden nur jeder zweite Balken. Ganz besonders gilt das vom Hinterschiff, wo die eigenthümliche S-förmige Gestalt der Spanten eine Deformation derselben erleichtert, der nur durch eine solide Versteifung des Decks gegen das Kielschwein vorgebeugt werden kann.

Eine gute Abstützung der Decksbalken kann bis zu einem gewissen Grade eine Längsschiffsversteifung durch Längsschotten ersetzen.

Fünftes Kapitel.

Stringer und Stringerplatten, sowie Seiten- und Kimm-Kielschweine.

Mit dem Worte Stringer bezeichnet man im Allgemeinen einen oberhalb der Kimm, d. i. der scharfen Krümmung, mit welcher der Schiffsboden in die verticale Seitenwand übergeht, angeordneten Längsverband, im Gegensatze zu den im Boden des Schiffes angebrachten längsschiffs laufenden Bautheilen, welche man mit dem Ausdrucke Kielschweine belegt.

Bei den Stringern lassen sich zunächst zwei Arten unterscheiden nämlich die **Stringerplatten** oder **Deckstringer**, welche in Form von Platten, auf den Decks- oder Raumbalken ruhend, im Innern an der Schiffswand entlang laufen, und die **Raum-** und **Kimmstringer**, die, aus Winkeleisen allein oder aus einer Verbindung von Winkeln mit Wulsteisen oder Platten bestehend, auf der inneren Seite der Spanten befestigt sind, ohne dass sie mit den Balken in Berührung kommen.

Auf jeder Balkenlage, gleichgiltig, ob dieselbe ein Deck erhält oder nicht, wird, an der Schiffsseite entlang laufend, ein Plattenstreifen angebracht, welcher sich ununterbrochen über die ganze Länge der betreffenden Balkenlage erstreckt. Die Schnittflächen solcher mit dem Namen Stringerplatten bezeichneten Plattenstreifen sind deutlich in den zahlreichen Schiffsquerschnittszeichnungen, welche sich auf den verschiedenen Tafeln dargestellt finden, zu erkennen. Die Breite und Dicke dieser Platten weicht — je nach der Grösse des Schiffes — sehr voneinander ab. Erstere schwankt im Allgemeinen zwischen 0,3 bis 2,5 m, letztere zwischen 6 und 20 mm. Gewöhnlich

giebt man den Stringerplatten des obersten, bezw. des Hauptdecks verhältnissmässig grössere Querschnittsdimensionen, als denjenigen der unteren Decks und der Raumbalken. Die als Ueberbau des eigentlichen Schiffskörpers zu betrachtenden Hurricane-, Awning- und Spardecks (eine genaue Definition derselben erfolgt in einem späteren Abschnitte), sowie auch die Poop-, Brückendecks u. s. w. erhalten demzufolge Stringer von geringerer Breite und Dicke, als das darunter befindliche Hauptdeck.

In früherer Zeit galt als Regel, den Stringerplatten für jede 6 Fuss der Schiffslänge 1 Zoll Breite zu geben, oder mit anderen Worten: die Breite der Oberdeckstringerplatte gleich $\frac{1}{72}$ der Schiffslänge zu machen. Diese Regel scheint auch heute noch die Grundlage für die Vorschriften der Classifications-Institute zu bilden, nur nehmen dieselben jetzt, wie wir noch später sehen werden, bei Bestimmung der Stringerplattenbreite auf das Verhältniss zwischen Länge und Tiefe des Schiffes Rücksicht.

An jedem der beiden Enden des Schiffes tritt in der Regel auf eine Distanz, welche dem vierten Theile der Schiffslänge entspricht, eine allmähliche Verringerung in den Querschnittsdimensionen der Stringerplatten ein, so dass der Gesamtquerschnitt derselben an den äussersten Enden nur ungefähr die Hälfte desjenigen in der Mitte des Schiffes beträgt. Die Stringerplatten beider Schiffsseiten vereinigen sich im Vor- und Hinterschiff, indem sie entweder durch eine geeignete Laschung miteinander verbunden werden, oder in eine der Form des Schiffes entsprechend gestaltete keilförmige Platte übergehen.

Die Stringerplatte des obersten, bezw. Hauptdecks ist in den meisten Fällen durch ein ununterbrochen von vorn bis hinten durchlaufendes Winkeleisen mit dem in gleicher Höhe befindlichen Gange der Aussenhautbeplattung (dem Scheergange, Farbegange, *sheer-strake*) verbunden, wie dies deutlich aus Fig. 16 und 17 auf Taf. III ersichtlich ist. Es ist hierbei von der allergrössten Wichtigkeit, dass die Laschenverbindung der einzelnen, diesen Aussenhautgang bildenden Platten eine möglichst starke ist und auch gleichzeitig eine gute Vereinigung mit dem Winkeleisen der Stringerplatte zulässt. Man bedient sich zu diesem Zwecke der verschiedensten Verbindungsweisen, deren Beschreibung — soweit sie den Scheergang betrifft — eigentlich in das Kapitel der Aussenbeplattung gehört, welche wir aber zum besseren Verständniss der Stringerplattenconstructions schon an dieser Stelle zu besprechen für zweckmässig halten.

Die üblichste Methode der Verlaschung der einzelnen Platten des Scheerganges besteht darin, dass man das Laschstück über die ganze Breite des Plattenganges anbringt, wie das in den soeben angezogenen Figuren 16 und 17 auf Taf. III dargestellt ist. Von Lasche zu Lasche reichend, wird hierbei zwischen dem Stringerwinkeleisen und dem Scheergange ein Flacheisen von der Breite des Stringerwinkels und der Dicke der Laschstücke angebracht, welche Anordnung sich in den Figuren 5 und 11 auf Tafel III veranschaulicht findet. — Diese Methode hat den grossen Vorzug, dass weder die Festigkeit der Laschenverbindung des Scheerganges, noch diejenige des Stringerwinkeleisens beeinträchtigt wird.

Andere Baumeister lassen — besonders bei kleineren Schiffen — das bei der soeben beschriebenen Construction zur Anwendung kommende Flacheisen ganz wegfällen und kröpfen das Winkeleisen der Stringerplatte über das Laschstück hinweg. Auf diese Weise wird zwar gleichfalls eine gute Verbindung zwischen Stringer und Scheergang hergestellt, allein die Kröpfung des Stringerwinkels macht den letzteren weniger geeignet, starke Zug- und Schubbeanspruchungen aufzunehmen, was bei den Stringern gerade von besonderer Bedeutung ist.

Bei einer dritten Construction ist das Laschstück an derjenigen Stelle, wo das Stringerwinkeleisen mit dem Scheergange zu verbinden ist, ganz unterbrochen, so dass das Zwischenlegen eines Flacheisens zwischen Stringerwinkel und Scheergang unnöthig wird. Die hierbei eintretende Verschwächung des Laschstückes sucht man dadurch auszugleichen, dass man dasselbe von entsprechend grösserer Dicke nimmt und anstatt der sonst gebräuchlichen dreifachen Vernietung eine vierfache anwendet oder den Nietdurchmesser etwas grösser wählt. Die Verbindung des Stringerwinkels mit der Scheergangplatte kann in diesem Falle allerdings in einer weniger umständlichen Weise geschehen, als bei der vorigen Methode.

Einige Baumeister kröpfen, wenn sie die Lasche an dem Stringer unterbrechen, den oberen Theil derselben über das Stringerwinkeleisen hinweg und suchen also auf diese Weise der durch Unterbrechung des Laschstückes entstehenden Verschwächung zu begegnen. In Fig. 18 auf Taf. VII ist diese Construction dargestellt.

Schliesslich bringt Fig. 13 auf Taf. VIII noch eine fünfte Verlaschungsmethode des Scheerganges zur Anschauung. Auch hier ist das Laschstück unterbrochen und dessen oberer Theil fasst über die Innenkante des verticalen Schenkels des Stringerwinkeleisens hinweg.

Dieser obere Theil der Lasche ist jedoch nicht gekröpft wie bei der vorher beschriebenen Verbindungsweise, sondern hat eine ganz ebene Form, und das Vernieten desselben mit der Scheergangsplatte wird dadurch ermöglicht, dass man zwischen Lasche und Scheergang, oberhalb des Stringerwinkels, ein Zwischenstück anbringt, welches genau die Dicke des Winkeleisenschenkels hat.

Von allen diesen Verbindungsarten ist die zuerst beschriebene unbestreitbar die zweckmässigste. Der einzige Uebelstand derselben besteht darin, dass die den Stringerwinkel mit der Scheergangsplatte verbindenden Niete um die Dicke des zwischengelegten Flacheisens länger werden und durch drei Schichten reichen müssen. Wie wir bereits bei früherer Gelegenheit ausführten, bietet nämlich das Anziehen der Niete und die feste Vereinigung der betreffenden Bautheile miteinander um so mehr Schwierigkeiten, je länger die anzuwendenden Niete sind und je grösser die Anzahl der zu verbindenden Schichten ist.

Die einzelnen Plattenstücke, aus denen die Stringerplatten zusammengesetzt sind, werden gewöhnlich von derselben Länge wie die der Aussenhautplatten, d. h. von wenigstens 5 bis 6 Spantendistanzen oder circa $3\frac{1}{2}$ m gewählt. Auf diese Weise ermöglicht man am besten einen guten Verschluss der Stösse der Stringerplatten mit denen der Aussenhaut, indem man die beiderseitigen Stossfugen immer wenigstens zwei Spantendistanzen entfernt voneinander anzuordnen vermag. In neuerer Zeit macht man jedoch die Stringerplatten sowohl als auch die Aussenhautplatten viel länger und geht bis zu einer Länge von 10 bis 15 Spantenentfernungen.

Die Stösse der Stringerplatten werden durch Laschstücke von etwas grösserer Dicke als diejenige des Stringers selbst, sowie meistens durch dreifache Vernietung verbunden.

Um die durch die Stösse der Stringerwinkeleisen verursachte Verschwächung auszugleichen, bringt man unter der Stringerplatte an der betreffenden Stelle gewöhnlich ein kurzes, von Spant zu Spant reichendes Winkeleisen an, in ähnlicher Weise, wie das in Fig. 14 und 15 auf Taf. VIII angedeutet worden ist.

Um grossen Schiffen die erforderliche Festigkeit gegen eine Biegung in der Längsachse zu geben, wird das oberste Deck immer mit einer Beplattung versehen, die je nach der Grösse des Schiffes durch eine einfache oder doppelte Vernietung mit der Stringerplatte verbunden ist. Das Schiff kann dann mit Rücksicht auf Festigkeit gewissermassen als ein grosser, hohler Blechträger angesehen werden.

Bei sehr grossen Schiffen werden wenigstens die beiden oberen Decks und bisweilen noch ein drittes Deck mit einer Beplattung versehen. Die bei einer Beanspruchung auf Durchbiegung der Längsachse entstehenden Abscherungsspannungen zwischen der Decksbeplattung und Scheergang sind natürlich an den beiden Enden des Schiffes am grössten. Die Verbindung zwischen dem Deck oder der betreffenden Stringerplatte und dem Scheergang durch einen einfachen Stringerwinkel reicht deshalb hier nicht mehr aus. Man bringt deshalb in solchen Fällen auch an der unteren Seite der Stringerplatte einen Stringerwinkel an, der jedoch hier wegen der Spanten und Balken nicht mehr ununterbrochen durchlaufen kann, sondern nur aus kurzen, von Spant zu Spant reichenden Winkeleisen besteht. Wie schon angedeutet, ist die Anwendung dieser verbesserten Verbindung namentlich an den Schiffsenden von Wichtigkeit; sie wird aber fast immer über die ganze Länge des Schiffes angewendet. Es ist hingegen ganz verwerflich, die doppelten Stringerwinkel nur für etwa halbe Schiffslänge in der Mitte des Schiffes anzubringen, wie das in vereinzelten Fällen geschehen ist.

In der Hauptspant-Zeichnung, die in Fig. 1 auf Taf. XXXII (Dampfer „Patricia“ der Hamburg-Amerika-Linie) dargestellt ist, sind die unteren Stringerwinkel an drei Decks angedeutet. — In grösserem Maassstab ist die Construction in Fig. 4 auf Taf. XX dargestellt.

Soll das Oberdeck des Schiffes aus Holz hergestellt oder ein eisernes Deck mit einer Holzbeplankung versehen werden, so wird in einer Entfernung von circa 30 bis 40 cm vom Stringerwinkel auf der Stringerplatte ein zweiter Winkel angebracht, welcher parallel zu dem ersten läuft und diesem mit seinem horizontalen Schenkel zugekehrt ist. Die Höhe des verticalen Schenkels dieses zweiten Winkeleisens (Rinnsteinwinkel genannt) ist entweder gleich, oder etwas geringer als die Dicke der Decksplanken, welche sich, wie aus Fig. 16 auf Taf. III und Fig. 13 und 14 auf Taf. VIII ersichtlich ist, unmittelbar an dieses Winkeleisen anlegen. Die zwischen Winkel und Decksplanke entstehende Fuge wird in derselben Weise kalfatert, wie die Nähte der Decksplanken.

Zwischen diesem inneren und dem äusseren Stringerwinkeleisen entsteht eine rinnenartige Vertiefung, der sogenannte Rinnstein oder Wasserlauf, in welcher sich das vom Deck abfliessende Wasser sammelt. Die Abführung desselben über Bord geschieht entweder durch ein knieförmig gebogenes Rohr (Speigattrohr), wie in Fig. 17 auf Taf. VII

dargestellt ist, oder durch Oeffnungen, welche in dem Scheergange angebracht sind. Damit bei Anwendung der letzteren Construction, welche die am meisten übliche ist, das Wasser aus dem erwähnten Kanale immer vollständig ablaufen kann, ist es erforderlich, das Stringerwinkeleisen an der betreffenden Stelle ganz zu unterbrechen, wie das in Fig. 14 und 15 auf Taf. VIII veranschaulicht worden ist. Die hierbei entstehende Verschwächung wird auch hier wieder dadurch ausgeglichen, dass man unter der Stringerplatte ein von Spant zu Spant reichendes Winkeleisenstück anbringt, genau so, wie wir das schon weiter oben für die Verstärkung des Stosses des Stringerwinkeleisens erläutert haben. — Wenn ein Flacheisen als Zwischenlage zwischen Stringerwinkel und Scheergang vorhanden ist, so wird dasselbe bei dem Speigatt durch eine Platte ersetzt, welche die in Fig. 15 auf Taf. VIII dargestellte Form hat und die betreffende Oeffnung gewissermassen umrahmt. Die durch das Einschneiden der Speigattöffnung bedingte Verschwächung des Scheerganges wird auf diese Weise wieder ausgeglichen.

Der Wasserlauf selbst wird gewöhnlich rinnenartig mit Cement ausgegossen. Es hat dies hauptsächlich den Zweck, zu vermeiden, dass die Stringerplatte an der betreffenden Stelle in Folge eines raschen atmosphärischen Temperaturwechsels von unten mit Condensationswasser beschlägt, da die Cementschicht als schlechter Wärmeleiter gegen eine zu rasche Abkühlung schützend wirkt.

Sämmtliche im Wasserlauf angebrachten Niete müssen mit versenkten Köpfen versehen werden, einestheils, um beim Reinigen des Wasserlaufes nicht hinderlich zu sein, und andernteils, um die Ausführung einer dichten Vernietung zu ermöglichen. Würden nämlich die den verticalen Schenkel des Stringerwinkels mit dem Scheergange verbindenden Niete mit Köpfen versehen sein, so würde es im Falle einer Undichtigkeit nicht möglich sein, die Nietköpfe an der unteren Seite zu verstemmen.

Bei den hier beschriebenen Constructionen der Stringerplatte des Oberdecks, sowie deren Befestigungsart mit dem Scheergange sind die Spanten immer als eben unterhalb der Stringerplatte aufgehört gedacht, so dass diese von ersteren also nicht durchdrungen wird. Diese Bauweise ist in neuerer Zeit fast allgemein angenommen. Nur noch in sehr seltenen Fällen werden die Spanten durch die Stringerplatte nach oben fortgesetzt, um an denselben das Schanzkleid, d. i. die rund um das Oberdeck laufende Brüstung besser befestigen zu können. Diese Construction hat den grossen Nachtheil, dass die

Spantwinkeleisen sich in der Stringerplatte nur schwierig abdichten lassen, weshalb hierbei fast immer Leckagen beobachtet werden.

Wenn trotz der soeben geschilderten Nachtheile die Spanten in Verbindung mit den Gegenspanten über die Stringerplatte hinausragen sollen, so ist die letztere an den betreffenden Stellen mit Ausschnitten zu versehen, so dass sie zwischen den Spanten unmittelbar bis an den Scheergang reichen kann. Die Verbindung der Stringerplatte mit dem Scheergange erfolgt dann durch kurze Stücke Winkeleisen, welche von Spant zu Spant reichen. An der inneren Kante der Gegenspanten lässt man gleichfalls ein Winkeleisen auf der Stringerplatte entlang laufen, welches mit jedem Gegenspant durch ein Niet verbunden ist. Meistens wird jedoch noch zwischen dieses Winkeleisen und das Gegenspant eine verticale Platte, eine sogenannte Klammplatte eingefügt, wie dies in Fig. 16 auf Taf. VIII dargestellt worden ist. Den Grundriss dieser Construction veranschaulicht Fig. 17 derselben Tafel, aus welcher ausserdem ersichtlich ist, dass in der Stringerplatte eine, in der Zeichnung mit *b* bezeichnete Oeffnung bleibt, welche in geeigneter Weise abgedichtet werden muss. Dies geschieht entweder dadurch, dass man in den Raum, welcher in Fig. 16 durch den Buchstaben *a* gekennzeichnet ist, sehr genau gearbeitete, von Spant zu Spant reichende Stücke Teakholz einpasst und sich dann dabei behufs Abdichtung der zwischen den Eisentheilen und dem Holze verbleibenden Fugen des sogenannten Marineleimes, einer harzigen, dickflüssigen, später aber erhärtenden Substanz bedient, um so das hölzerne Füllstück an der betreffenden Stelle gewissermassen festzukitten und einen wasserdichten Verschluss herzustellen. Oft füllt man den betreffenden Raum, wie auch in der Zeichnung angenommen, einfach mit gutem Cemente aus, eine Methode, welche wesentlich wohlfeiler ist und doch den Zweck in gleich guter Weise erfüllt. Aber selbst für den Fall, dass die Cementschicht oder das Füllstück thatsächlich wasserdicht abschliessen, lassen sich Leckagen an diesen Stellen doch nicht ganz vermeiden, da das Wasser meistens zwischen dem Spant und der Aussenhautbeplattung oder zwischen ersterem und dem Gegenspant noch seinen Weg in das Innere des Schiffes zu finden vermag.

Die Construction der Stringerplatten der unteren oder Zwischen-decks, als auch der Hauptdecks in Spardeck- und Hurricanedeck-Schiffen unterscheidet sich dadurch von derjenigen der Oberdeck-Stringerplatte, dass bei ersteren immer entsprechende Einschnitte für die über das Deck hinaufreichenden Spant- und Gegenspantwinkel-

eisen vorhanden sein müssen. Die Verbindung der Stringerplatte mit der Aussenhaut kann daher auch hier nur durch kurze von Spant zu Spant reichende Winkeleisen erfolgen. An der Innenkante der Gegenspannten lässt man ein starkes Winkeleisen ununterbrochen über die ganze Länge der Stringerplatte laufen, welches mit jedem Gegenspannwinkel durch ein Niet verbunden wird. An denjenigen Spanten, an welchen die Gegenspannten nur bis zur Kimm reichen, bringt man in der Höhe des Zwischendecksstringers einen kurzen Gegenwinkel an, so dass es möglich wird, jedes Spant durch ein Niet mit dem erwähnten Stringerwinkeleisen zu verbinden. Der zwischen letzterem und der Aussenhautbeplattung verbleibende Raum wird gewöhnlich mit Cement ausgefüllt, um zu verhüten, dass etwa auf dem Deck befindliches Wasser in den unteren Schiffsraum dringen und die Ladung beschädigen kann. (Vergl. Fig. 18 auf Taf. VIII.) Die Abführung des Wassers erfolgt in der Regel durch starke Bleirohre, welche an den inneren Schiffsseiten, unmittelbar hinter der Wägerung, direct bis in die Bilge, d. i. in den zwischen den Bodenwrangen vorhandenen leeren Raum führen, aus dem es dann durch die Lenzpumpen entfernt wird.

Wenn es besonders darauf ankommt, das Zwischendeck an den Schiffsseiten wasserdicht zu machen, so genügt die soeben beschriebene Construction nicht, weil das Wasser zu leicht, wie auch schon weiter oben bei Erklärung der Fig. 16 erwähnt wurde, zwischen dem Spant und der Aussenhaut in den unteren Raum gelangen kann. In solchen Fällen empfiehlt es sich, zwischen dem Gegenspant und dem durchlaufenden Stringerwinkeleisen noch eine verticale Platte anzubringen, wie das in ähnlicher Weise in Fig. 16 dargestellt worden ist. Das Wasser müsste dann, um zwischen Spant und Gegenspant oder Aussenhaut durchdringen zu können, auf dem Zwischendeck schon so hoch stehen, dass es über diese Platte hinausreicht. —

Diese Construction ist namentlich für das zweite Deck auf grossen Passagierdampfern sehr zu empfehlen. In diesen Schiffen können die Oeffnungen des Oberdecks nicht so dicht verschlossen gehalten werden, wie in Frachtschiffen, und es ist daher die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass bei schlechtem Wetter einmal eine Sturzsee eindringt, weshalb das zweite Deck immer ganz zuverlässig dicht sein muss.

Auf manchen Werften ist es üblich, die Stringerplatten der unteren Decks nicht, wie in Fig. 16 auf Taf. VIII gezeigt, durch kurze Winkeleisen mit der Aussenhaut zu vernieten, sondern dieselben nur bis an die Gegenspannten hinanreichen zu lassen, mit denen sie durch ununter-

brochen durchlaufende Winkeleisen verbunden sind. Da diese Verbindung indess an jedem Spant nur mittels eines Nietes hergestellt werden kann, so bringt man meistens noch eine verticale Platte zwischen dem Gegenspant und dem Stringerwinkeleisen an, wie dies in Fig. 19 auf Taf. VIII veranschaulicht ist, und wodurch es möglich wird, die Verbindung mit den Gegenspanten durch Anordnung weiterer Nieten in der verticalen Platte zu verbessern. Trotzdem bleibt diese Construction eine wesentlich schwächere, als diejenige einer Stringerplatte, welche mit der Aussenhaut verbunden ist, und sie kommt aus diesem Grunde nur noch selten zur Anwendung.

Auf den etwa vorhandenen Raumbalken ist gleichfalls eine Stringerplatte anzubringen. Da indess die Raumbalken, wie bereits früher erwähnt, gewöhnlich in Entfernungen von 6 bis 10 Spantendistanzen angeordnet werden, so ist es erforderlich, die Stringerplatte auf der zwischen den Balken belegenen Strecke durch Blechstücke, welche in Form eines Dreiecks an jedem Spant anzubringen sind, zu unterstützen, wie das in Fig. 20 auf Taf. VIII dargestellt ist. Liegen die Raumbalken in sehr grossen Entfernungen voneinander, so verstärkt man gewöhnlich die Stringerplatte, indem man an ihrer Innenkante ein oder zwei starke Winkeleisen anbringt, zu welchen unter Umständen noch eine verticale Gurtplatte (*face-plate*) als weitere Verstärkung hinzukommt. Diese in Fig. 21 auf Taf. VIII zur Anschauung gebrachte Anordnung hat den Zweck, die Stringerplatte gegen einen auf die Schiffsseiten erfolgenden Druck widerstandsfähiger zu machen.

Erhält die Raumbalkenstringerplatte an ihrer inneren Kante zur Verstärkung nur ein einziges Winkeleisen, so empfiehlt es sich, dasselbe so anzubringen, dass der verticale Schenkel nach unten gerichtet ist, wobei dann in der Regel der horizontale Schenkel, mit seiner inneren Fläche auf der Stringerplatte ruhend, mit dieser vernietet ist, wie in Fig. 20 auf Taf. VIII veranschaulicht. Wollte man das Winkeleisen an der unteren Seite der Stringerplatte vernieten, so müssten sämmtliche kleinen Winkel, welche die dreieckigen Blechstücke mit der Stringerplatte verbinden, über den Schenkel des erstgenannten Winkeleisens (den sogenannten Garnierungswinkel) gekröpft werden, was sehr viel Arbeit verursachen würde.

Da der Platzmangel im Maschinen- und Kesselraume die Anbringung von Raumbalken (meistens mit Ausnahme nur eines einzigen zwischen Maschine und Kessel) nicht zulässt, so muss hier die betreffende Stringerplatte entweder von einer grösseren Breite gewählt, oder an ihrer Innenkante durch zwei Winkeleisen in Verbindung mit

einer Gurtplatte verstärkt werden. Ausserdem sucht man aber die hier fehlenden Raumbalken auch noch durch **Rahmenspanten** zu ersetzen, welche je nach der Tiefe des Schiffes alle 4 bis 6 Spanten von einander entfernt angeordnet werden. Eine derartige Construction ist in Fig. 3 auf Taf. IX dargestellt. Wie aus der Zeichnung ersichtlich, hat die Stringerplatte in diesem Falle zur Verstärkung an ihrer inneren Kante zwei starke Winkeleisen erhalten. Da es bei dieser Art der Rahmenspanten üblich ist, alle Stringerplatten ohne Unterbrechung von einem Ende des Schiffes zum anderen durchlaufen zu lassen, so muss das Rahmenspant nothwendigerweise beim Raumstringer durchschnitten sein. Um der hierdurch bedingten Verschwächung der ganzen Construction nach Möglichkeit zu begegnen, legt man über die Kreuzungsstelle eine Lasche, welche in einer rhombenförmigen Platte besteht, wie dies auch in Fig. 4 auf Taf. IX veranschaulicht ist. Da das Rahmenspant in der Regel schmaler als die Stringerplatte gemacht wird, so muss ersteres, wie auch aus der Figur ersichtlich ist, an der Kreuzungsstelle entsprechend verbreitert werden, um auf diese Weise zu ermöglichen, dass die erwähnte rhombenförmige Lasche gleichzeitig die Winkel der Stringerplatte und die des Rahmenspantes überfasst.

Wenn, wie auf Seite 44 besprochen wurde, auch im Laderaume die Raumbalken durch Rahmenspanten ersetzt werden sollen, so wird gewöhnlich an Stelle der sonst erforderlichen breiten Raumstringerplatte, die den Stauraum immer in unangenehmer Weise beengt, eine andere Construction gewählt, um die Schiffseiten zwischen den Rahmenspanten in ausreichender Weise zu versteifen. Statt eines breiten Raumstringers, der die Rahmenspanten beträchtlich überragen würde, werden dann zwei oder drei Stringer von gleicher Höhe wie die Rahmenspanten angeordnet. Die Construction ist auf Taf. VI, Fig. 4 dargestellt. Die Rahmenspanten laufen hier ununterbrochen vom Doppelboden bis nach dem untersten Deck durch. Ihre Innenkanten sind durch je zwei Winkeleisen verstärkt. Zwischen den Rahmenspanten sind, wie aus der Zeichnung ersichtlich, drei Stringerplatten angeordnet, die mit der Aussenhaut durch kurze, zwischen den Spanten eingepassten Winkeleisen, verbunden sind. An der Innenseite der **U**-Spanten läuft auf jeder Stringerplatte ein Winkeleisen entlang, das mit dem Innenflansch der Spanten vernietet ist. Die innere Kante der Stringerplatte ist mit einem schweren Winkeleisen, dessen breiter Schenkel nach abwärts gerichtet ist, verstärkt. Um an der Stelle, wo die Stringerplatten gegen das Rahmenspant

stossen, eine gute Verbindung herzustellen, wird zunächst auch an der oberen Seite von jedem Ende des Stringers ein kurzes Stück Winkel-eisen genietet, und dann über der Kreuzungsstelle von Rahmenspant und Stringer eine rhombenförmige Platte angebracht. Diese Verbindung ist in Fig. 5 in der Ansicht dargestellt und bedarf wohl keiner weiteren Erklärung. — Wenn ein solcher Dampfer mit Schüttgut beladen wird, wie z. B. Getreide, Kohlen u. s. w., so bleibt bei der Entlöschung, wie leicht begreiflich, immer etwas von der Ladung auf dem Stringer, hinter der soeben erwähnten rhombenförmigen Verbindungsplatte, zurück und es bedarf eines gewissen Aufwandes von Arbeit, um diese kleinen Reste der Ladung zu entfernen. Um diese Arbeit zu erleichtern, giebt man der bewussten Verbindungsplatte bisweilen auch die Form eines Dreiecks mit abgestumpften Ecken, so dass demnach eine Verbindung entsteht, wie in Fig. 6 dargestellt ist. Da die Stringerplatte bei der Verbindungsstelle in diesem Falle nur mit einem Winkeleisen an der Innenkante versehen ist, so muss die Verbindungsplatte besonders lang gemacht werden, damit eine hinreichende Anzahl Niete zur Verbindung mit dem Winkeleisen der Stringerplatte angeordnet werden kann.

Einige Baumeister haben in neuester Zeit versucht, diese Construction dadurch zu vereinfachen, dass sie den an der inneren Kante des Stringers angebrachten Winkel weglassen und statt dessen die Innenkante der Stringerplatte rechtwinkelig umbiegen. Diese Construction ist in Fig. 1 auf Taf. XXXVIII dargestellt. Selbstverständlich muss jede einzelne Stringerplatte immer so lang sein, wie der Abstand der Rahmenspanten. Die Stringerplatte kann bei dieser Construction an der Innenkante nur in einer geraden Linie hergestellt werden, und da die Form des Schiffes immer eine convexe Aussenkante der Stringerplatte bedingt, so muss letztere nothwendigerweise in der Mitte zwischen zwei Rahmenspanten eine grössere Breite haben, als an den Enden. Mit Rücksicht auf die Widerstandsfähigkeit ist das eine sehr günstige Form. — Die Construction ist sehr zweckmässig, da sie nicht allein leichter, sondern auch wegen des Wegfallens der Niete billiger wird.

Wenn statt der Rahmenspanten als Ersatz der Raumbalken „hohe“ oder „verstärkte“ Spanten (vergl. S. 44) angewendet werden, so kommt die sonst erforderliche breite Raumstringerplatte auch gewöhnlich in Wegfall und es werden an deren Stelle 2 oder 3 leichtere Stringer angewendet. Letztere bestehen dann meistens nur aus einem Wulst- und zwei Winkeleisen, die durch eingeschobene Platten mit

der Aussenhaut verbunden sind, oder man stellt diese Stringer wohl auch aus zwei schweren Wulstwinkeleisen her, wie das in dem durch Fig. 2 auf Taf. IX dargestellten Hauptspant gezeigt ist.

Ist die untere Raumentiefe eines Schiffes, vom untersten Deck bis zur Oberkante der Bodenwrangen gemessen, geringer als ungefähr 4,25 m (das genaue Maass ist durch die Vorschriften der verschiedenen Classifications-Institute bedingt), so sieht man von der Anbringung von Raumbalken ab und bedient sich zur Versteifung der Schiffsseite eines sogenannten **Raum- oder Seitenstringers**. Derselbe wird ungefähr in halber Höhe zwischen dem oberen Theile der Kimm und der untersten Balkenlage angebracht und erstreckt sich über die ganze Länge des Schiffes. Die Construction dieses Stringers hängt von der grösseren oder geringeren Tiefe des unteren Schiffsraumes ab. Beträgt die letztere weniger als 3,60 m, so besteht der Raumstringer in der Regel nur aus zwei schweren Winkeleisen, welche mit ihren Schenkeln der ganzen Länge nach derart vernietet sind, dass beide zusammen einen T-förmigen Querschnitt bilden. Die beiden Schenkel der Winkeleisen, welche in einer Ebene liegen, werden dann an die Gegenspanten vernietet. Den letzteren gegenüber bringt man ausserdem noch an jedem Spant in der Höhe des Raumstringers ein kurzes Stück Winkeleisen von dem Profile der Gegenspanten an, welches mit dem Spant durch mindestens 3 bis 4 Niete verbunden ist. Auf diese Weise wird es möglich, die beiden in einer Ebene liegenden Schenkel des Raumstringers mit jedem Spant durch 4 Niete zu befestigen, von denen zwei durch das Gegenspannt und die beiden anderen durch das eben erwähnte Hilfswinkeleisen reichen.

Beträgt die untere Raumentiefe zwischen 3,60 und 4 m, so bringt man zwischen den beiden Winkeleisen des Raumstringers noch ein Wulsteisen an, welches unter Umständen noch durch von Spant zu Spant reichende eingeschobene Platten, die das Wulsteisen mit der Aussenhaut verbinden, verstärkt wird. Im Uebrigen ist die Befestigung des Stringers mit den Spanten die oben beschriebene. Mehrere durch eingeschobene Platten mit der Aussenhaut verbundene Stringer sind auf der in Fig. 2 auf Tafel IX dargestellten Hauptspantzeichnung ersichtlich.

Bei einer unteren Raumentiefe von über 4 bis gegen 4,25 m genügt ein aus doppelten Winkel- und einem Wulsteisen construirter Raumstringer nicht mehr. In diesem Falle wendet man eine regelrechte Stringerplatte an, welche, da Raumbalken nicht vorhanden sind, durch Knieplatten an jedem zweiten Spant unterstützt wird und deren

Dimensionen denjenigen der Stringerplatten der unteren Decks entspricht. Die Construction gleicht der in Fig. 1 auf Taf. IX dargestellten. Das in der Zeichnung angegebene Verstärkungswinkeleisen an der Innenkante der Raumstringerplatte gelangt indess nur bei grösseren Schiffen, bezw. bei besonderer Beanspruchung der betreffenden Schiffstheile, zur Anwendung.

Geht die untere Raumentiefe über 4,25 m hinaus, so werden, wie bereits weiter oben angedeutet, in den meisten Fällen Raumbalken angewendet.

Der an dem oberen Theile der Kimm angebrachte Längsverband wird mit dem Namen **Kimmstringer** bezeichnet. Derselbe besteht meistens aus zwei Rücken an Rücken genieteten Winkeleisen und erstreckt sich über die ganze Länge des Schiffes. Der Kimmstringer wird in ganz derselben Weise an den Spanten befestigt, wie der Raumstringer, indem man an der dem Gegenspant gegenüberliegenden Seite des Spantes ein kurzes Stück Winkeleisen von dem Profile der Gegenspanten anbringt und den Kimmstringer mit den letzteren und den erwähnten kurzen Hilfswinkeleisen vernietet. Die Anordnung des Kimmstringers findet sich unter anderen in Fig. 5 auf Taf. III veranschaulicht, in welcher derselbe mit *c* bezeichnet ist.

In grossen Schiffen, sowie in solchen, deren Verhältniss von Länge zur Raumentiefe ein gewisses Maass übersteigt, fügt man zwischen den beiden Winkeleisen des Kimmstringers noch ein Wulsteisen ein, welches unter Umständen auch noch durch eingeschobene Platten, die mit der Aussenhaut durch kurze, von Spant zu Spant reichende Winkeleisen verbunden sind, verstärkt wird. In den meisten Fällen erstreckt sich das Wulsteisen indess nicht über die ganze Länge des Schiffes, sondern nur über die mittlere Hälfte oder die mittleren zwei Drittel der Schiffslänge. Die Construction des Kimmstringers, aus zwei Winkeleisen in Verbindung mit einem Wulsteisen und eingeschobenen Platten bestehend, ist in Fig. 22 auf Taf. VIII dargestellt. — Sehr grosse Dampfer erhalten bisweilen Kimmstringer, die aus einer Platte mit vier Winkeleisen bestehen und den Querschnitt eines sogenannten Doppel-T-Trägers besitzen. Das auf Taf. VII, Fig. 23 dargestellte Hauptspant zeigt einen solchen Kimmstringer.

Der Kimmstringer bildet die unterste aller Längsverbindungen an der Schiffsseite, welche man im Allgemeinen mit dem Ausdrucke „**Stringer**“ bezeichnet; diejenigen längsschiffsgerichteten Verstärkungen, welche sich zwischen der Kimm und dem Kiele befinden, werden dagegen unter dem Namen „**Kielschweine**“ zusammengefasst.

Es gilt als allgemeine Regel, dass jedes Schiff an dem unteren Theile der Kimm einen Längsverband erhält, welchen man — dem Obigen entsprechend — mit dem Ausdrucke **Kimm-Kielschwein** belegt. Dasselbe hat eine dem Kimmstringer ganz analoge Form und besteht also entweder nur aus zwei Rücken an Rücken genieteten Winkeleisen, oder, wenn die Grösse des Schiffes, bezw. das Verhältniss der Schiffslänge zur Tiefe eine besondere Verstärkung nöthig macht, ausserdem auch noch aus einem Wulsteisen, welches gebotenen Falles durch eingeschobene Platten nebst den zugehörigen Winkeleisen mit der Aussenhaut verbunden wird. Wie die Construction, so entspricht auch die Befestigung des Kimm-Kielschweins an den Bodenwrangen ganz derjenigen des Kimm- und Raumstringers, und man bedient sich also auch hier behufs Herstellung einer solideren Verbindung kurzer Hilfswinkeleisen, welche an der dem Gegenspant gegenüberliegenden Seite der Bodenwrangen angebracht werden.

In sehr grossen Schiffen kommen sowohl bei den Kimm-Kielschweinen, als auch bei den Kimmstringern noch weitere Verstärkungen hinzu, über welche wir später noch einige Worte zu sagen haben werden.

Das Kimm-Kielschwein läuft an dem unteren Theile der Kimm auf den Enden der Bodenwrangen entlang und erstreckt sich über die ganze Länge des Schiffes. Am vorderen Ende desselben läuft das Kimm-Kielschwein, ebenso wie der Kimmstringer, in eine horizontale, der Form des Schiffes entsprechende Platte aus, welche zwischen den beiden Winkeln vernietet ist und auf diese Weise das Steuerbord und das Backbord-Kimm-Kielschwein miteinander verbindet.

Die Form des Schiffes ist an dessen Hinterende in der Regel etwas schärfer als vorn, weshalb sich hier meistens nicht genügend Raum findet, die Winkeleisen vom Kimm-Kielschweine oder Stringer ganz bis nach dem Hintersteven führen zu können. In solchen Fällen lässt man dann das Kimm-Kielschwein am letzten Schott endigen, indem man die Winkeleisen nahezu rechtwinkelig umbiegt und mit einer horizontalen Knieplatte versieht, wie das in Fig. 23 auf Taf. VIII dargestellt ist.

Das Kimm-Kielschwein ist, wie bereits erwähnt, immer so angebracht, dass es auf den Enden der Bodenwrangen entlang läuft; im äussersten Vorder- und Hintertheil des Schiffes steigt dasselbe indess über die Bodenwrangen-Enden hinaus und wird dort durch die Gegenspanten und das denselben gegenüber angebrachte Hilfswinkeleisen mit den Spanten verbunden.

Die Winkeleisen der Kimm-Kielschweine, sowie der Kimmstringer sollen aus möglichst langen Stücken bestehen und die Stösse der einzelnen Winkel müssen möglichst weit voneinander entfernt liegen und zugleich auch mit denen der benachbarten Längsverbände gut verschlossen. Ausserdem ist jeder Stoss mit einem Laschstücke zu versehen, welches aus einem Blechstreifen von ungefähr 50 bis 80 cm Länge besteht, der in die innere Seite der Winkeleisenschkel hinein gebogen und mit jedem Ende der zu verlaschenden Winkel durch mindestens sechs Nieten verbunden wird. Bisweilen wendet man wohl auch — ähnlich wie beim Brückenbau — als Laschstücke der Winkeleisen besonders zu diesem Zwecke gewalzte, kurze Stäbe an, welche ein Profil besitzen, das sich genau in die innere Seite der zu verbindenden Winkeleisen hineinschmiegt. Im Allgemeinen kommt diese Methode jedoch beim Schiffbau nur selten zur Anwendung. — Fig. 24 auf Taf. VIII zeigt eine aus einem gebogenen Blechstreifen hergestellte Winkeleisenlasche, während Fig. 25 derselben Tafel eine solche aus gewalztem Profileisen im Durchschnitte veranschaulicht.

Die Stösse des etwa zwischen den Winkeleisen des Kimm-Kielschweins und Kimmstringers vernieteten Wulsteisens müssen natürlich gleichfalls in geeigneter Weise miteinander verlascht werden und überdies mit den Stössen der beiden Winkeleisen gehörig verschlossen. Die eigenthümliche Form des Wulsteisens bedingt indess eine von den gewöhnlichen Laschungen sehr abweichende Construction der Laschstücke. Eine gute Wulsteisenverlaschung wird folgendermassen hergestellt: Ein circa 60 bis 100 cm langer Blechstreifen von entsprechender Dicke und ungefähr doppelter Breite, als die Höhe des Wulsteisens beträgt, wird U-förmig gebogen, und zwar so, dass die lichte Weite zwischen den parallelen Schenkeln gleich der Dicke der Wulst ist. Dieses rinnenförmige Stück wird dann so über die beiden zu verlaschenden Enden des Wulsteisens gestülpt, dass es die Schenkel der Winkeleisen noch mit überfasst, wie dies in Fig. 26 und 27 auf Taf. V zur Anschauung gebracht ist. Der oberhalb der Kante der Winkeleisenschkel bis zur Wulst entstehende Raum wird dann mit passend geformten Eisenstücken ausgefüllt. Zu jeder Seite der Stossfuge des Wulsteisens sollten immer wenigstens 4 bis 5 Nieten — ausser den durch die Winkeleisen reichenden — angeordnet werden. In der Praxis begnügt man sich häufig mit drei Nieten in jeder Hälfte der Lasche, was jedoch als nicht ausreichend erachtet werden muss. — Bisweilen werden die einzelnen in einem Stringer oder Kielschweine verwendeten Wulsteisen durch eine Ueberlappung mitein-

ander verbunden, nachdem man an den sich berührenden Flächen die Wulst für die Länge der Ueberlappung abgehauen hat. — Wenn für die hier besprochenen Längsverbindungen zwei Wulstwinkeleisen zur Verwendung gelangen, wie das in neuerer Zeit immer häufiger der Fall ist, so muss selbstverständlich zunächst darauf geachtet werden, dass die Stösse der Winkeleisen gut verschiessen, d. h. der Stoss des einen Winkeleisens muss immer möglichst weit von dem Stoss des benachbarten entfernt sein. Die Verlaschung geschieht meistens so, wie in Fig. 27a auf Taf. VIII dargestellt ist.

In grossen Schiffen, sowie in solchen, deren Verhältniss von Länge zur Tiefe ein gewisses Maass übersteigt, wendet man in der Regel eine stärkere Construction des Kimm-Kielschweins an, indem man dasselbe nicht nur durch eingeschobene Platten mit der Aussenhaut verbindet, sondern auch das Wulsteisen durch eine starke Platte ersetzt, welche an der oberen Kante mit zwei Winkeleisen von dem Profile der Kielschweinswinkel versehen ist. — In aussergewöhnlichen Fällen, d. h. da, wo die Dimensionen des Schiffes oder deren Verhältniss zueinander eine ungewöhnlich grosse Beanspruchung der unteren Schiffstheile bedingen, construirt man auch wohl den Kimmstringer in derselben Weise. Sowohl hier, als auch beim Kimm-Kielschweine lässt man jedoch diese Verstärkungen meistens nur über die mittleren zwei Drittel der Schiffslänge sich erstrecken, obgleich an den Schiffsenden gleichfalls eine bedeutende Beanspruchung vorhanden ist, namentlich im Hinterschiffe bei Schraubendampfern.

Das **Seiten-Kielschwein** ist diejenige längsschiffs gerichtete Bodenverstärkung, welche ungefähr in der Mitte zwischen dem Kimm-Kielschweine und dem Mittel-Kielschweine angeordnet ist. Die Classifications-Institute schreiben dasselbe erst bei einer gewissen Schiffsbreite vor, so dass Schiffe, von weniger als 10 m Breite eines Seiten-Kielschweins nicht bedürfen, wenn nicht ein aussergewöhnliches Verhältniss der Länge zur Tiefe des Schiffes diese Verstärkung des Schiffsbodens schon bei geringerer Breite nothwendig erscheinen lässt.

Das Seiten-Kielschwein besteht aus Platten, welche genau zwischen die Bodenwrangen eingepasst sind und um die Breite eines Winkel-eisenschenkels über dieselben hinausragen. An der Oberkante werden diese Platten mit zwei starken, ununterbrochen durch die ganze Länge des Schiffes laufenden Winkeleisen, von dem Profile der Kielschweins- oder Stringerwinkel, verbunden, so dass die verticalen Schenkel mit den Platten des Seiten-Kielschweins, die horizontalen jedoch mit den Gegenspannen und den denselben gegenüber, an der Oberkante der

Bodenwrangen, angebrachten kurzen Hilfswinkeleisen vernietet werden. Die eingepassten Bleche werden an ihrer Unterkante mit der Aussenhautbeplattung und an ihren verticalen Kanten mit den Bodenwrangen durch Winkeleisen von dem Profile der Gegenspanten verbunden. Das Seiten-Kielschwein erhält sonach eine Form, wie sie in Fig. 34 auf Taf. VIII und in Fig. 1 auf Taf. IX dargestellt ist. Jede der eingeschobenen Platten erhält unmittelbar oberhalb des Winkeleisens, welches sie mit der Aussenhaut verbindet, eine Speigattöffnung, so dass das im Unterraume sich ansammelnde Wasser bequem zu den Pumpen gelangen kann.

Auch das Seiten-Kielschwein wird in grossen Schiffen, sowie in solchen mit grossem Verhältnisse zwischen Länge und Raamtiefe durch Anbringung eines Wulsteisens, welches zwischen den auf den Bodenwrangen entlang laufenden Winkeleisen vernietet wird, verstärkt, und bei sehr langen Schiffen gelangt an Stelle des Wulsteisens eine verticale Platte zur Anwendung, welche an ihrer Oberkante durch zwei starke Winkeleisen, von dem Profile der Mittel-Kielschweinswinkel, versteift wird.

Die Verbindung des Wulsteisens, bezw. der verticalen Platte mit den eingeschobenen Platten des Seiten-Kielschweins kann auf zweierlei Weise erfolgen. Bei der einen Methode reicht das Wulst Eisen oder die Platte bis auf das an der Oberkante der Bodenwrange entlang laufende Gegenspant hinab und die Verbindungsniete führen durch die beiden längsschiffs laufenden Winkeleisen, die eingeschobene Platte und das Wulst Eisen hindurch. Diese Herstellungsweise, welche Fig. 28 auf Taf. VIII zur Anschauung bringt, hat den Nachtheil, dass vier nebeneinanderliegende Schichten durch Niete verbunden werden müssen, was, wie bereits früher erörtert, nur schwierig ausführbar ist. Um diesem Uebelstande aus dem Wege zu gehen, lässt man bei der zweiten Befestigungsmethode die eingeschobenen Platten des Seiten-Kielschweins nur bis zur Oberkante der Bodenwrangen hinauf reichen, giebt dem Wulst Eisen, bezw. der verticalen Verstärkungsplatte eine entsprechend grössere Höhe und versieht diese Theile an ihrer Unterkante bei jeder Bodenwrange mit einem 7 bis 10 cm tiefen Einschnitte, so dass die Gegenspanten in das Wulst Eisen oder die Verstärkungsplatte eingelassen erscheinen. Die letzteren Theile überlappen auf diese Weise die eingeschobenen Seiten-Kielschweinsplatten, wodurch eine Vernietung derselben unterhalb der längsschiffs laufenden Kielschweins-Winkeleisen ermöglicht wird, während man oberhalb der Bodenwrangen nur eine Vernietung der Winkeleisen mit dem Wulst-

eisen, bezw. der Verstärkungsplatte nöthig hat. — Diese Anordnung ist in Fig. 29 auf Taf. VIII dargestellt. Man erhält bei dieser Construction allerdings eine Nietverbindung mehr, ungeht aber die schwierige Vernietung von vier aneinanderliegenden Schichten.

Eine analoge Construction wird übrigens auch bei den Kimm-Kielschweinen, den Kimm- und Seitenstringern angewendet, wenn dieselben aus eingeschobenen, mit der Aussenhaut verbundenen Platten bestehen und zwischen den längsschiffs laufenden Winkeln ein Wulst-eisen oder eine Verstärkungsplatte angebracht ist.

Wie schon angedeutet, wird das Seiten-Kielschwein in kleineren Schiffen mit gewöhnlichen Verhältnissen nicht angebracht, und es würde daher das in dem Schiffsraume sich ansammelnde Wasser beim Schlingern ungehindert von einer Seite zur andern überstürzen können. Um diesem Uebelstande vorzubeugen, bringt man in einer Entfernung von der Mittellinie, die ungefähr dem vierten Theile der Schiffsbreite entspricht, zwischen den Bodenwrangen eingepasste verticale Platten an, welche man mit dem Namen **Schlagwasserplatten** oder **Waschplatten** belegt. Dieselben haben eine ungefähre Dicke von 4 bis 8 mm und reichen von der Oberkante der Bodenwrangen bis auf die Bodenbeplattung, mit der sie aber nicht verbunden werden. An ihren verticalen Kanten werden sie durch leichte Winkeleisen mit den Bodenwrangen vernietet und in der Nähe der Unterkante mit einer Speigattöffnung versehen. Die Anordnung dieser Platten ist aus Fig. 30 auf Taf. VIII und Fig 5 auf Taf. III deutlich ersichtlich. Die Waschplatten werden übrigens nur in dem mittleren Theile des Schiffes, wo der Boden eine mehr flache Form besitzt, angewendet.

In Schiffen, deren Breite weniger als 7,5 m beträgt, sieht man von der Anbringung von Schlagwasserplatten ab, wenn das Schiff mit einem mittleren eingeschobenen oder einem Mittelplatten-Kielschweine versehen ist, da diese schon Schutz gegen das Ueberschiessen des Bilgewassers gewähren. Bei Schiffen von grösserer Breite hält man diese Platten jedoch unter allen Umständen erforderlich, vorausgesetzt, dass Seiten-Kielschweine noch nicht zur Anwendung gelangen.

Es dürfte hier der geeignetste Platz sein, noch eines Constructionstheiles Erwähnung zu thun, der zwar nicht zur Gattung der Stringer und Kielschweine gehört, welcher indess eine ähnliche Wirkung auf die Festigkeit eines Schiffskörpers ausübt, obgleich derselbe aus ganz anderen Gründen Anwendung findet. Es ist das der sogenannte **Schlinger** oder **Kimmkiel**. — Derselbe besteht meistens aus einer, je nach der Grösse des Schiffes, 20 bis 60 cm breiten Platte, welche mit

Hilfe zweier Winkeleisen zu beiden Seiten des Schiffes aussen an der Kimm, im rechten Winkel zur Aussenhaut, angebracht wird und sich ungefähr über die mittlere Hälfte der Schiffslänge erstreckt.

Statt der erwähnten Platte wird häufig auch ein Wulsteisen zwischen den beiden Winkeleisen vernietet.

Die Construction ist aus dem in Fig. 3 auf Taf. IX dargestellten Schiffsquerschnitte ersichtlich.

Der Zweck der Kimmkiele besteht, wie schon früher bei Besprechung der Kielconstruction erwähnt, vorzugsweise darin, dem Schiffe einen grösseren Widerstand gegen die Schlingerbewegungen zu geben, so dass der Ausschlagswinkel der Schwingungen um die Längsachse vermindert wird. Die Erreichung dieses Zweckes hängt hauptsächlich von der Höhe der Kimmkiele ab; solche von geringen Dimensionen erweisen sich verhältnissmässig weniger wirksam. Auch ist es nicht gleichgültig, an welcher Stelle des Hauptspantes dieselben angeordnet werden; je näher dieselben an die Wasserlinie heranreichen, desto grösser ist ihr Einfluss auf die Verminderung der Rollbewegungen des Schiffes.¹⁾

Bisweilen werden die Kimmkiele auch wohl mit der Absicht angewendet, „wildsteuernden“ Schiffen eine grössere Stetigkeit in ihren Bewegungen zu geben. Nach dieser Richtung hin ist ihr Nutzen jedoch meistens kein nennenswerther. In allen Fällen bilden dieselben aber einen sehr guten Längsverband, dessen Werth namentlich noch durch den Umstand erhöht wird, dass die Kimmkiele ihrer ganzen Länge nach mit der Aussenhaut vernietet werden und letztere in der wirksamsten Weise versteifen helfen.

Wenn die Höhe des Kimmkiels sehr beträchtlich wird, wie das bei grossen Dampfern vorkommt, so ist die hier beschriebene Construction nicht mehr genügend. Man stellt in diesem Falle den Kimmkiel aus zwei Plattenstreifen her, welche ähnlich wie die Kielplatten, an einer Seite in einem stumpfen Winkel umgebogen sind. Diese beiden Plattenstreifen werden parallel zueinander in einem Abstände von 15 bis 25 cm mit dem umgebogenen Flansch so auf der Aussenhaut vernietet, dass sich die äusseren Kanten der Platten berühren und einen spitzen, dachförmigen Querschnitt bilden. An den Aussenkanten sind die beiden Plattenstreifen miteinander vernietet, so dass das Ganze einen Querschnitt erhält, wie in Fig. 13 auf Taf. IX dargestellt ist.

¹⁾ Näheres hierüber findet sich in White, Handbuch für Schiffbau, S. 133 und 238. Leipzig, Arthur Felix.

Ein grosser Nachtheil der Schlingerkiele besteht darin, dass dieselben beim Auf-Grund-Gerathen des Schiffes in der Nähe von Quai-mauern oder steilen Uferböschungen leicht beschädigt werden und dann durch das Ausreissen der Befestigungsniete Leckagen hervorrufen. Dieser Uebelstand ist so schwerwiegend, dass man sich ohne zwingende Gründe gewöhnlich nicht zur Anwendung von Kimmkielen entschliesst. Um dieser Gefahr aus dem Wege zu gehen, ist neuerdings eine Construction angewendet worden, die durch Fig. 14, Taf. IX veranschaulicht ist. Hierbei wird zunächst auf der Aussenhaut ein schweres T-Eisen angenietet. An der vorstehenden Rippe des letzteren wird dann mit verhältnissmässig wenigen Nieten die eigentliche Kimmkiel-Platte verbunden. Sollte sich der Fall ereignen, dass das Schiff mit dem Kimmkiele ein Hinderniss findet, so wird letzterer sich voraussichtlich von dem T-Eisen trennen, ohne dass ein Leck entsteht.

Es sei nun noch die Zweckmässigkeit der verschiedenen Stringer- und Kielschweinsconstructions einer Besprechung unterworfen.

Der Zweck sämmtlicher Stringer, sowie der Kimm- und Seiten-Kielschweine besteht einestheils darin, einen lokalen, gegen die Schiffshaut wirkenden Druck, möge derselbe nun von aussen nach innen oder in umgekehrter Richtung erfolgen, auf die benachbarten Spanten zu übertragen, bezw. auf eine grössere Strecke zu vertheilen; anderntheils sollen diese Constructionstheile die Längsschiffsfestigkeit erhöhen, indem der Materialquerschnitt im Hauptspante an geeigneter Stelle vergrössert wird.

Mit Rücksicht auf beide hier erwähnten Gesichtspunkte bildet die Oberdeckstringerplatte den wichtigsten dieser Längsverbände. Entsprechend ihrem Zwecke, eine lokale Beanspruchung der Schiffseite aufzunehmen, fällt ihr in allen den Fällen, wo kein eisernes Oberdeck vorhanden ist, die Aufgabe zu, die Form des Schiffes in der Deckslinie zu erhalten, denn jeder gegen den Obertheil des Schiffes seitlich gerichtete Druck oder Stoss wird in erster Linie durch die Oberdeckstringerplatte aufgenommen werden müssen. Im Hinblick auf diesen Umstand ist es gerechtfertigt, wenn dieselbe, wie wir schon weiter oben erwähnten, in der Regel breiter und dicker als alle übrigen Stringerplatten gemacht wird. — Ausnahmen hiervon bilden die Oberdeckstringerplatten der Sturm- und Spardeckschiffe, wie wir das noch in einem späteren Kapitel besprechen werden. Es ist jedoch hierbei zu berücksichtigen, dass bei diesen Schiffsgattungen das Oberdeck nur

als ein mehr oder weniger leichter Ueberbau des eigentlichen Schiffskörpers anzusehen ist.

Ein anderer Hauptzweck der Oberdeckstringerplatte besteht darin, den Schiffsquerschnitt in seinem oberen Theile zu vergrössern und somit das Widerstandsmoment gegen eine Beanspruchung auf Durchbiegung der Längsachse zu erhöhen. Da es in der Hauptsache die Aussenhautbeplattung ist, welche einem Schiffe die erforderliche Festigkeit in der Längsachse gewährt, so wird man bei näherer Betrachtung des Hauptspantes finden, dass das Material in diesem U-förmigen Querschnitte nicht vortheilhaft für die Erzielung eines grossen Widerstandsmomentes vertheilt ist. Die neutrale Achse wird ungefähr auf dem dritten Theile der Schiffshöhe von unten oder noch tiefer liegen, weil die Bodenbeplattung einen wesentlich grösseren Querschnitt besitzt, als der obere Theil des Hauptspantes, zumal wenn kein eisernes Deck vorhanden ist. Um daher mit dem geringsten Materialaufwande die Bruchfestigkeit am wirksamsten zu erhöhen, wird die sonst oben offene Schiffsschale ganz oder theilweise durch eine horizontale Beplattung abgeschlossen. Einen vollständigen Abschluss würde ein eisernes Deck bilden, während die Oberdeckstringerplatte nur als ein theilweiser zu betrachten ist. Das zu den letztgenannten beiden Constructionstheilen verwendete Material ist in der vortheilhaftesten Weise zur Erzielung einer grösseren Längsschiffsfestigkeit verwerthet, weil es in der möglichst grössten Entfernung von der neutralen Achse vertheilt ist. Es erhellt hieraus also, dass die Oberdeck-Stringerplatte für die Längsschiffsfestigkeit von grosser Bedeutung ist.

Wenn man die Geschichte des Eisenschiffbaues verfolgt, so vermag man auch deutlich ein allmähliches Wachsen der Dimensionen der Oberdeckstringerplatten zu beobachten. Obgleich dieselben gegenwärtig bedeutend stärker hergestellt werden, als in früheren Jahren, so ist doch sicher, dass dieselben zur Erzielung einer zweckmässigen Materialvertheilung noch immer viel zu schwach sind. So lange die neutrale Achse des Hauptspantes nicht ungefähr in halber Höhe zwischen Schiffsboden und Oberdeck liegt, so lange kann die Materialvertheilung in einem Schiffe nicht als sachgemäss bezeichnet werden. In Wirklichkeit liegt aber die neutrale Achse fast aller Schiffe, auch der von den renommirtesten Etablissements hergestellten, wesentlich unterhalb der halben Schiffstiefe, und es ist unbegreiflich, dass bei dem heutigen Stande der Wissenschaft noch derartige fehlerhafte Constructionen ausgeführt werden.

Der Oberdeckstringerplatte fällt auch noch theilweise die Aufgabe zu, dem Schiffe den nöthigen Widerstand gegen ein Verwinden der Längsachse (Torsion) zu geben. — Durchschneidet ein Schiff bei bewegter See die Wellenzüge in schräger Richtung, so sind immer bedeutende Kräfte vorhanden, welche die Torsionsfestigkeit in Anspruch nehmen. Vermöge der eigenthümlich gekrümmten Form der Schiffsoberfläche ist diese sehr ungeeignet, die bei einem solchen Verwinden auftretenden Spannungen aufnehmen zu können, indem Ausbeulungen und Verflachungen der gewölbten Schiffstheile eintreten, wodurch wieder Verkürzungen und Verlängerungen in den Schiffswandungen möglich werden, welche beispielsweise bei einem parallel-epipedisch geformten Schiffskörper nicht denkbar wären. Es stelle die ausgezogene Linie in Fig. 5 auf Tafel IX die Deckslinie eines Schiffes dar, welches im ruhigen Wasser schwimmend und also ohne Einwirkung verwindender Kräfte gedacht wird. Würde nun in Folge irgend eines Umstandes eine im Sinne einer rechtsgängigen Schraube gerichtete Verwindung eintreten, so wird — vorausgesetzt, dass der Kiel in seiner ursprünglichen Lage verharrt — das Oberdeck eine Gestalt annehmen, wie durch die punktirte Linie angedeutet ist. Es äussert sich das in der Weise, dass die Steuerbordseite gegenüber der Backbordseite nach vorn geschoben wird. Die Decksbalken werden also nicht mehr rechtwinkelig zur Mittellinie des Decks liegen. Es werden sich also hiernach die Stellen *c* und *d* der Deckscurve verflachen, während sich letztere bei *a* und *b* ausbuchten muss. Nur durch Anbringung einer starken Stringerplatte, oder besser noch eines eisernen Decks, wird man einer derartigen Formänderung vorzubeugen und mithin einem Verwinden des Schiffes entgegen zu treten im Stande sein. Bei fehlender eiserner Decksbeplattung sucht man die hier geschilderte Verschiebung in der Deckslinie gewöhnlich durch diagonal über die Decksbalken gelegte Bänder, auf welche wir später noch ausführlicher zurückkommen werden, zu verhindern.

Aus Obigem dürfte klar hervorgehen, dass die Stringerplatte gerade an den Schiffsenden, woselbst die Deckscurve die stärkste Krümmung hat, bei einer Verwindung des Schiffes am meisten in Anspruch genommen wird und dass demzufolge die übliche Verminderung in den Querschnittsdimensionen der Stringerplatte gegen die Schiffsenden zu nicht gerechtfertigt ist.

In Schiffen, deren Verhältniss der Länge zur Tiefe ein gewisses Maass überschreitet, ist es gebräuchlich, die Stringerplatte der oberen Decks mitschiffs entsprechend zu verbreitern, während man an den

Enden gewöhnlich die ursprünglichen Dimensionen beibehält. Diese Methode muss nach dem Vorausgesagten als incorrect bezeichnet, und eine Verbreiterung der Stringerplatte auch an den Schiffsenden als nothwendig erachtet werden.

Wird das Schiff auf „Durchsacken“ in Anspruch genommen, so erfährt die Oberdeckstringerplatte, welche dabei besonders in Frage kommt, eine Beanspruchung auf Druck. Da man im Allgemeinen die Stringerplatten zwischen den einzelnen Decksbalken, also auf Entfernungen von 1 bis 1,3 m, nicht zu versteifen pflegt, so ist es erklärlich, dass dieselben an diesen Stellen leicht zur Ausbeulung geneigt sind. Man wird daher sehr häufig die Oberdeckstringerplatten an ihren inneren Kanten zwischen den Decksbalken nach unten zu ausgebogen finden, so dass bisweilen zwischen Stringer- und Decksplanken ein Abstand von 5—10 mm und unter Umständen mehr, vorhanden ist. Die Stringerplatte kann in solchem Falle nicht viel zur Versteifung des Schiffes beitragen und es werden die an der Oberkante des Schiffes eintretenden Spannungen vom Scheergange und den benachbarten Aussenhautplatten allein aufgenommen werden müssen. Man kann diesem Uebelstande dadurch in etwas vorbeugen, indem man die Decksplanken zwischen den Balken mit der Stringerplatte verschraubt. Die hierdurch geschaffene Versteifung ist indess nur von untergeordnetem Werthe, und man sollte — namentlich in grossen Schiffen — das Ausbeulen der Stringerplatte dadurch zu vermeiden suchen, dass man an ihrer inneren Kante zwischen den Decksbalken kurze Stücke Winkeleisen anbringt. Eine derartige Versteifung der Stringerplatte ist jedoch nur in ganz seltenen Fällen zur Anwendung gelangt, obgleich jeder erfahrene Schiffbauer die Zweckmässigkeit dieser Methode rückhaltslos anerkennen wird. — Unter allen Umständen ist es sehr wichtig, dass die Stringerplatten vor ihrer Anbringung vollkommen gerade gerichtet werden.

Das hier über die Oberdeckstringerplatte Gesagte gilt im Allgemeinen auch für die Stringerplatten aller unteren Decks, nur tritt die Bedeutung der letzteren für die Längsschiffsfestigkeit in dem Maasse mehr in den Hintergrund, als ihre Entfernung von der neutralen Achse des Hauptspantes eine geringere wird. Bei grösseren Schiffen ist die Stringerplatte des zweiten Decks von oben immer noch für die Längsschiffsfestigkeit von Wichtigkeit, und es ist deshalb dringend erforderlich, dieselbe zwischen den Spanten noch durch kurze Stücke Winkeleisen mit der Aussenhaut zu verbinden. Wenn dies nicht

geschieht und die Stringerplatte also nur durch das durchlaufende Stringerwinkeleisen an den Gegenspannen befestigt ist, so ist die hierdurch hergestellte Verbindung mit der Aussenhaut keine starre, und die bei einer Beanspruchung des Schiffes in der Längsachse auftretenden Spannungen in der Aussenhautbeplattung vermögen sich auf die Stringerplatte nicht in der Weise zu übertragen, dass dieselbe in Mitleidenschaft gezogen wird. Aber auch zur Erzielung einer grösseren Widerstandsfähigkeit gegen einen von aussen auf die Schiffswand wirkenden horizontalen Druck ist es von Wichtigkeit, die Stringerplatten der unteren Decks durch kurze Stücke Winkeleisen mit der Aussenhaut zu verbinden, da hierdurch ein Theil der Aussenbeplattung mit der Stringerplatte zusammen zu einem Träger vereinigt wird, welcher die Form eines liegenden T hat. Ohne diese Verbindung muss natürlich die Stringerplatte allein alle seitlichen Pressungen aufnehmen.

Die Stringerplatten des bei grossen Schiffen vorhandenen dritten bezw. vierten Decks (von oben gerechnet) liegen in der Regel ganz in der Nähe der neutralen Achse des Hauptspantes und können folglich zur Längsschiffsfestigkeit wenig oder gar nichts beitragen. Ihnen fällt hauptsächlich nur die Aufgabe zu, einen auf die Schiffseite einwirkenden örtlichen, horizontalen Druck auf eine grössere Länge zu vertheilen. Dasselbe gilt von den Stringerplatten, welche auf den Enden der Raumbalken entlang laufen.

Die Raum- und Kimmstringer, sowie die Kimm- und Seiten-Kielschweine haben im Allgemeinen auch den Zweck, lokale Beanspruchungen der Aussenhaut aufzunehmen, sie können aber gleichfalls zur Längsschiffsfestigkeit beitragen helfen, wenn diese Bautheile durch eingeschobene Platten innig mit der Aussenhaut verbunden sind. Ist dies, wie bei den meisten kleinen Fahrzeugen, nicht der Fall, so können sich die bei der Beanspruchung des Schiffes auf Biegung in der Längsachse in der Aussenhaut auftretenden Zug- und Druckspannungen durch die mangelhafte Vermittelung der Spant- und Gegenspannwinkel nicht auf die in Rede stehenden Längsverbindungen übertragen und eine Steigerung der Längsschiffsfestigkeit ist also ausgeschlossen oder doch nur in sehr geringem Maasse vorhanden.

Wenn daher manche Classifications-Institute, anscheinend um die Längsschiffsfestigkeit zu erhöhen, mit zunehmender Grösse und steigendem Verhältniss von der Länge zur Tiefe des Schiffes eine Verstärkung der Kimm-Kielschweine und Kimmstringer vorschreiben, ohne

dass diese Theile mit der Aussenhaut durch eingeschobene Platten innig verbunden sind, so muss dies als nutzlos und unzweckmässig bezeichnet werden.

Bei zunehmender Grösse und Steigerung des Verhältnisses von Länge zur Tiefe müsste zunächst die Verbindung der Kimm-Kielschweine und Kimmstringer mit der Aussenhaut durch eingeschobene Platten vorgeschrieben werden und erst bei einer weiteren Zunahme in den Dimensionen und dem Längenverhältniss des Schiffes würde eine Verstärkung der in Rede stehenden Längsverbände durch Wulsteisen oder Platten mit Winkeleisen zweckmässig sein.

Aber selbst dann, wenn nur, wie bei den Raumstringern, die bessere Aufnahme örtlicher Belastungen bezweckt wird, ist es — aus denselben Gründen, die wir bei den Stringerplatten anführten — wünschenswerth, diese Constructionstheile mit der Aussenhaut in Verbindung zu bringen. Ohne eine solche bilden die betreffenden Stringer oder Kielschweine nur einen Träger für sich, während dieselben, im Falle sie durch eingeschobene Platten nebst zugehörigen Winkeleisen mit der Aussenhaut verbunden sind, als oberer Gurt eines hohen Trägers wirken, von welchem die Aussenbeplattung selbst den unteren Gurt bildet. Allerdings verursacht diese Verbindung einen nicht unbedeutenden Mehraufwand von Material und Arbeit.

Im Allgemeinen muss die Methode, das Widerstandsmoment des Hauptspantes durch besondere Verstärkungen der Seiten- und Kimm-Kielschweine, sowie der Kimm- und Raumstringer zu vergrössern, als wenig zweckmässig bezeichnet werden, da sich diese Theile wegen der tiefen Lage der neutralen Achse des Hauptspantes nur in geringer Entfernung unter derselben befinden. Es würde also im Interesse einer erhöhten Längsschiffsfestigkeit richtiger sein, wenn das zur Verstärkung bestimmte Material — anstatt den unteren Längsverbänden — dem Oberdeckstringer zu gute käme. Hierbei ist noch zu berücksichtigen, dass es selbst bei Anwendung von eingeschobenen Platten noch immer zweifelhaft ist, ob die Kielschweine und Kimmstringer in einem ihrem Querschnitte entsprechenden Maasse zur Längsschiffsfestigkeit beizutragen im Stande sind, da die Verbindung derselben mit der Aussenhaut doch keine so innige ist, um die in der letzteren eintretenden Spannungen unter allen Umständen in gleichmässiger und wirksamer Weise auf die Kielschweine zu übertragen.

Die Verstärkung der Seiten- und Kimm-Kielschweine ist überall da sehr zweckmässig, wo es sich um bedeutende örtliche Beanspruchungen im Schiffsboden handelt, also in Schiffen mit sehr schweren Maschinen, bei solchen, welche zum Transport einzelner sehr schwerer Gegenstände bestimmt sind, sowie endlich bei solchen, welche einem häufigen Aufgrundkommen ausgesetzt sind oder vielleicht gar trockenliegend ihre Ladung einnehmen oder löschen müssen.

Sechstes Kapitel.

Lukenstringer, Diagonalbänder und Lukenstütze.

A. Lukenstringer.

Die Decksbalken zeigen, so lange sie nicht mit einer Beplankung oder Beplattung versehen sind, immer die Tendenz, sich seitlich auszubiegen, sobald dieselben durch einen äusseren Druck auf die Schiffseiten auf Zusammenstauchen in Anspruch genommen werden. Durch das Auflegen der Decksplanken wird allerdings dieser Uebelstand beseitigt; trotzdem erachtet man es aber allgemein für geboten, auf jeder Balkenlage, die nicht mit einer eisernen Beplattung versehen ist, zu beiden Seiten längs der Lukenöffnungen und parallel zur Mittellinie des Schiffes, zwei Plattenstreifen auf die Balken zu nieten, die über die ganze Länge des Decks laufen und sowohl mit den Balken, als auch hinten und vorn mit der Stringerplatte gut verbunden sind. Durch diese Längsbänder, welche man mit dem Ausdrucke Lukenstringer bezeichnet, wird ein seitliches Ausbiegen der Balken verhindert. Die Querschnittsdimensionen der Lukenstringer schwanken, je nach der Grösse des Schiffes, ungefähr zwischen 150×8 bis 500×18 mm. In den auf den verschiedenen Tafeln gegebenen Hauptspantzeichnungen sind die Lukenstringer bei den nur mit einem hölzernen Deck versehenen Balkenlagen deutlich ersichtlich.

Da die Luken eines Decks nicht immer genau dieselbe Breite haben können, so laufen die Lukenstringer bisweilen nur über den mittleren Theil des Schiffes in gleichem Abstand von der Mitte fort und rücken dann gegen die Schiffsenden zu etwas näher aneinander. Es hängt dies jedoch ganz von der Anordnung und Breite der Luken ab.

Viele Baumeister sind der Ansicht, dass die Lukenstringer der Oberdecks nicht unerheblich zur Erhöhung des Widerstandsmomentes

des Hauptspantes, also mit anderen Worten zur Längsschiffsfestigkeit beitragen. Man sollte jedoch in dieser Beziehung nicht zu viel Werth auf diesen Bautheil legen. Denkt man sich jeden Balken durch eine unterhalb des Lukenstringers angebrachte Stütze in einer unveränderlichen Entfernung von dem Schiffsboden festgehalten, so würde bei einer Beanspruchung des Schiffskörpers auf Durchbiegung in der Längsachse auch der Lukenstringer auf Zug, bzw. auf Zusammenstauchen in Anspruch genommen. Er würde demnach auch, wenigstens soweit ein „Aufbuchten“, (Durchbiegen des Schiffes in einer nach oben convexen Curve) in Betracht kommt, zur Längsschiffsfestigkeit etwas beitragen; gegen „Durchsacken“ (Durchbiegen des Schiffes in einer nach unten convexen Curve) muss er jedoch ganz wirkungslos sein da er nicht geeignet ist, einer Beanspruchung auf Druck widerstehen zu können. Berücksichtigt man jedoch, dass die Entfernung der Decksbalken vom Schiffsboden in Folge der Elasticität derselben nicht genau dieselbe bleibt, so muss man die Ueberzeugung gewinnen, dass die Bedeutung der Lukenstringer auch für die Festigkeit gegen Aufbuchten eine sehr geringe ist.

Sind im Schiffsraume in geringen Abständen angeordnete Balken vorhanden, die nicht mit einem Deck belegt sind, so sind gleichfalls Lukenstringer erforderlich, um ein seitliches Ausbiegen der Balken zu vermeiden. Die Verwendung von Plattenstreifen würde hier jedoch nicht recht zweckmässig sein, da sich dieselben durch das Aufwerfen der Kolli beim Laden und Löschen leicht durchbiegen würden. Man wendet daher in diesen Fällen an Stelle der Plattenstreifen Winkel-eisen an, welche mit der Oberkante der Raumbalken vernietet sind und an jeder Seite der Mittellinie des Schiffes über die ganze Länge der Raumbalkenlage entlang laufen, bis sie an den Enden mit der betreffenden Stringerplatte verbunden werden. Der Querschnitt derartig hergestellter Längsbänder besteht entweder aus einem einfachen Winkel oder zwei zu einem T-förmigen Querschnitte vereinigten Winkeleisen.

B. Die Diagonalbänder.

Wir hatten schon bei den Betrachtungen über die Oberdeckstringer die Beobachtung gemacht, dass bei eintretender Torsion der Längsachse eines Schiffes Kräfte auftreten, welche bestrebt sind, die Form des Oberdecks zu verändern, bzw. die Decksbalken in einen schiefen Winkel zur Mittellinie zu bringen. Die Stringerplatte allein

ist nicht im Stande, diesen Kräften genügend Widerstand zu leisten. Um deshalb einer Deformation des Oberdecks wirksam entgegenzutreten, bringt man auf den Balken des Oberdecks, welche nicht mit einer eisernen Beplattung versehen sind, in diagonaler Richtung angeordnete Plattenstreifen von ähnlichen Querschnittsdimensionen wie die der Lukenstringer an. Es kommt hierbei hauptsächlich darauf an, dass diese Diagonalbänder immer möglichst ununterbrochen von der einen Seite nach der anderen laufen. Bei Dampfern ist diese Bedingung allerdings nur selten zu erfüllen, da hier fast der ganze mittlere Theil der Decksfläche durch die Lade- und Maschinenluken unterbrochen ist.

Die Anordnung der Diagonalbänder eines grösseren Dampfers ist in Fig. 1 auf Taf. X dargestellt. Wie aus der Figur hervorgeht, muss man sich hier aus den soeben erwähnten Gründen darauf beschränken, mittschiffs die Diagonalen zwischen dem Lukenstringer und der Stringerplatte anzuordnen. — Fig. 2 auf Taf. X zeigt die Diagonalbänder und Lukenstringer eines Segelschiffes. Da das Deck hier nicht so viele und grosse Oeffnungen hat, so können die Diagonalbänder alle von einer Schiffsseite nach der anderen durchlaufen.

Wie aus den Zeichnungen ersichtlich ist, wird an der Stelle, wo die Masten das Deck durchdringen, eine mit einer entsprechenden Oeffnung versehene Platte über mehrere benachbarte Balken gelegt. Dieselbe wird durch vier Diagonalbänder, welche möglichst in einem Winkel von 45 Grad zur Schiffsachse angeordnet sind, mit der Stringerplatte verbunden. Der Zweck dieser Anordnung besteht darin, den von den Masten ausgeübten seitlichen Druck auf eine grössere Länge der Stringerplatte zu vertheilen und zu verhindern, dass derselbe ausschliesslich durch Vermittelung der Decksbalken nur auf den Theil des Oberdecksstringers übertragen wird, welcher unmittelbar neben dem Maste liegt. Bei Segelschiffen, wo dieser Druck der Masten sehr beträchtlich werden kann, sind daher die Diagonalbänder nicht zu entbehrende Constructionstheile, während sie bei Dampfern bisweilen weggelassen werden. Im letzteren Falle schreiben jedoch die Classifications-Institute meistens eine Verbreiterung der Oberdecksstringerplatte vor. Der Schiffsbauer zieht es dann gewöhnlich vor, die Stringerplatte etwas breiter zu wählen, anstatt Diagonalbänder anzubringen, einestheils, weil die erstere Methode an sich schon weniger Arbeit verursacht, und andernteils, weil das Aufpassen der Decksplanken bei Anwendung von Diagonalbändern sehr erschwert wird.

Die Mastplatten werden am besten so breit gemacht, dass sie

den Raum zwischen den Lukenstringern ganz ausfüllen. Der Rand der kreisrunden Oeffnung für den Mast wird sowohl oben wie unten mit einem starken Winkeleisenringe versehen, damit der Mast in der Oeffnung mit hölzernen Keilen befestigt werden kann. Bisweilen begnügt man sich jedoch nicht mit dem Winkeleisenringe allein, sondern versieht denselben noch mit einem 30—50 cm hohen Rohre aus starkem Blech, welches wenigstens 20 cm über das Deck hervorragt und in welchem dann der Mast verkeilt wird. Diese Construction hat den Vortheil, dass bei einem Undichtwerden der Verkeilung das über das Deck wegsplüende Wasser nicht so leicht einen Weg in das Innere des Schiffes finden kann. Diese beiden Arten der Mastverkeilung sind in den Fig. 31 und 32 auf Taf. VIII dargestellt, und es ist aus denselben zu ersehen, wie man die Schenkel der Winkeleisenringe, der Neigung des Mastes entsprechend, in einen schiefen Winkel zum Deck bringen muss.

Bei der Construction in Fig. 31 muss die Breite des verticalen Schenkels des Winkeleisenringes circa 2—3 cm grösser sein, als die Dicke des Holzdecks beträgt, damit die Oberkante des Winkeleisen-schenkels mit dem um die Mastöffnung angebrachten Holzrahmen, der um einen gleichen Betrag dicker als das Deck ist, in derselben Höhe liegt. Es ist dies deshalb erforderlich, um ein gutes Kalfatern zwischen dem Holzrahmen und Winkeleisen möglich zu machen.

Bei der in Fig. 32 dargestellten Ausführung hat man namentlich darauf zu achten, dass die hölzernen Keile möglichst in der Höhe der Mastplatte ihren Druck ausüben und nicht etwa nur an dem oberen Rande des Rohres festsitzen.

Um das Eindringen von Wasser durch die Verkeilung zu verhindern, wird um den Mast ein trichterförmig gestaltetes Stück Segeltuch (der sogenannte Mastkragen) durch Umwinden einer Schnur befestigt und an seiner Peripherie auf dem Holzrahmen mit Stiften angeheftet.

Der Mastkragen hat ausserdem noch den Zweck, die Verkeilung vor dem Einflusse der Witterung zu schützen.

C. Lukensäule.

Alle im Oberdeck vorhandenen Oeffnungen, als Lade-, Kohlen-, Kessel- und Maschinenluken, sowie Niedergangsöffnungen werden mit einer Einfassung aus starken Platten versehen, welche ungefähr 30 bis

80 cm über das Deck hervorragt und gewöhnlich mit dem Namen Süll, Scheerstock oder Lukenkarbe belegt wird. Der Zweck des Sülls besteht darin, die das Deck überfluthende See vom Eindringen in das Innere des Schiffes abzuhalten. Es ist deshalb wichtig, diese Einfassung so hoch als möglich zu machen, und die Classifications-Institute schreiben gewöhnlich eine Höhe von wenigstens 75 cm vor. — Die Säule der unteren Decks erhalten meistens eine Höhe von nur 30 cm oder noch weniger.

Wenn die Länge der Luke grösser ist, als die Entfernung zweier Decksbalken, so wird es nothwendig, zwischen den vordersten und hintersten die Lukenöffnung begrenzenden Balken sogenannte Halb- oder Bastardbalken anzubringen, d. h. kurze Balkenstücke, die von der Schiffsseite bis an die Lukenöffnung reichen, wie das auch aus den Figuren 1 und 2 auf Taf. X ersichtlich ist. Um das der Lukenöffnung zugekehrte Ende dieser Halbbalken zu stützen, wird parallel zur Schiffsachse ein längsschiff laufender Träger von demselben Profil wie das der Decksbalken selbst, eine sogenannte Schlinge, angebracht, der mit seinen Enden an dem hinteren und vorderen Lukenbalken befestigt ist. Auf dieser Schlinge entlang läuft, wenn kein eisernes Deck vorhanden ist, der Lukenstringer, an welchem wieder durch ein Winkeleisen die aufrechtstehende, das Süll bildende Platte befestigt ist. In ganz ähnlicher Weise ist die Süllplatte an dem hinteren und vorderen Lukenbalken angeordnet, wie das aus Fig. 6 auf Taf. IX hervorgeht.

Auf diesem Balken ist hier, in ganz ähnlicher Weise wie der Lukenstringer auf der Längsschlinge, ein Plattenstreifen angebracht, dessen Länge der Breite der Luke entspricht und der den ausschliesslichen Zweck hat, als Auflage für die Enden der Decksplanken zu dienen.

Bei der in Fig. 7 auf Taf. IX dargestellten Construction sind die Decksbalken aus Wulst-I-Eisen hergestellt. In diesem Falle müssen die Enden der Längsschlinge sowohl, als auch die Enden der Halbbalken so bearbeitet werden, dass sie sich genau an das Profil der betreffenden Decksbalken, bezw. der Schlinge anschliessen, wie das in Fig. 9 auf Taf. IX gezeigt ist.

Die Befestigung der Schlinge an den Lukenbalken und der Halbbalken an der Schlinge geschieht gewöhnlich durch zwei aus Blechstreifen gebogene Winkel, die je nach der Grösse des verwendeten Balkenprofils durch fünf oder mehr Nieten befestigt werden. (Siehe Fig. 7 auf Taf. IX.)

Wie schon früher bei Besprechung der Decksbalken erwähnt, werden die Lukenbalken gewöhnlich stärker als die übrigen Balken gemacht, da dieselben besonders stark beansprucht werden.

In manchen Fällen wird die verticale eiserne Süllplatte durch eine starke hölzerne Schwelle ersetzt, die mittels starker Bolzen auf der Längsschlinge, bezw. dem Lukenbalken befestigt ist, wie in Fig. 10 auf Taf. IX dargestellt. Diese Construction wird namentlich bei Kriegsschiffen und bei Yachten angewendet, obgleich dieselbe gegenüber einem eisernen Süll keinen greifbaren Vortheil bietet, sondern nur ein etwas gefälligeres Aussehen besitzt. Das zu einem solchen Süll verwendete Material ist Eichenholz, Teak oder Mahagoni. Letzteres wird dem Teak meistens vorgezogen, weil es etwas härter ist und daher nicht so leicht durch das unvermeidliche Anschlagen schwerer Gegenstände beschädigt wird.

Das Charakteristische der beschriebenen Constructionen besteht darin, dass eine dem Balkenprofile entsprechende Längsschlinge zur Anwendung kommt. In neuerer Zeit wird diese Anordnung jedoch seltener angewendet und die in Fig. 3 und 4 auf Taf. X dargestellte bevorzugt. Wie aus der Zeichnung ersichtlich, ist hier eine Längsschlinge gar nicht vorhanden, sondern die verticale Süllplatte reicht so weit unter das Deck herunter, dass die Halbbalken mit derselben vernietet werden können. Bei Verwendung von Wulsteisenbalken mit an der Oberkante angenieteten Winkeleisen werden letztere gewöhnlich an ihren der Luke zugekehrten Enden im rechten Winkel nach unten umgebogen und mit dem Süll vernietet, wie das auch in Fig. 3 auf Taf. X dargestellt ist. Werden Balken aus Wulst-T-Eisen angewendet, so bedient man sich zur Befestigung der Balkenenden kurzer, aus Blech hergestellter Winkel.

Da bei diesen Constructionen die Süllplatte auch an der hinteren und vorderen Seite der Luke weiter nach unten reichen muss, so können die Lukenbalken an ihrer Oberkante nur an einer Seite ein Winkeleisen erhalten. Letzteres wird daher besonders stark gewählt, so dass der Balken die gleiche Festigkeit erhält, wie in dem Falle, wenn er mit zwei Winkeleisen von gewöhnlicher Stärke versehen wäre.

Die Süllplatten der Ladeluken werden in der Ecke durch ein Winkeleisen miteinander verbunden. Diese Methode ist zwar sehr bequem, sie hat jedoch den Nachtheil, dass der Süllrahmen eine scharfe Kante erhält, an welcher sich das auf Deck befindliche Tauwerk und andere Gegenstände, sowie namentlich das überzulegende

Persenning leicht schamfielen. Um dem zu begegnen, werden vielfach die Süllplatten an den Ecken in einer kurzen Krümmung rechtwinkelig umgebogen und zwar geschieht das gewöhnlich mit den beiden Enden der vorderen und der hinteren querschiffs liegenden Süllplatte. Diese Ausführung ist in Fig. 12 auf Taf. IX dargestellt. Zu berücksichtigen ist hierbei noch, dass der Krümmungsradius für die Abrundung der Ecken nicht zu gross sein darf. Derselbe sollte keinesfalls 7—10 cm überschreiten, da eine zu grosse Abrundung das Ueberlegen der Persenninge über die Luken insofern erschwert, als sich dieselben dann nicht so leicht in die an den Ecken erforderlichen Falten legen lassen.

Die Süllplatten derjenigen Luken, welche für gewöhnlich nicht mit einem Persenning geschlossen werden, also der Maschinenskylights und der Niedergänge u. s. w., werden wegen der bequemerer Ausführung in der Ecke durch Winkeleisen verbunden und erhalten also eine scharfe Kante.

Die Unterkante der Süllplatten wird an der inneren Seite mit einem Halbrundeisen versehen, damit die Ketten, an welchen die zu löschenden Kolli aufgewunden werden, leichter über diese Kante schleifen können.

Zum gleichen Zwecke werden die Lukensäule in neuerer Zeit auch in einer Form ausgeführt, wie in den durch Fig. 2 auf Taf. IX dargestellten Hauptspant veranschaulicht ist. Die längsschiffs liegenden Süllplatten ersetzen auch hier die Längsschlingen. Sie sind an ihrer unteren Längskante in einer verhältnissmässig grossen Kurve rechtwinkelig so umgebogen, dass der wagrechte Flansch unter die Halbbalken fasst. Letztere sind nur an ihrer Unterkante durch kurze Stücke Winkeleisen mit dem erwähnten Flansch vernietet. Die untere Seite des Lukensäulls zeigt, wie aus der Figur ersichtlich, eine Abrundung von verhältnissmässig grossem Radius, über die die Ladketten ohne bemerkenswerthen Widerstand hinweggleiten können.

An der Oberkante der Süllplatten der Ladeluken muss in irgend einer geeigneten Weise ein Falz zur Auflagerung der Lukendeckel geschaffen werden. Die älteste hierfür übliche Construction, die jedoch noch vielfach angewendet wird, besteht darin, dass man ungefähr 5 cm unterhalb der oberen Kante im Innern der Luke ein starkes Flach-eisen oder eine Schiene annietet, welches im Profile einem unverhältnissmässig dicken Winkeleisen ähnelt, wie das in Fig. 7 auf Taf. IX dargestellt

ist. Die äussere Seite der Süllplatte ist ausserdem mit einem Halbrundeisen versehen.

In neuerer Zeit walzt man zur Einfassung der Oberkante der Süllplatten besondere Profile, und zwar in zwei verschiedenen Formen, die in Fig. 6 auf Taf. IX, sowie in Fig. 15 auf Taf. X dargestellt sind.

Der Verschluss der Ladeluken erfolgt durch hölzerne Deckel, die querschiffs in zwei Theile zerlegt sind und deren Dicke, je nach der Grösse der Luke, zwischen 5 und 7 cm schwankt. Bleibt die Breite der Luke unter 2,6 m, so genügt es meistens, wenn in der Mitte ein hölzerner, längsschiffs liegender Träger angebracht wird, der an seiner Oberkante an jeder Seite einen Falz zur Aufnahme der Lukendeckel erhält, wie das in Fig. 3 auf Taf. X dargestellt ist. Der Längsträger ruht mit seinen beiden Enden in zwei U-förmig gebogenen Winkeleisen, die an die Süllplatten genietet sind. Es ist nothwendig, die Dicke dieser Winkeleisen ziemlich beträchtlich zu wählen, damit diese in das Innere der Luke vorspringenden Theile beim Löschen und Laden nicht durch das Anschlagen der Kolli verbogen werden. Bisweilen werden diese Lager für die Längsträger auch aus Gusseisen oder aus Stahlguss hergestellt.

Ist die Breite der Luken eine grössere, als oben angegeben, so werden gewöhnlich, um die Lukendeckel besser zu unterstützen und um ein Durchschlagen derselben durch Sturzseen zu verhindern, drei Längsträger angeordnet, wie in Fig. 7 auf Taf. IX und Fig. 4 auf Taf. X veranschaulicht.

Da mit der zunehmenden Länge der Luken die Längsträger sehr grosse Querschnittsdimensionen erhalten müssten, um die erforderliche Festigkeit zu gewähren, und da dieselben auch wegen ihrer grossen Länge sehr unbequem zu handhaben sein würden, so ordnet man bei Luken, deren Länge 3,5 m überschreitet, einen oder mehrere lose Querträger, sogenannte Schiebbalken, an, wodurch es ermöglicht wird, die Längsträger in entsprechend kürzeren Stücken, von geringem Querschnitte herzustellen. Diese Schiebbalken bestehen aus einer Platte von ungefähr 10 mm Dicke, welche aufrecht stehend, in der Querschiffsrichtung, von einer Süllplatte zur andern reicht und an letzterer durch eine leicht lösbare Verbindung befestigt ist. Ein solcher Schiebbalken ist in Fig. 4 auf Taf. X dargestellt. Wie aus der Zeichnung ersichtlich, ist die Platte mit zwei grossen ovalen Löchern versehen, um das Gewicht derselben thunlichst zu vermindern.

An der Oberkante der Platte sind zu jeder Seite derselben die erforderlichen Lager für die Längsträger angenietet, während die Unterkante an beiden Seiten mit einem Winkeleisen versehen ist, so dass eine seitliche Ausbiegung der Platte möglichst verhindert wird. Die gewöhnliche Art der Befestigung dieser Schiebbalken besteht darin, dass man an zwei einander genau gegenüber liegenden Stellen der Süllplatten und möglichst in einer Flucht mit einem Halbbalken, dicht nebeneinander zwei Winkeleisen oder zwei Flacheisenschienen annietet, so dass ein verticaler Falz entsteht, in welchem die Platte von oben hineingeschoben werden kann. Ein so construirter Schiebbalken unterstützt nicht allein die Längsträger der Luken, sondern dient auch noch dazu, die beiden Schiffsseiten gegeneinander abzusteißen und ist also wirklich geeignet, in dieser Beziehung einen Ersatz für die fehlenden Decksbalken zu bieten, was bei einer sehr langen Luke von Wichtigkeit ist. — Bisweilen wendet man zur Befestigung der Schiebbalken auch die in Fig. 5 auf Taf. X dargestellte Construction an. Dieselbe besitzt die Eigenthümlichkeit, dass sie die beiden Schiffsseiten nicht bloss gegen ein Zusammendrücken abstützt, sondern dass sie auch bis zu einem gewissen Grade gegen ein Auseinandergeben wirksam ist. Wir möchten jedoch auf letzteren Punkt nicht zu viel Gewicht legen. Uebrigens sind die den Falz bildenden Blechstreifen beim Löschen und Laden sehr leicht der Beschädigung und dem Verbiegen ausgesetzt. — Um das Ausheben und Wiedereinsetzen des Schiebbalkens zu erleichtern, werden seine beiden verticalen, gegen die Süllplatten anstossenden Kanten nicht genau parallel gemacht, sondern etwas nach unten abgeschrägt, so dass also die Unterkante der Platte etwas kürzer als die Oberkante ist. Da jedoch die Enden des Schiebbalkens in ihrer ganzen Höhe gegen die Süllplatten anstossen müssen, so werden an letztere verticale Keilstücke angenietet, wie das aus Fig. 4 auf Taf. X ersichtlich.

Die Anordnung der Längsträger und Schiebbalken einer Luke ist in Fig. 12 auf Taf. IX im Grundriss dargestellt.

Das Aus- und Einheben der Schiebbalken wird am besten mittels des Ladegeschirres bewerkstelligt und deshalb bringt man gewöhnlich an der Oberkante des Schiebbalkens (Fig. 4, Taf. X) eine oder zwei Oeffnungen an, um die Ladekette einhaken zu können.

Zum Abdichten der Luke bedeckt man sie mit einem Persenning, welches eine solche Grösse hat, dass es an den Seiten ziemlich bis auf das Deck herunterreicht. Die Befestigung dieses Persennings

geschieht in der Weise, dass man mit Hilfe von besonders zu diesem Zwecke an der äusseren Seite der Süllplatten angebrachten hakenförmigen Klampen horizontale hölzerne oder eiserne Leisten, sogenannte Schalkleisten, festkeilt oder schraubt, welche den Rand des Persennings gegen das Süll anpressen. Diese in einer Entfernung von etwa 70 cm voneinander angeordneten Klampen besitzen, wenn das Anpressen der Schalkleisten durch hölzerne Keile erfolgen soll, eine Form, wie aus Fig. 3 und 4 auf Taf. X ersichtlich. Soll das Anpressen jedoch mittels Schrauben erfolgen, so nehmen die Klampen eine Gestalt an, wie sie in Fig. 7 und 8 auf Taf. IX dargestellt ist.

Die Ansichten über die Zweckmässigkeit dieser beiden Einrichtungen sind sehr getheilt. Viele Kapitäne sind für die Befestigung der Schalkleisten durch Holzkeile; andere hingegen bevorzugen die Befestigung durch Schrauben.

Wenn die Lukensäule mit abgerundeten Ecken hergestellt sind, was meistens der Fall ist, so bedient man sich häufig eiserner Schalkleisten, die aus Flacheisen von etwa 70 mm Breite und 15 mm Dicke hergestellt sind. An jedem Ende wird diese Schiene in einer Länge von 10 bis 15 cm nach der Form der Abrundung des Lukensäulls umgebogen, so dass das Persenning auch an der Ecke der Luke gut anliegt. Weniger üblich ist es, die Schalkleisten zweier aneinander liegenden Lukenseiten durch ein Scharnier miteinander zu verbinden, wie das in Fig. 17 auf Taf. X veranschaulicht ist. Dieses Scharnier *a* muss in der Weise hergestellt sein, dass es keine nach innen vorspringenden Theile besitzt, die etwa das Persenning beschädigen könnten. An den beiden anderen Ecken der Luke sind die Schalkleisten in einem stumpfen Winkel nach aussen gebogen und durch eine Schraube *b* miteinander verbunden. Vermöge dieser Anordnung werden durch das Anziehen der beiden diagonal gegenüberliegenden Schrauben die Schalkleisten an allen vier Seiten der Luke fest gegen die Süllplatte gepresst.

Bei Dampfern, die ausschliesslich zum Kohlentransporte bestimmt sind, wird häufig eine etwas abweichende Lukenconstruction angewendet. Es kommt nämlich hierbei besonders darauf an, die Kohlen, welche man direct von den Waggons ins Schiff stürzt, ohne grosse Mühe so zu vertheilen, dass der ganze Laderaum möglichst gleichmässig ausgefüllt ist. Es ist dies natürlich nur möglich, wenn die Luke im Verhältniss zum Laderaume sehr gross ist. Um nun aber die Oeffnung, welche durch die Lukendeckel zu verschliessen ist,

nicht von zu grossen Dimensionen zu erhalten, sucht man sich dadurch zu helfen, dass man die Süllplatten nicht mehr vertical, sondern ungefähr unter einem Winkel von 45 Grad schräg stellt. Man benennt eine solche Luke mit dem englischen Ausdrucke *Self trimming hatch*. Eine passende deutsche Bezeichnung fehlt uns dafür. Eine solche Luke ist durch Fig. 7 auf Taf. X dargestellt. Statt der Schiebbalken sind hier bisweilen eine oder mehrere feste Querverbindungen in der Luke eingebaut, was insofern zulässig ist, als keine grossen Gegenstände in den Raum aufgenommen zu werden brauchen.

Siebentes Kapitel.

Die Decks.

Die Decks bilden nahezu horizontale Plattformen, die sich über die ganze Länge des Schiffes oder doch über einen grösseren Theil derselben erstrecken und entweder den Zweck haben, den Schiffsraum nach oben hin abzuschliessen oder denselben seiner Höhe nach in mehrere Theile zu zerlegen, um die Anordnung von Kajüten und Kammern, bezw. eine sichere Stauung der Frachtgüter zu ermöglichen.

Das Deck besteht entweder aus einer auf den Decksbalken angebrachten hölzernen Beplankung, oder eisernen Beplattung, oder endlich aus beiden combinirt, d. h. aus einer Holzbeplankung, welche auf einer eisernen Beplattung befestigt ist.

Die **hölzernen Decks** werden aus 6 bis 12 m langen Planken hergestellt, die eine Dicke von 50 bis 100 mm besitzen und deren Breite zwischen circa 75 und 230 mm schwankt. Die Planken werden durch Schraubenbolzen auf dem Decksbalken, parallel zur Mittellinie liegend, dicht aneinander passend, befestigt. Die Dicke derselben richtet sich nach der Grösse des Schiffes und nach dem Zwecke des betreffenden Decks. In kleinen Schiffen von circa 25 bis 30 m Länge oder in ganz leicht gebauten Flussdampfern ist das Oberdeck selten über 50 mm dick. In vereinzelt Fällen kommt wohl auch eine Dicke von nur 45 mm vor. Es ist das aber die Minimaldicke, bei welcher noch ein Kalfatern des Decks möglich ist. Bei grossen Schiffen steigt die Dicke des Oberdecks bis auf 100 mm.

Die Breite der Decksplanken anlangend, gilt im Allgemeinen die Regel: Je schmärer die Planke, desto besser das Deck. Es hat dies namentlich mit Bezug auf die Oberdecks seine einfache Begründung darin, dass das Holz, wenn es abwechselnd nassem und trockenem Wetter ausgesetzt ist, aufquillt und zusammentrocknet, bezw. dass

die Fugen zwischen den Planken, welche anfangs dicht schliessen, sich bei anhaltender Trockenheit öffnen. Ist nun jede einzelne Decksplanke sehr schmal, so ist ihre Breite bei nassem und trockenem Wetter weniger verschieden, als dies bei einer grösseren Breite der Fall sein würde, und mithin ist auch die Fugenweite einer geringeren Schwankung unterworfen, wodurch es leichter wird, die Kalfaterung dicht zu halten. — Die geringste übliche Plankenbreite eines Oberdecks ist 75 mm, sie kommt aber nur bei Decks von geringer Dicke und bei besonders sorgfältig ausgeführten Schiffen vor. — Für ein Oberdeck von 75 mm Dicke wählt man gewöhnlich eine Plankenbreite von 130 mm und bei einem 100 mm dicken Deck eine solche von 150 mm. Ueber die zuletzt erwähnte Breite geht man bei den der Witterung ausgesetzten Decks wohl nie hinaus, dagegen macht man die Planken des zweiten Decks häufig um 20 bis 30 mm breiter und denjenigen des dritten Decks kann man eine Breite bis zu 200 mm geben, ohne Undichtigkeiten befürchten zu müssen.

Für die Länge der Planken, welche immer eine möglichst grosse sein soll, nimmt man 6 m als Minimum an.

Die Holzgattungen, welche zu Decksplanken verwendet werden, sind Föhren- (Kiefern), Fichten- und Lärchenholz, Pitch-pine, Yellow-pine, White-pine, Cypressen- und Teakholz. — Föhrenholz eignet sich zur Beplankung des Oberdecks von unseren einheimischen Hölzern sehr gut, da es einen grossen Harzgehalt hat und in Folge dessen bei nasser Witterung verhältnissmässig weniger Wasser ansaugt und der Fäulniss sehr lange widersteht. Bei Verwendung von Föhrenholz ist besonders darauf zu achten, dass die Planken ganz frei von Spint sind, weil derselbe sehr leicht vergänglich ist und ausserdem noch die Eigenthümlichkeit besitzt, sehr bald eine dunkle, blau-graue Farbe anzunehmen, wodurch das Deck ein hässliches Aussehen erhält. Das Fichtenholz steht Föhren in seinen Eigenschaften sehr nahe und hat nur einen etwas geringeren Harzgehalt. Die Qualität beider Holzgattungen ist jedoch in hohem Grade von dem Klima und der Beschaffenheit des Bodens seines Standortes abhängig. Im Allgemeinen sind die im Norden und auf magerem Boden gewachsenen Stämme die besseren. Die aus dem östlichen Preussen und aus Polen stammenden Hölzer werden besonders geschätzt und sind im Handel unter dem Namen „Danziger Fichten“ (*Dantzic pine*) bekannt, da sie meistens über Danzig ausgeführt werden. Bei dem Fichtenholz unterscheidet sich der Spint weniger durch Farbe und Qualität von dem Kernholz, aber auch hier sollten spintige Planken immer sorgsam ver-

mieden werden. — Bisweilen ähneln sich Föhren- und Fichtenholz im äusseren Ansehen so sehr, dass es grosse Schwierigkeiten hat, diese Holzgattungen voneinander zu unterscheiden.

Es gilt als Regel, dass keine Decksplanke aus Fichten- oder Föhrenholz den sogenannten Kern, das ist die in der Mitte des Stammes befindliche Markader, enthalten darf, da dieser Theil des Holzes zu weich ist. Wenn daher ein Stamm zu Decksplanken verarbeitet werden soll, so wird gewöhnlich aus der Mitte eine schwächere Planke herausgesägt, welche den Kern enthält und zu anderen Zwecken verwendet wird. Fig. 11 auf Taf IX zeigt, wie auf diese Weise aus einem Stamme vier Planken herausgesägt werden können; wenn jedoch der Durchmesser nicht ein sehr grosser ist, so wird man meistens nur zwei Planken erhalten. Zieht man noch hierbei die erforderliche grosse Länge der Stämme in Betracht, welche bedingt, dass der Durchmesser am Wipfel wesentlich kleiner ist, als am Fusse, so ist leicht einzusehen, dass sich bei dem Sägen von Decksplanken ein ganz bedeutender Abfall ergibt, wodurch auch der verhältnissmässig hohe Preis derselben bedingt wird.

Bei Verwendung von Föhren- und Fichtenholz gilt es als Regel, die dem Kern abgekehrte Seite der Planke nach oben zu legen. Man thut dies hauptsächlich deshalb, weil sich bei den mit der Kernseite nach oben liegenden Planken sehr bald lange Splitter loszutrennen pflegen, wodurch das Deck sehr an gutem Aussehen einbüsst und auch noch weitere Unannehmlichkeiten entstehen. Man hält sich allerdings an diese Vorschrift nicht immer besonders streng gebunden, indem man auch wohl die Aussenseite nach unten legt, wenn diese weniger schön als die Kernseite der Planke ist. Es hat diese letztere Methode auch noch den weiteren Vortheil, dass in den Fällen, wo eine oder die andere der Planken eine kleine spintige Kante haben sollte, letztere an die Unterseite des Decks kommt.

Bei allen Decksplanken, namentlich auch bei denen aus Föhrenholz, ist es besonders wichtig, dass dieselben keine grossen Aeste (auch Knäste oder Knoten genannt) besitzen, einmal nicht wegen des guten Aussehens und zweitens, weil dieselben sich meistens mit der Zeit im Holze lösen und somit eine Undichtigkeit im Deck verursachen können. Kleinere Aeste von $1\frac{1}{2}$ bis 2 cm im Durchmesser sind unvermeidlich und ihr Vorhandensein ist auch nicht besonders bedenklich; grössere sollten jedoch thunlichst vermieden werden. Es ist das einer von den Umständen, welcher die Beschaffung eines guten Deckholzes ausserordentlich schwierig macht, da man astreine Planken

nur aus alten und sehr starken Stämmen erhalten kann, die aber von Jahr zu Jahr seltener werden.

Ausser Föhren und Fichten wird von den einheimischen Hölzern nur noch das Lärchenholz zu Decksplanken verwendet. Es ist gleichfalls ein Nadelholz, ist aber härter und widerstandsfähiger gegen die Witterung als Föhren und Fichten. Da es jetzt in Deutschland nur noch schwer zu beschaffen ist und wegen seiner mehr dunklen Farbe, in einem Deck verarbeitet, kein besonders schönes Aussehen besitzt, ist seine Verwendung immer seltener geworden. Es ist jedoch neben dem Teakholz das für Decksplanken am meisten geeignete Material, da es in der Witterung ganz vorzüglich steht. Schöne reine Planken sind in Lärchenholz allerdings noch schwieriger zu beschaffen, als in Föhren oder Fichten, und deshalb macht man dieselben bei Decks von grosser Dicke bisweilen von ganz quadratischem Querschnitt, wodurch man den Vortheil erlangt, von den vier Seiten die beste auswählen zu können, um sie nach oben zu legen.

Das Pitch-pine ist ein Nadelholz, welches in Nordamerika wächst und sich durch einen ausserordentlich hohen Harzgehalt auszeichnet, eine Eigenschaft, die es in Verbindung mit dem Umstande, dass es in sehr grossen Längen und in fast ganz astreiner Qualität zu bekommen ist, zur Verwendung als Decksholz besonders geeignet erscheinen lässt. Vermöge seines hohen Harzgehalts ist es der Fäulniss fast gar nicht unterworfen, und es kann daher mit Eisen in Berührung gebracht werden, ohne befürchten zu müssen, hierdurch einen nachtheiligen Einfluss auf die sich berührenden verschiedenartigen Materialien hervorzurufen, wie das bei der Verbindung anderer Holzgattungen mit Eisen meistens der Fall ist. So hervorragend nun auch die soeben erwähnten Eigenschaften sind, so kann diese Holzgattung doch nur für die der Witterung nicht ausgesetzten Decks empfohlen werden. Dagegen eignet es sich durchaus nicht zu den Oberdecks solcher Schiffe, welche nach den Tropen fahren. Dies erklärt sich dadurch, dass ein Theil des Harzes, wenn das Pitch-pine längere Zeit den Sonnenstrahlen ausgesetzt wird, allmählich ausschwitzt und die Planken in Folge dessen an Volumen etwas verlieren, daher schmaler werden und eine grosse Fuge im Deck bilden. Es ist dies eine Erscheinung, die eine gewisse Aehnlichkeit mit dem gewöhnlichen, durch den Verlust an Wassergehalt bedingten „Trocknen“ oder „Schwinden“ des Holzes hat. Während jedoch das ausgetrocknete Holz durch das Wiederaufsaugen von Wasser sein altes Volumen wenigstens theilweise wieder erlangt, ist ein Ersatz des ausge-

schwitzten Harzes bei Pitch-pine unmöglich, und deshalb werden die Fugen eines aus diesem Holz hergestellten Oberdecks mit der Zeit sehr weit.

Ein dem Pitch-pine ganz nahe verwandtes Holz, welches ebenfalls aus Nordamerika eingeführt und zu Decksplanken verwendet wird, ist das Yellow-pine. Es unterscheidet sich von dem Pitch-pine nur durch einen etwas geringeren Harzgehalt und es kann deshalb auch zu Oberdecks verwendet werden. Darüber, ob wirklich ein botanischer Unterschied zwischen Pitch-pine und Yellow-pine existirt, sind die Ansichten noch immer getheilt. Im Allgemeinen wird dies verneint und die Verschiedenheit dieser Holzgattungen nur dem Einfluss des Klimas seines Standortes zugeschrieben.

Eine andere, ebenfalls aus Nordamerika stammende Nadelholzgattung, welche für Decksplanken Verwendung findet, ist das White-pine. Es ist ein feinfaseriges, weiches Holz von gelblich-weisser Farbe ohne Harzgehalt, welches in schönen, langen und astfreien Planken in den Handel kommt. Es steht in der Witterung nicht besonders gut und ist von allen zu Decks verwendeten Holzgattungen am leichtesten vergänglich. Wegen seiner grossen Weichheit eignet es sich nicht zur Verwendung für Decks von Frachtschiffen, dagegen wird es seiner schönen weissen Farbe halber vorwiegend für Lust-Yachten benutzt, wo es weniger der Abnutzung unterworfen ist. Durch häufiges Oelen kann übrigens die Dauerhaftigkeit und Widerstandsfähigkeit des White-pine sehr erhöht werden, und die Amerikaner geben demselben sogar vielfach den Vorzug vor allen anderen zu Decks gebrauchten Holzgattungen.

Eine erst in neuerer Zeit zur Verwendung für Decksplanken aus Florida und Savannah eingeführte Holzgattung ist das Cypressenholz. Es kann bei mässigem Preise in Längen bis zu 18 m in astreiner Waare geliefert werden und übertrifft daher in diesem Punkte fast alle anderen Holzarten, die zu gleichem Zwecke benutzt werden. Es besitzt zwar keinen bedeutenden Harzgehalt, steht aber dennoch in der Witterung ganz vorzüglich und wird als beinahe unvergänglich hingestellt. Sein Aussehen hat viel Aehnlichkeit mit dem des Fichtenholzes, nur treten die Jahresringe etwas deutlicher hervor. Ein Nachtheil dieser Holzart besteht darin, dass sich die einzelnen Jahresringe leicht lostrennen und lange Splitter bilden. Man geht diesem Uebelstand am besten aus dem Wege, indem man die Planken in einer solchen Weise aus dem Stamm heraussägt, dass die Jahresringe im Deck nicht horizontal, sondern vertical liegen.

Das Cypressenholz trocknet nur sehr langsam aus, so dass selbst mehrere Jahre alte Planken im Innern noch immer feucht sind. Es verändert aber sein Volumen so wenig, dass man sogar nicht vollkommen trockene Planken zu einem Deck verwenden kann, ohne ein nachträgliches Oeffnen der Fugen besorgen zu müssen.

Die für Decks am meisten geschätzte Holzgattung ist das Teakholz, welches aus Birma und Siam in rohen, viereckig besägten Klötzen eingeführt wird. Die Hauptexporthäfen sind Rangoon und Moulmain, und zwar gilt das über den letztgenannten Hafenort verschifft als das bessere. Es ist in frisch gehobeltem Zustande von grünlich gelbbrauner Farbe, die sich aber an der Luft schon nach Verlauf einer Viertelstunde in ein angenehmes Kastanienbraun verwandelt. Es hat einen sehr grossen Harzgehalt, den es aber unter dem Einflusse der Sonnenhitze nicht ausschwitzt und ist der Fäulniss gar nicht unterworfen. Bei nassem Wetter quillt es nicht auf und schwindet daher auch nicht bei anhaltender Trockenheit. Einer seiner Hauptvorteile besteht darin, dass es in Verbindung mit Eisen diesem nicht schädlich ist. Dieser Umstand macht das Teakholz als Material zur Bepankung von eisernen Decks und in allen anderen Fällen, wo Holz mit Eisen in Berührung gebracht werden muss, besonders werthvoll. Es ist überhaupt dasjenige unter den verschiedenen Hölzern, welches sich als Material zu Decksplanken für Schiffe, welche in der heissen Zone fahren, am besten bewährt. Die Oberdecks fast aller Dampfer, die regelmässige Reisen in einem heissen Klima zu machen haben, werden daher in neuerer Zeit nur noch aus Teakholz hergestellt. Der besseren Qualität dieses Materials anderen Holzgattungen gegenüber Rechnung tragend, werden die Decksplanken aus Teakholz gewöhnlich 12 mm schwächer gemacht, als man sie aus anderen Hölzern herzustellen pflegt. — Der Preis ist ungefähr zwei- bis dreimal höher als der anderer Holzgattungen. Das Teakholz kommt nicht in grossen Längen vor und Stämme von mehr als 9 m Länge gehören zu den Seltenheiten, dagegen haben die behauenen Klötze häufig eine Dicke von 70 bis 75 cm im Quadrat. Die dicken Stämme sind jedoch meistens kernhohl.

Welche Holzgattung auch verwendet werden mag, es ist immer Hauptsache, dass die Decksplanken gut ausgetrocknet sind. Nicht völlig trockene Planken müssen immer, nachdem sie in das Deck verlegt sind, mehr oder weniger schwinden und dieser Umstand giebt sehr bald Veranlassung zu der Erweiterung der Deckfugen und somit zu Undichtigkeiten. Selbst mehrere Jahre alte Planken trocknen

noch immer etwas ein, wenn sie der Sonnenhitze ausgesetzt sind. Es sollte daher als Regel dienen, dass nur solches Decksholz verwendet wird, welches mindestens ein volles Jahr in einem trockenen und luftigen Raum gelagert hat.

Die Erfüllung dieser Anforderung bereitet dem Schiffbauer allerdings nicht unerhebliche Schwierigkeiten, da er nothwendigerweise ein ganz bedeutendes Lager von Decksplanken der verschiedensten Dimensionen halten muss, um bei jedem eingehenden Auftrage für den Bau eines Schiffes über gut ausgetrocknetes Material verfügen zu können. Manche Baumeister helfen sich daher damit, ein grösseres Lager von Pfosten, sogenannten „Bänken“ zu halten, welche eine Dicke haben, die der üblichen Breite der Decksplanken entspricht. Aus diesen Bänken können dann, nachdem die Bestellung eines Schiffes erfolgt und die Dicke des Decks bestimmt ist, Decksplanken von der erforderlichen Dicke gesägt werden. — In den grösseren Werften werden die Decksplanken auf künstliche Weise getrocknet, indem dieselben während mehrerer Wochen in einem stark geheizten Raume aufgestapelt werden. Der Erfolg ist meistens ein sehr guter, nur muss der Trocknungsprocess immer mit einer gewissen Vorsicht eingeleitet werden, um ein „Reissen“ der Planken zu vermeiden.

Die Decksplanken kleinerer Schiffe, die nur eine Dicke von 50 bis 55 mm haben, werden je nach ihrer Breite auf jedem Decksbalken durch eine oder zwei mit viereckigen Köpfen versehene Holzschrauben, sogenannte Gestellschrauben, befestigt, indem dieselben von unten, durch ein in dem Balken befindliches Loch, in die Planke eingeschraubt werden. Diese Befestigungsweise ist in Fig. 8 auf Taf. X dargestellt. Hierbei ist es besonders wichtig, die Schraube von der richtigen Länge zu wählen, damit die Spitze derselben ungefähr noch 10 bis 15 mm unter der Oberfläche der Decksplanken bleibt. — Die Holzschrauben sollten immer gut verzinkt werden. Es hat dies allerdings insofern Schwierigkeiten, als das Gewinde sehr leicht durch das anhaftende Zink verdorben wird. — Der Durchmesser der Schraube unter dem Kopfe beträgt, je nach der Dicke der zu befestigenden Planken, 7 bis 10 mm. Gewöhnlich genügt es, wenn jede Decksplanke auf jedem Balken bloss eine Schraube erhält. Hat das Balkenprofil eine symmetrische Gestalt, handelt es sich also um Wulst-T-Eisen oder Balken, welche aus einem Wulst- und zwei Winkeleisen hergestellt sind, so werden die Schraubenlöcher für die Decksplanken immer abwechselnd auf die eine und andere Seite von der Mittelrippe des Balkens gesetzt, so dass also die Schrauben im

Zickzack angeordnet sind, ähnlich wie in Fig. 16 auf Taf. X dargestellt ist.

Der Balken erhält durch diese Vertheilung der Schrauben eine grössere Widerstandsfähigkeit gegen seitliche Neigung.

Bestehen die Balken aus einfachem Winkeleisen, was meistens bei kleinen Schiffen der Fall ist, so können die Schrauben nicht im Zickzack, sondern nur in einer geraden Linie angebracht werden. Diese Befestigungsweise wird auch fast allgemein für solche Kajütsfussböden, die nicht als eigentliche Decks betrachtet werden können und die nur auf Winkeleisenbalken ruhen, angewendet. Da die Planken hierbei im Verhältniss zur Dicke meistens sehr breit sind, so werden immer für jede Planke auf einem Balken zwei Befestigungsschrauben benutzt.

Die Planken aller Decks, welche eine Dicke von circa 60 mm haben, werden unter allen Umständen durch mit Muttern versehene Schraubbolzen befestigt. Der Durchmesser der Bolzen schwankt mit der Dicke der zu befestigenden Decksplanken und beträgt gewöhnlich 10 bis 13 mm; nur für ausnahmsweise dicke Planken kommen Bolzen von 16 mm vor. Die Bolzen werden mit einem runden, flachen Kopf versehen, unter welchem auf eine Höhe von ungefähr 15 mm ein viereckiger Ansatz angebracht ist. (Siehe Fig. 9, Taf. X.) Die Befestigung der Planke erfolgt in der Weise, dass zunächst an der betreffenden Stelle ein Loch, genau von gleichem Durchmesser wie der des Bolzens selbst, durch die Planken gebohrt wird, welches von oben her auf 30 bis 40 mm Tiefe auf den Durchmesser des runden Schraubkopfes erweitert ist. Zur Erzielung eines wasserdichten Abschlusses wird der Schraubbolzen unter dem Kopf mit etwas losem Hanf, der mit dicker Bleiweissfarbe getränkt ist, unwunden und dann von oben in die Oeffnung geschlagen, wobei sich der früher erwähnte viereckige Ansatz unter dem Kopfe in das Holz fest einpresst und beim späteren Anziehen der Muttern ein Drehen des Bolzens verhindert.

Es ist stets zu empfehlen, für die Bolzen sechseckige Muttern zu verwenden, weil sich dieselben immer leichter mit dem Schlüssel fassen lassen, als viereckige. — Da der horizontale Flanch des Wulst-T-Eisens sich nach der äusseren Kante zu etwas in der Dicke verjüngt, so muss die Mutter auf einer Fläche anliegen, die nicht ganz rechtwinkelig zur Achse des Schraubbolzens liegt, und es ist auch bisweilen nicht zu umgehen, dass die Mutter der an der Mittelrippe des Balkens vorhandenen Hohlkehle sehr nahe kommt. Um

nun zu vermeiden, dass in Folge hiervon die Mutter beim Anziehen eine schiefe Lage annimmt, giebt man derselben an ihrer Auflagerungsfläche eine stark abgerundete Form.

Die Vertiefung, welche oberhalb des Schraubenkopfes in der Decksplanke bleibt, wird durch einen Holzpfropfen ausgefüllt, der vor dem Einsetzen in dicke Bleiweissfarbe getaucht wird, und dessen Faserrichtung genau parallel zu derjenigen der Decksplanken liegt. Die Pfropfen müssen also so hergestellt werden, dass die Faser nicht in der Richtung der Achse, sondern in der eines Durchmessers liegt. Wie schon oben erwähnt worden, beträgt die Breite der Oberdecksplanken im Maximum 150 mm und bis zu diesem Maasse genügt zur Befestigung eine Mutterschraube auf jedem Balken vollkommen. Die Zwischendecks erhalten jedoch bisweilen Planken bis zu 200 mm Breite, und in solchen Fällen sind zur Befestigung derselben immer 2 Schraubbolzen auf jedem Balken erforderlich.

Manche Classifications-Institute schreiben sogar schon von 180 mm Breite zwei Befestigungsschrauben vor.

Alle Decksbolzen müssen gut verzinkt werden, da sie im entgegengesetzten Falle schnell durch Rost leiden würden.

Die Planken eines Decks besitzen in ihrer ganzen Länge die gleiche Breite und liegen demnach alle genau parallel zur Mittelachse des Schiffes.

Bei den am meisten üblichen Constructionen stossen die Decksplanken an der Schiffseite gegen ein auf der Stringerplatte, parallel zur Aussenhaut entlang laufendes Winkeleisen, das sogenannte Wasserlauf- oder Rinnstein-Winkeleisen, welches in Fig. 13, 14 und 19 auf Taf. VIII dargestellt ist und dessen wir schon bei Besprechung der Decksstringer Erwähnung gethan haben. — Die Schenkelbreite dieses Winkeleisens ist durch die Dicke der Decksplanken gegeben. Bei Anbringung desselben ist darauf zu achten, dass die Laschen stets an der inneren Seite des Winkeleisens angebracht werden und dass nicht etwa die Verbindung der beiden Enden, wie das bisweilen geschieht, durch ein Stück Flacheisen hergestellt wird, welches an der den Decksplanken zugekehrten Seite dieses Winkeleisens angeietet ist. Solche Flacheisenlaschen müssen in die Decksplanken eingelassen werden, wodurch dann eine Fuge entsteht, welche sich schwer kalfatern lässt. Diese Art der Verlaschung wird daher besser vermieden.

An dem Rinnstein-Winkeleisen entlang legt man, der Curve desselben genau angepasst, eine etwas breitere Decksplanke, gewöhnlich

Wassergang genannt, in welche man an dem Vorder- und Hinterschiff die übrigen Planken stumpf einlaufen lässt, wie das in Fig. 1 auf Taf. XI dargestellt ist. Die Decksplanken laufen also nicht in eine Spitze aus, sondern sind nur so weit zugeschärft, dass immer noch eine Stirnfläche von circa 30 bis 40 mm übrig bleibt, welche gegen eine entsprechende Auszahnung in dem Wassergange stösst. Auf diese Weise wird es möglich gemacht, die Enden der Decksplanken gut zu kalfatern.

Der Wassergang wird bei einem Deck von Föhren, White-pine oder einer anderen weichen Holzgattung gewöhnlich aus Teakholz hergestellt und die Classifications-Institute schreiben dies sogar meistens vor. Ein stichhaltiger Grund für die Verwendung von Teakholz liegt eigentlich nicht vor und es könnte hier ebenso gut dasselbe Holzmaterial, welches für die übrigen Planken benutzt ist, gebraucht werden. Die Anwendung des Teakholzes wird theils damit begründet, dass diese Planke überall mit Eisen in Berührung kommt, in welchem Falle sich andere Holzgattungen nicht so gut conserviren würden. Hierin liegt jedoch insofern ein Widerspruch, als die eisernen Stringerplatten immer so breit sind, dass ausser dem Wassergange noch 2 bis 3 andere Decksplanken auf den Stringerplatten liegen. Dieselben müssten demnach auch von Teakholz hergestellt werden, was aber vielfach nicht geschieht. Als eine andere Veranlassung für die Anwendung von Teakholz führt man an, dass man ein härteres Holz für diese Planken benutzen müsse, damit die in dieselben zur Aufnahme der Decksplanken eingeschnittenen Zähne beim Kalfatern nicht so leicht abspalten. Auch diesen Grund kann man nicht gelten lassen, da das Teakholz in dieser Beziehung kaum haltbarer als die übrigen Deckhölzer ist. Die Eigenschaften des Teakholzes werden überhaupt vielfach falsch beurtheilt, woraus dann häufig eine ganz unbegründete Verwendung dieses kostspieligen Materials entspringt. Der Hauptvorteil desselben ist seine Wetterbeständigkeit und Unvergänglichkeit in Berührung mit Eisen, in allen anderen Beziehungen steht es aber den übrigen Holzgattungen nach, da es spröde, brüchig und überhaupt von geringer Festigkeit ist.

Da, wo die Decksplanken gegen die Lukenrahmen oder die Süllplatten eiserner Deckshäuser stossen, ist zur Erzielung einer guten Kalfaterung geeignete Vorkehrung zu treffen. Hat das Winkeleisen, durch welches der Lukenrahmen mit der eisernen Decksbeplattung oder mit den Lukenstringern verbunden ist, einen sehr breiten aufrechten Schenkel, dessen Oberkante so, wie in Fig. 4 auf Taf. X

dargestellt ist, über die Fläche des Decks hervorragte, so kann man wohl die Decksplanken direct gegen diesen Winkel stossen lassen. Die Köpfe der Niete, mittels welcher der Winkel mit der Süllplatte verbunden ist, müssen jedoch sehr genau versenkt sein, um ein Kalfatern der Fuge zwischen Deck und Winkel möglich zu machen.

Diese Construction ist am billigsten herzustellen; sie besitzt jedoch den Nachtheil, dass die Fuge zwischen Winkel und Decksplanke immer schwierig zu kalfatern ist, einmal, weil die Nietköpfe, wenn sie auch versenkt sind, doch hier und da hinderlich sind und dann, weil die Dicke der Planke an der betreffenden Stelle einmal um die Dicke des Lukenstringers und ein zweites Mal um die Dicke des horizontalen Winkeleisenschenkels vermindert ist, mithin die Fuge nur eine sehr geringe Tiefe besitzen kann.

Bei einer besseren Construction wird um das Lukensüll herum ein hölzerner Rahmen von einer wesentlich grösseren Dicke als die der Decksplanken angebracht, gegen welchen sich letztere so anlegen, wie das in den Fig. 6 und 7 auf Taf. IX und 3 und 15 auf Taf. X dargestellt ist. In diesem Falle nimmt man die Schenkelbreite des Winkeleisens zur Befestigung der Unterkante der Süllplatte nicht ganz so gross als bei der vorher beschriebenen Construction. Der erwähnte hölzerne Rahmen wird gegen das Süll in einer solchen Weise angepasst, dass derselbe oberhalb des verticalen Winkeleisenschenkels auf eine Höhe von ungefähr 50 mm unmittelbar gegen die Süllplatte anliegt. Auf diese Weise entsteht eine gute Fuge zwischen dem hölzernen Rahmenstück und der Süllplatte, welche sich jederzeit gut kalfatern und dicht machen lässt. — Dieser Rahmen wird fast immer aus Teakholz hergestellt, wenn auch das übrige Deck aus anderem Materiale besteht.

Der Anschluss des Holzdecks an alle anderen eisernen Süllplatten, z. B. an die der Deckshäuser, wird ganz in derselben Weise wie bei den Luken hergestellt.

Besteht das Deck in der Hauptsache aus Föhrenholz, so werden meistens unter dem Spill, den Dampfwinden und unter anderen auf Deck befestigten eisernen Gegenständen die Decksplanken von Teakholz hergestellt. Da letzteres, wie schon früher erwähnt, sehr wetterbeständig ist und nur wenig eintrocknet, so hat man auf diese Weise eine grössere Sicherheit dafür, dass unter den erwähnten Gegenständen keine Leckagen im Deck entstehen, und man entgeht so der Nothwendigkeit, von Zeit zu Zeit das Spill und die Dampfwinden zu entfernen, um das darunter befindliche Stück Deck zu kalfatern.

Die Theile des Decks, die einer besonders grossen Abnutzung unterworfen sind, also namentlich die zwischen den Klüsen und dem Spill gelegenen, auf welchen die Ankerketten entlang schleifen, werden nicht nur gewöhnlich aus Teakholz hergestellt, sondern man macht auch dort bisweilen die Decksplanken von einer um 2 bis 3 cm grösseren Dicke.

Die Decksplanken selbst sind vor der Befestigung auf den Balken selbstverständlich genau nach Maass zu hobeln. Der Querschnitt ist jedoch nicht genau rechteckig, vielmehr sind die verticalen Seitenflächen an der oberen Kante etwas abzuschrägen, so dass der Querschnitt eine Form erhält, wie in Fig. 10 auf Taf. X dargestellt ist. Es geschieht das deshalb, damit die Decksfugen immer an der oberen Seite ein wenig offen sind, um das Kalfatern zu erleichtern, während die Planken unten ganz dicht aneinander schliessen. — Wird diese Vorsicht nicht angewendet, und ist die Fuge auch an der oberen Seite ganz dicht, so muss der Zimmermann beim Kalfatern erst die Fuge durch Eintreiben des Kalfatereisens öffnen, um das Werg einbringen zu können. Hierbei kann es aber sehr leicht vorkommen, dass das Eisen nicht vertical in der Fuge nach unten geht, sondern etwas seitlich in das Holz eindringt, und bei dem späteren Nachtreiben des Werges kommt dasselbe dann nicht in die Fuge, sondern in das massive Holz der Planke.

Bei einem Deck aus Teakholz ist es besonders wichtig, die Nähte an der Oberkante nicht allzu dicht zu machen, da dieses Holz ausserordentlich spröde und brüchig ist und die Kanten sehr leicht beim Kalfatern ausspringen.

Die Stösse der Decksplanken können immer nur auf einem Balken angeordnet werden. Besteht letzterer nur aus Winkeleisen, so plattet man die Planken übereinander, wie das in Fig. 11 auf Taf. X dargestellt ist. Die Decksschraube fasst hierbei durch beide Planken hindurch. Sind die Planken aus Wulst-T-Eisen oder aus einem Wulsteisen mit zwei Winkeleisen an dessen Oberkante hergestellt, so kann man die Decksplanken wohl auch einfach stumpf gegeneinander stossen lassen, da man jedes der Enden mittels eines Schraubbolzens befestigen kann. Ein solcher Stoss ist in Fig. 12 auf Taf. X dargestellt. Bei dieser Construction besteht jedoch ein Uebelstand darin, dass der Theil des Holzes, welcher zwischen dem Loch des Schraubbolzens und dem Ende der Planke liegt, beim Kalfatern der Stossfuge leicht herauspringt. Es wird daher sehr häufig, auch bei Decksbalken mit symmetrischem Profile, der Stöss durch Ueberplatten her-

gestellt, wie in Fig. 11 gezeigt ist. Fig. 13 stellt eine weniger übliche Construction dar.

Die Stösse der Decksplanken müssen immer gut verschliessen, und zwar in der Weise, dass die Stösse zweier benachbarten Plankengänge immer um zwei Balkendistanzen von einander entfernt sind, und dass zwischen zwei auf demselben Balken angeordneten Stössen wenigstens drei Planken liegen.

Nachdem das Deck vollständig gelegt ist, kann erst mit der Kalfaterung desselben begonnen werden. Diese Arbeit besteht darin, dass man mit Hilfe eines stumpfen, meisselartigen Instrumentes und eines Hammers nacheinander mehrere aus Werg lose zusammengedrehte Fäden, Drähte genannt, in die Fugen zwischen den Decksplanken treibt. Bei einem neuen Deck ist es üblich, zuerst einen Draht von ungetheertem Werg (weisses Werg) und dann noch zwei Drähte von getheertem, aus alten, zerzupften Schiffstauen hergestellten Werg, einzutreiben. Man wendet das ungetheerte Werg deshalb zuerst an, weil dasselbe weicher ist und sich leichter in die noch enge Fuge schmiegt.

Nachdem der letzte Draht eingetrieben ist, wird in die Fuge heisses Pech eingegossen, um die Dichtigkeit desselben noch mehr zu sichern und das Werg gegen den Einfluss des Wassers zu schützen. Gewöhnlich verwendet man hierzu sogenanntes schwarzes Pech mit einer Beimischung von gelbem Harz (Colophonium).

Auf diese Weise entstehen schwarze, in die Augen fallende Linien, die das gute Aussehen des Decks beeinträchtigen. Eine weniger auffällige Decksfuge entsteht, wenn man eine Mischung von Harz und Talg, ohne Zusatz von schwarzem Pech, anwendet. Die Beimischung des Talges hat hierbei den Zweck, dem Harze die ihm bei kaltem Wetter eigenthümliche Sprödigkeit zu benehmen. Bei Lust-Yachten und eleganten Passagierbooten werden die Decksfugen häufig gar nicht mit einer harzigen Substanz ausgegossen, sondern mit einem weissen Kitt (aus Bleiweiss, Kreide und Leinölfirnis bestehend) verstrichen, wodurch das ganze Deck ein besseres Aussehen erhält.

An den Küsten der Nord- und Ostsee ist es üblich, dem Deck, nachdem es gehörig kalfatert ist, einen Anstrich von Leinöl zu geben. Es ist keine Frage, dass dies für die Conservirung des Holzes nur zuträglich ist, auch wird die Fähigkeit der Decksplanken, bei Regenwetter schnell Wasser in sich aufzunehmen, vermindert, und das Holz also wetterbeständiger gemacht. An den Küsten des Mitteländischen Meeres ist es jedoch nicht üblich, die Decks mit einem

Anstrich zu versehen, vielmehr hält man dort darauf, dem Deck durch Scheuern mit Sandstein seine weisse, natürliche Farbe zu erhalten.

In früherer Zeit war es gebräuchlich, zwei benachbarte Decksplanken durch eine sogenannte Feder aus Bandeisen miteinander zu verbinden. Ungefähr 25 mm von der Unterfläche der Decksplanke entfernt wurde in der verticalen Seite derselben, über die ganze Länge der Planke, eine ungefähr 10 mm tiefe und 3 mm weite Nute eingearbeitet. In diese wurde dann ein Bandeisen von entsprechenden Dimensionen so eingepasst, dass die Hälfte seiner Breite an der Seite der Decksplanke hervorragte und in die entsprechende Nute der Nachbarplanke fasste. Ein in dieser Weise mit Federn versehenes Deck ist im Durchschnitt in Fig. 6 auf Taf. X dargestellt. Die Veranlassung zu dieser Construction mag wohl der Umstand gewesen sein, dass bei dem wiederholten Kalfatern das Werg an der unteren Seite des Decks zu Tage tritt, was namentlich dann leicht vorkommt, wenn die Decksplanken eingetrocknet sind. Liegen die Decksbalken weit voneinander entfernt und kommen verhältnissmässig schwache Decksplanken zur Verwendung, so hat die Anwendung der erwähnten eisernen Feder auch wohl den Nutzen, die auf eine einzelne Decksplanke kommende Belastung auf die beiden benachbarten mit zu übertragen. — Diese Construction gelangt jedoch in neuerer Zeit fast gar nicht mehr zur Anwendung, da sie einige sehr ins Gewicht fallende Nachtheile besitzt. Ist nämlich der Arbeiter beim Kalfatern etwas unvorsichtig und treibt das Werg so stark ein, dass es auf die Feder stösst, so wird häufig die untere Kante der Decksplanke losgerissen, da dieselbe wegen der eingestossenen Nute nur eine sehr geringe Festigkeit hat. Das Herausnehmen einer einzelnen fehlerhaften Decksplanke kann nur durch vollständiges Heraushauen geschehen, und beim Wiedereinsetzen derselben ist es ganz unmöglich, die Feder wieder einzubringen. Die Beseitigung einer Undichtigkeit in einem mit Federn versehenen Deck ist meistens auch mit grossen Schwierigkeiten verknüpft, da das von oben eingedrungene Wasser gewöhnlich erst eine Strecke auf dem Bandeisen entlang läuft, ehe es an der unteren Seite des Decks austritt, wodurch das Auffinden der eigentlichen Leckstelle ungemein erschwert wird.

Ist man gezwungen, an Gewicht zu sparen und demnach nur sehr schwache Decksplanken zu verwenden, bei denen ein Kalfatern nicht gut möglich ist, so empfiehlt sich die Anwendung eines Ueberzuges aus Segelleinwand, der mit einem Oelanstriche versehen ist, als

das zweckmässigste Mittel zur Erzielung eines dichten Decks. Die Dauerhaftigkeit eines solchen Ueberzuges ist verhältnissmässig sehr gross, vorausgesetzt, dass das Deck vorwiegend zum Aufenthalte der Passagiere dient. Die Anwendung von Federn stösst bei einem derartigen Deck weniger auf Bedenken, da hier die früher aufgeführten Uebelstände, wegen des Wegfalls der Kalfaterung, nicht auftreten können. Die Federn werden vielmehr den Vortheil gewähren, das Durchbiegen einer einzelnen Decksplanke zu verhindern.

Eiserne Decks. Die Anwendung eiserner Decks kann aus zwei wesentlich voneinander verschiedenen Gründen geschehen: entweder um dem Schiffe eine gesteigerte Längsschiffsfestigkeit, oder um dem Deck eine grössere Widerstandsfähigkeit gegen Abnutzung zu geben. Der letztere Fall kommt namentlich bei den für den Kohlen- und Erztransport bestimmten Dampfern in Betracht. Wird ein eisernes Deck nur aus Rücksichten für die Längsschiffsfestigkeit angewendet, so wird es meistens noch mit Holz beplankt.

Die Construction der eisernen Decks ist im Allgemeinen eine sehr einfache. Die Platten werden auf den Decksbalken in parallel zur Mittellinie angeordneten Streifen angebracht, und zwar gewöhnlich so, dass immer ein Plattenstreifen um den andern unmittelbar auf dem Balken aufliegt, während der dazwischen liegende Streifen die beiden benachbarten überlappt und um die Dicke der Platten von den Decksbalken entfernt liegt. Der Raum zwischen der Platte und dem Decksbalken wird alsdann durch einen Streifen Flacheisen ausgefüllt. Diese Construction ist aus Fig. 1 auf Taf. VII und aus Fig. 1 und 2 auf Taf. IX deutlich ersichtlich. Soll ein so hergestelltes eisernes Deck später mit Holz beplankt werden, so müssen die Planken, je nachdem sie auf einem hochliegenden oder tiefliegenden Plattengang der Decksbeplattung befestigt werden, eine verschiedene Dicke haben, damit die Oberseite des Decks eine glatte Fläche bildet. Es ist dies ein Umstand, der die Arbeit des Decklegens wesentlich erschwert, weshalb man in einzelnen Fällen die eisernen Decks mit ganz glatter Oberfläche herstellt, indem man alle Platten unmittelbar auf die Balken auflegt, sie in den Längsnähten stumpf gegeneinander stossen lässt und durch an der Unterseite angebrachte Laschstreifen untereinander und mit der Stringerplatte verbindet. Diese Art der Decksbeplattung kommt jedoch nur sehr selten zur Anwendung.

In solchen Schiffen, deren eisernes Oberdeck nicht mit Holz beplankt werden soll, ist die Anordnung der Deckbeplattung meistens

eine solche, bei welcher die nach der Schiffsseite zu gelegenen Plattengänge unter die nach der Mitte zu befindlichen untergeschoben sind, oder mit anderen Worten: die mittleren Plattengänge überfassen immer die mehr nach der Seite zu liegenden. Dieses Arrangement hat den Vortheil, dass das Wasser einen ungehinderten Abfluss nach den Seiten hat.

Die querschiffs liegenden Nähte der Decksplatten werden meistens als stumpfe Stossfuge mit einer darunter liegenden Lasche hergestellt, in neuerer Zeit führt man jedoch auch diese Nähte vielfach als Ueberlappung aus. — In den Fällen, in welchen das eiserne Deck aus Rücksicht für die Längsschiffsfestigkeit des Schiffes angewendet wird, muss auf eine gute Verbindung dieser Quernähte besondere Sorgfalt verwendet werden. Sie sind daher stets dreifach zu vernieten, wenigstens in dem Theile des Decks, der zwischen der Stringerplatte und den Luken liegt. Die Platten, welche zwischen zwei Luken liegen, können in der Längsschiffsrichtung füglich nicht in Anspruch genommen werden, weshalb man dort die doppelte Vernietung der Stossfugen meistens als genügend erachtet. Auch werden die Stösse auf dem hinteren und vorderen Viertel oder Fünftel der Schiffslänge über die ganze Breite des Schiffes nur doppelt vernietet.

Die Vernietung der Längsnähte, gleichgültig, ob diese überlappt oder mittels einer Lasche hergestellt sind, ist fast immer nur eine einfache. Nur bei sehr grossen Schiffen werden die Stringerplatte und der anliegende Gang der Decksbeplattung durch eine doppelt vernietete Längsnaht miteinander verbunden. (Vergl. Fig. 4, Taf. XX.)

Soll eine eiserne Decksbeplattung zur Erhöhung der Längsschiffsfestigkeit wesentlich beitragen, so ist es erforderlich, dass die Breite der Luken im Verhältniss zu derjenigen des Schiffes nicht zu gross wird. Trotzdem ist man bisweilen genöthigt, in Schiffen mit verhältnissmässig grosser Maschinenkraft, und namentlich auch bei Räderschiffen, Kesselluken und Maschinenskylights von so grosser Breite anzuordnen, dass kaum die Stringerplatte in ihrer vollen Breite erhalten ist. In solchen Fällen ist die Anbringung eines eisernen Decks zum Zwecke der Verstärkung des Schiffes natürlich nutzlos und bildet nur eine unnöthige Belastung. Wenn jedoch neben der Stringerplatte noch ein Theil der Decksbeplattung erhalten bleibt, so wird dieselbe, je nach dem Verhältniss, in welchem ihre Breite vermindert ist, entsprechend in der Dicke verstärkt. Manche Classifications-Institute schreiben daher bereits eine Vergrösserung der

Dicke der Decksbeplattung neben den Luken vor, wenn die Breite der letzteren mehr als die halbe Schiffsbreite beträgt.

Die Dicke der Decksbeplattung richtet sich im Allgemeinen nach der Grösse des Schiffes und schwankt beiläufig zwischen $7\frac{1}{2}$ bis 13 mm.

Ist das Deck aus Gründen der Festigkeit erforderlich, so bleibt die Dicke desselben über die mittlere Hälfte der Schiffslänge gleichmässig erhalten und man lässt auf dem hinteren und vorderen Viertel der Länge nur eine Reduction von $1\frac{1}{2}$ mm eintreten; dient jedoch das eiserne Deck nur als Ersatz eines hölzernen, so hätte eine Reduction nach den Enden zu keinen Sinn, da hierbei nur der Umstand in Betracht kommt, dass das Deck bei der gegebenen Balkendistanz im Stande ist, die gewöhnlich vorkommenden Belastungen auszuhalten.

Mit Bezug auf die Decksbalken für eiserne Decks verweisen wir auf das, was wir im vierten Kapitel (auf Seite 60) gesagt haben und das hier noch einmal kurz zusammengefasst werden soll:

Die Balken der eisernen Decks von grösseren Schiffen werden meistens aus Wulsteisen mit zwei Winkeleisen an dessen Oberkante, oder aus Wulst-T-Eisen hergestellt, ganz analog den Balken für hölzerne Decks, nur ist die Höhe des Wulsteisens etwas geringer und die Winkeleisen an der Oberkante sind etwas leichter, weil die eiserne Decksbeplattung als oberer Gurt des Balkenträgers angesehen werden kann, der wesentlich zur Festigkeit mit beiträgt. Diese beiden Balkenconstructions wendet man gewöhnlich bei Schiffen über 12,8 m Breite an. Bisweilen giebt man den Wulsteisenbalken nur ein Winkeleisen an der Oberkante, indem man von der Annahme ausgeht, dass der Balken an seiner oberen Kante schon hinreichend durch die Decksbeplattung verstärkt sei. Diese Construction besitzt jedoch den Nachtheil, dass der Balken vermöge seiner unsymmetrischen Form immer die Tendenz zeigt, sich zu neigen.

Beträgt die Dicke der Decksbeplattung über 10 mm, oder ist das Verdeck mit hölzernen Planken bekleidet, so erachtet man es für genügend, wenn an jedem zweiten Spant ein Balken angebracht wird. Ist jedoch die Plattendicke geringer und ist das Deck dabei nicht mit einem Holzbelag versehen, so bringt man an jedem Spant einen Balken an, der aber dann meistens bloss aus einfachem Winkeleisen besteht, vorausgesetzt, dass die Breite des Schiffes ein von den Classifications-Instituten festgestelltes Maass ($12,2$ bis $12,8$ m) nicht überschreitet.

Es ist besondere Sorgfalt darauf zu legen, dass die Stösse der Decksbeplattung sowohl mit denjenigen der betreffenden Stringerplatte und des Scheerganges, als auch unter sich gut verschliessen. Die Anordnung ist daher so zu treffen, dass die Laschungen der Stringerplatte und der anstossenden Decksplatten wenigstens um zwei Spantendistanzen voneinander entfernt liegen, und dass zwischen den Stössen des Scheerganges und des ersten Decksplattenganges mindestens eine Spantendistanz vorhanden ist. Die Entfernung zwischen den Laschungen des Scheerganges und denjenigen der Stringerplatte muss, wie schon früher bemerkt, gleichfalls wenigstens zwei Spantendistanzen betragen. Für die Eintheilung der Stösse der Decksplatten untereinander gilt eine ähnliche Regel. Der Stoss des Nachbarganges soll um zwei Spantendistanzen entfernt liegen, der des zweiten Ganges um eine Spantendistanz und erst der Stoss des dritten Ganges darf mit dem des ersten wieder in derselben Linie liegen.

Es ist das eine ganz ähnliche Anordnung, wie wir sie später bei der Aussenhautbeplattung wieder antreffen werden.

Man muss immer zu vermeiden suchen, eine Stossfuge gerade an die Ecke einer grösseren Luke zu bringen, da dieser Punkt erfahrungsmässig immer einer starken Beanspruchung ausgesetzt ist, welche leicht Begebungen und Leckagen verursachen kann. Das Gesagte gilt vorzugsweise von den grossen Luken, die mittschiffs angeordnet sind.

Bei grossen Schiffen genügt jedoch diese Vorsichtsmassregel nicht mehr; man muss hier vielmehr für eine besondere Verstärkung der Decksbeplattung an den Ecken der mittschiffs liegenden Luken sorgen. In welcher Weise dies gewöhnlich geschieht, zeigt Fig. 1 auf Taf. XII, die die Beplattung des Oberdecks eines grösseren Dampfers darstellt. Die Verbindung der parallelen, längsschiffs laufenden Plattengänge ist durch Ueberlappung hergestellt, und nur bei den mit *a, a, a . . .* bezeichneten Längsnähten, die an den Ecken der Luken endigen, stossen die Platten stumpf aneinander und sind durch einen auf der unteren Seite der Beplattung längsschiffs liegenden Plattenstreifen verbunden. Hierdurch erhält die Decksbeplattung eine glatte Oberfläche, so dass die in der Figur mit *b, b, b . . .* bezeichneten Doppelungsplatten gleichmässig auf den Decksplatten aufliegen können. Diese Doppelungsplatten werden gewöhnlich von einer solchen Länge gemacht, dass die in der Nähe der Lukenecken liegenden Quernähte *c, c, c . . .* der Decksbeplattung mit bedeckt

werden. An diesen Quernähten müssen die Decksplatten immer stumpf gegeneinander stossen und mit einer an der Unterseite liegenden Lasche verbunden werden, um auch hier, wegen der anzubringenden Doppelung, eine glatte Decksfläche zu schaffen. Bei Dampfern, die mit einer langen, bis vor die Maschinen- und Kesselräume reichenden Poop versehen sind, wird es meistens als nothwendig erachtet, die Doppelung an der hinteren Ecke der „grossen Luke“ (in der Figur mit *L* bezeichnet) ein Stück bis in die Poop hinein fortzusetzen, weil in der Nähe des sogenannten Frontschottes (das Schott, das die Poop vorn abschliesst) die Beanspruchung des Schiffes erfahrungsgemäss am grössten ist.

Die Quernähte der Decksbeplattung, die nicht durch Doppelungen bedeckt werden, sind bei dem hier dargestellten Deck als Ueberlappungen hergestellt. Diese Ausführungsform erfordert ungefähr nur die halbe Anzahl Niete, die bei einer Verbindung durch Laschen nöthig ist und ermöglicht auch eine Ersparniss an Material, die beiläufig dem halben Gewichte der sonst erforderlichen Laschen entspricht. Wenn die Decksbeplattung keinen Holzbelag erhalten soll, so wird sich diese Bauweise aus den angegebenen Gründen immer empfehlen; sie hat aber Uebelstände, wenn ein hölzernes Deck auf der Beplattung angebracht werden soll, weil die Planken an der Ueberlappungsstelle der Platten entsprechende Einkerbungen erhalten müssen.

Wenn zwei oder noch mehr Luken in kurzen Abständen hintereinander angeordnet sind, so lässt man gewöhnlich, wie das auch in Fig. 1 auf Taf. XII dargestellt ist, die Doppelung an der Ecke der einen Luke bis zur nächsten in einem Stücke durchlaufen, weil auf diese Weise, ohne nennenswerthen Aufwand von Material, ein wesentlich stärkerer Verband hergestellt wird.

Der grosse Vorzug der eisernen Oberdecks ohne Holzbeplankung besteht darin, dass sie immer dicht bleiben, und dass Unterhaltungsreparaturen, wie sie bei hölzernen Decks erforderlich werden, ausgeschlossen sind. Hingegen ist die Glätte der eisernen Decks ein grosser Nachtheil. Dieselbe wird namentlich bei nassem Wetter oder gar bei Schnee so bedeutend, dass sich die Mannschaft kaum auf den Füßen halten kann. Man hat versucht, diesem Uebelstande auf die verschiedenste Weise abzuhelfen: so wendet man vielfach statt der gewöhnlichen glatten Bleche sogenannte Riffelbleche zur Decksbeplattung an, d. h. Bleche, die mit ungefähr 2 mm hohen Rippen versehen sind. Fig. 14 auf Taf. X zeigt die Ansicht und den Durch-

schnitt eines Stück Riffelbleches in etwa halber natürlicher Grösse. Der erwähnte Uebelstand wird jedoch auch hierdurch nicht ganz beseitigt, und man giebt deshalb häufig einem solchen aus Riffelblechen hergestellten Deck einen dünnen Ueberzug aus Cement, der die kleinen vertieften Vierecke in den Platten gerade ausfüllt. Dieses Verfahren ist nicht ohne Nutzen, obgleich es die Glätte des Decks auch nicht völlig aufhebt.

Ein anderer grosser Uebelstand eines eisernen Decks ohne Holzbelag ist die Ansammlung von Schwitzwasser an seiner Unterseite. Diese Erscheinung erklärt sich auf folgende Weise: Da das Eisen ein guter Wärmeleiter ist, wird sich im Innern des Schiffsraumes während des Tages bei starkem Sonnenscheine eine sehr hohe Temperatur entwickeln, wodurch die eingeschlossene Luft in Folge der Verdunstung der in der eingenommenen Ladung immer enthaltenen Feuchtigkeit einen hohen Gehalt an Wasserdampf aufnimmt. Mit Eintritt der niedrigeren Abendtemperatur kühlt das eiserne Deck schnell ab und die Wasserdämpfe im Innern condensiren sich an der unteren Seite des Decks, von wo das angesammelte Schwitzwasser auf die Ladung niedertropft und diese beschädigt. Der Vorgang wiederholt sich am nächsten Tage in derselben Weise, und so kommt es, dass nach einer langen Reise, namentlich in den tropischen Gewässern, die Ladung unter dem Einflusse des Schwitzwassers nicht unerheblich leidet. Eiserne Decks ohne Holzbelag werden deshalb meistens nur bei solchen Schiffen angewendet, die bestimmt sind, eine Ladung zu führen, die durch Schwitzwasser nicht beschädigt wird, also namentlich Kohlen und Erze. — Diese nachtheilige Erscheinung kann sehr abgeschwächt werden, indem man für eine gute Ventilation des Schiffsraumes sorgt.

Man hat in neuerer Zeit vielfach versucht, den eisernen Decks einen Ueberzug zu geben, der einestheils als schlechter Wärmeleiter das Ansammeln von Schwitzwasser verhindert und andernteils eine rauhe Oberfläche bietet. Das einzige Material, welches sich hierzu einigermassen eignet, ist der Asphalt. Derselbe darf jedoch nur von einer weicheren Qualität gewählt werden, um auch bei niedriger Temperatur den erforderlichen Grad von Nachgiebigkeit und Biegsamkeit zu sichern. Dies bringt aber wieder den Nachtheil mit sich, dass der Asphalt in warmem Wetter sehr weich wird, und sich also durchaus nicht für solche Schiffe eignet, welche in einem heissen Klima verkehren. Die Verwendung dieses Materials ist daher nur eine sehr beschränkte. Es wäre zu wünschen, dass es bald gelingen

möchte, einen andern geeigneten Ueberzug für eiserne Oberdecks zu finden, damit wir die gewöhnlichen hölzernen Decks nicht mehr nöthig hätten, für welche das erforderliche Material nur noch mit grossen Kosten zu beschaffen ist. Heute stellt sich bereits ein eisernes Deck billiger im Preise als ein hölzernes, und wenn man im Stande sein würde, durch einen billigen Ueberzug die beiden erwähnten Uebelstände zu beseitigen, so würde es Niemandem mehr einfallen, noch ein hölzernes Deck anzuwenden, welches durch Auftrocknen und Leckwerden häufig Veranlassung zur Beschädigung der Ladung und zu Reparaturen giebt.

Die hier erwähnten Nachtheile gelten nur für eiserne Oberdecks und kommen für ein aus Eisen hergestelltes Zwischendeck ohne Holzbeplankung nicht in Betracht.

Die Zwischendecks der Frachtdampfer werden daher in neuerer Zeit fast ausnahmslos mit einer eisernen Beplattung ohne Holzbelag hergestellt, da sich, wie schon erwähnt, bei heutigen Preisverhältnissen ein eisernes Deck in den Kosten niedriger stellt als ein hölzernes.

Eisendecks mit Holzbeplankung. Auf Passagierschiffen und den besseren Frachtdampfern, welche aus Gründen der Festigkeit ein eisernes Oberdeck erhalten müssen, wird dieses mit einem Holzbelag versehen, d. h. auf der eisernen Beplattung werden in ganz ähnlicher Weise, wie bei einem gewöhnlichen hölzernen Deck, Decksplanken angebracht. Der Zweck, den man damit erreichen will, ist einfach der, die beiden oben erwähnten Nachtheile der eisernen Decks zu vermeiden, d. h. eine Oberfläche zu erzielen, auf welcher Passagiere und Mannschaft weniger leicht ausgleiten, und dann, das eiserne Deck mit einem schlechten Wärmeleiter zu überziehen, um das Ansetzen von Schwitzwasser an der unteren Seite des Decks zu vermeiden.

Die Decksplanken, welche zum Belegen eines eisernen Decks bestimmt sind, haben im Allgemeinen dieselben Dimensionen, wie diejenigen der hölzernen Decks, nur wird ihre Dicke gewöhnlich um circa 13 mm geringer gewählt, als für einfache hölzerne Decks, was auch insofern gerechtfertigt erscheint, als die darunter liegende eiserne Beplattung die Decksplanken wesentlich stützt und diese auch schon bei der verminderten Dicke befähigt, etwaigen stärkeren localen Belastungen zu widerstehen.

Als Material zur Beplankung eiserner Decks können dieselben Holzgattungen dienen, welche für hölzerne Decks Verwendung finden;

meistens giebt man jedoch dem Teakholz wegen seiner Eigenschaft, sich in Verbindung mit Eisen besonders gut zu conserviren, den Vorzug, und es kann wohl behauptet werden, dass bei allen gut ausgeführten Schiffen, und namentlich bei allen Passagierdampfern, die eisernen Decks mit Teakholz beplankt sind. Als eine Nothwendigkeit kann die Verwendung des Teakholzes jedoch nicht angesehen werden, denn auch die föhrenen Planken halten sich auf einem eisernen Deck leidlich gut, wenn nur das Eisen und die Planken vor dem Einlegen der letzteren regelrecht mit Oelfarbe oder einem anderen Schutzmittel gestrichen waren.

Bei eisernen Decks, die mit Holz beplankt werden sollen, wird gleichfalls auf der Stringerplatte entlang ein Rinnsteinwinkeleisen angebracht, gegen welches, ebenso wie bei den gewöhnlichen hölzernen Decks, der Wassergang stösst.

Die Befestigung der Decksplanken geschieht, wie bei den gewöhnlichen Decks, mittels Schraubbolzen. Es besteht nur ein Unterschied mit Bezug auf die Anordnung der letzteren insofern, als man dieselben gewöhnlich nicht durch die Decksbalken, sondern nur durch die eiserne Decksbeplattung fassen lässt. Die Schraubbolzen zur Befestigung der Planken werden nämlich dicht neben den Balken angeordnet, entweder bloss auf der einen Seite derselben, oder abwechselnd auf der einen und andern Seite. Wenn man die Schraubbolzen so anbringt, dass sie nicht nur durch die Decksbeplattung, sondern auch noch durch den Flansch des Decksbalkens reichen, so hat das mancherlei Nachtheile. Es wird dadurch, wenn der Balken mit nur einem Winkeleisen an der Oberkante versehen ist, oder überhaupt nur aus einem einfachen Winkeleisen besteht, die Decksbeplattung nicht unwesentlich geschwächt, weil man immer zwischen den Nieten, welche zur Befestigung der Decksplatten dienen, noch Löcher für die Schraubbolzen der Planken anbringen muss. Ist der Decksbalken mit einem doppelten Flansch an der Oberkante versehen, hat er also zwei Winkeleisen, oder ist er aus Wulst-T-Eisen hergestellt, so ist dieser Uebelstand weniger von Belang, weil man dann die Niete und Schraubbolzen auf beiden Seiten des Flansches vertheilen kann. Ein weiterer Nachtheil wird bei dieser Befestigungsmethode jedoch dadurch hervorgerufen, dass sich die Muttern der Schraubbolzen nicht an der unteren Seite des Decks abdichten lassen. Bei einer etwaigen Undichtigkeit würde daher das Wasser zwischen der Decksbeplattung und den Balken hindurch seinen Weg suchen ohne dass man diesem Uebel abhelfen kann; sind jedoch die Schraub-

bolzen nur in der freien Platte angeordnet, so kann man zwischen Mutter und Platte eine kleine Unterlegscheibe und geeignetes Dichtungsmaterial anbringen.

Die Decksplanken versteifen die Decksbeplattung wesentlich gegen Durchbiegung und Ausbeulen, weshalb auch meistens die Classifications-Institute eine Verringerung der Dicke der Decksbeplattung von ungefähr $1\frac{1}{2}$ mm gegenüber den eisernen Decks ohne Holzbelag gestatten. Dies ist natürlich nur dann gerechtfertigt, wenn die Decksplanken in der Mitte zwischen zwei Balken mit der Beplattung verschraubt sind.

Für die Anordnung, bezw. den Verschuss der Stösse der auf einem eisernen Deck anzubringenden Decksplanken gilt dasselbe, wie für gewöhnliche hölzerne Decks, nur ist man hier nicht unbedingt gebunden, den Stoss auf einen Balken anzubringen, vielmehr wird derselbe meistens zwischen zwei Balken gelegt. Ein Ueberplatten der Decksplanken ist hier nicht mehr erforderlich, da die Befestigungsschrauben immer genügend weit vom Ende abstehen können, um ein Aufspalten der Planken zu vermeiden.

Es ist üblich, jeder zweiten Planke eine Befestigungsschraube genau in der Mitte zwischen den Balken zu geben, wodurch man beabsichtigt, die Decksbeplattung gegen Ausbeulen zu schützen.

Die Stösse eines eisernen Decks müssen auch dann noch gut verstemmt werden, wenn dasselbe mit einem Holzbelag versehen ist, so dass bei einer Undichtigkeit des Plankenbelages nicht so leicht eine Leckage zu befürchten ist.

Die zur Verstärkung der grösseren Schiffe bestimmten eisernen Decks sind Constructionstheile, die erst zur Anwendung gelangten, nachdem der Eisenschiffbau schon ziemlich in seiner Entwicklung vorwärts geschritten war, doch erst durch Einführung derselben ist es möglich geworden, mit der Längendimension der Dampfer soweit zu gehen wie jetzt üblich, ohne dass man Bedenken mit Bezug auf die Längsschiffsfestigkeit zu haben braucht. Die Einführung der eisernen Decks bildet daher einen sehr wichtigen Abschnitt in der Geschichte des Eisenschiffbaues.

Ein mit einem eisernen Deck versehenes Schiff kann mit Rücksicht auf seine Festigkeit als ein hohler Blechträger, der bald von oben nach unten, bald umgekehrt in Anspruch genommen wird, angesehen und als solcher beurtheilt werden. Diese Anschauungsweise führt uns ohne Weiteres zu dem Schlusse, dass eine vortheilhafte Materialvertheilung für die Längsschiffsfestigkeit nur dann vorhanden

ist, wenn die Decksbeplattung einen ebenso grossen Querschnitt, als die Bodenbeplattung hat, wodurch die Lage der neutralen Achse des Hauptspantes möglichst auf die halbe Höhe des Schiffes gebracht wird. Dies würde daher auch bedingen, dass die Decksbeplattung neben den Luken eine wesentlich grössere Dicke als die Bodenbeplattung haben sollte (vergleiche das auf Seite 95 bei Besprechung der Stringerplatten Gesagte). Wenn man nun auch als zweckmässig einräumen kann, der Bodenbeplattung insofern eine etwas grössere Dicke zu geben als der Decksbeplattung, weil erstere den Wasserdruck auszuhalten hat, und durch die Einwirkung des Seewassers einer grösseren Abnutzung unterworfen ist, so ist doch bei der gegenwärtigen Praxis der Unterschied in den Plattenstärken noch viel zu gross, um von einer für die Längsschiffsfestigkeit zweckmässigen Materialvertheilung sprechen zu können. Man kann allerdings, wenn man die Entwicklung des Schiffbaues in der Neuzeit aufmerksam verfolgt, das Bestreben bemerken, die eisernen Decks immer stärker zu construiren, aber man geht dennoch hierin meistens nicht so weit, wie das den Grundsätzen der Festigkeitslehre entsprechen würde. — Eine Erklärung für diesen Mangel in der Construction kann nur in dem Bestreben des Schiffbauers gesucht werden, den oberen Theil des Schiffskörpers möglichst wenig zu belasten, um nicht die Stabilität zu beeinträchtigen. Dieser Grund ist jedoch durchaus nicht stichhaltig, da man unter normalen Verhältnissen die Breitendimension eines Schiffes so gross annehmen kann, dass die Stabilität eine genügende wird.

Unsere jetzt übliche Construction der eisernen Decks ist jedoch nicht allein mit Rücksicht auf die Plattendicke mangelhaft, sondern dieselbe ist auch noch mit Bezug auf andere Gesichtspunkte verbesserungsbedürftig.

Während wir bei der Construction des Schiffsboden durch Anbringung von Seiten- und Kimm-Kielschweinen die nöthigen Massregeln getroffen finden, um diesen Theil des Schiffes gehörig zu verstärken, so dass er durch diese Längsverbände befähigt ist, localen Beanspruchungen zu widerstehen und das Ausbeulen der Beplattung bei starken Druckspannungen zu verhindern, vermissen wir entsprechende Constructionstheile bei den eisernen Decks. Da die Decksbeplattung in vielen Fällen nur auf eine doppelt so grosse Distanz durch die Decksbalken unterstützt wird, wie das bei der Seiten- und Bodenbeplattung durch die Spanten der Fall ist, so wäre es schon aus diesem Grunde nothwendig, geeignete Längsverbände anzuordnen. —

Das Streben nach Vervollkommnung im Eisenschiffbau hat uns im Allgemeinen die Erscheinung gebracht, den Längsverbänden immer grössere Aufmerksamkeit zu schenken und die Querverbände denselben mehr und mehr unterzuordnen. Mit Bezug auf die Deckconstruction ist dieses Prinzip jedoch bis jetzt nur in vereinzelt Fällen zur Anwendung gekommen.

Eine sehr starke Deckconstruction ist beim „Great-Eastern“ angewendet worden. Sein Oberdeck bestand in einer doppelten Beplattung, die durch Längsrippen (in ähnlicher Weise wie bei der Doppelbodenconstruction nach dem Zellsystem) miteinander verbunden waren. Für Schiffe von geringeren Dimensionen liesse sich allerdings diese Bauweise nicht anwenden, weil der Abstand zwischen den doppelten Decksbeplattungen auch hier immer so gross sein müsste, dass sich ein Mann zwischen denselben bewegen könnte und dadurch zuviel Raum verloren ginge.

Bei der jetzt üblichen Bauart der modernen grossen Passagierdampfer sucht man die nöthige Festigkeit an dem oberen Theile dadurch zu erreichen, dass man den Scheergang und die Stringerplatten mit starken Doppelungsplatten versieht, während man auf eine geeignete Versteifung des Oberdecks weniger Werth legt. Ist es schon nicht leicht, eine gute Vernietung zweier Platten von der bei grossen Schiffen erforderlichen Dicke auszuführen, so ist es noch weit schwieriger drei oder vier Lagen starker Platten, wie das bei der Anordnung von Verdoppelungen nöthig wird, durch Niete zu vereinigen. Man sollte daher namentlich bei grossen Dampfern darauf bedacht sein, die erforderliche Längsschiffsfestigkeit mehr durch eine geeignete Verstärkung der eisernen Decks, als durch Anbringung von Doppelungen der Stringerplatte und des Scheerganges zu erreichen.

Wie wir aus dem Gesagten gesehen haben, fällt den eisernen Decks die Aufgabe zu, den grössten Theil der an der Oberkante eines Schiffskörpers auftretenden Zug- und Druckspannungen aufzunehmen.

Hieraus folgt, dass die Verbindung des Decks mit den übrigen Theilen des Schiffskörpers eine genügend starke sein muss, um diese Spannungen übertragen zu können. Es kommt also namentlich darauf an, die Vernietung der Decksbeplattung mit der Stringerplatte, sowie dieser letzteren mit den Aussenhautplatten besonders stark herzustellen. Unter Umständen ist es daher zu empfehlen, die Längsnaht, welche die erste Decksplatte mit der Stringerplatte verbindet, als doppelte Nietung herzustellen, und die Stringerplatte nicht nur

durch ein Winkeleisen (den Stringerwinkel) mit dem Scheergange zu verbinden, sondern auch kurze, von Spant zu Spant reichende Winkel anzubringen, welche an der unteren Seite der Stringerplatte liegen. Bei der jetzt üblichen Constructionsweise, welche dem Deck mit Bezug auf die Längsschiffsfestigkeit noch nicht seine volle Bedeutung beilegt, ist wohl meistens die jetzt gebräuchliche einfache Vernietung der Längsnaht des Decks und die Verbindung der Stringerplatte mit dem Scheergang genügend; wenn aber mit dem Fortschritte im Schiffbau die Deckconstruction immer mehr und mehr verstärkt wird, wie das gar nicht ausbleiben kann, so muss auf die erwähnten Nietverbindungen viel mehr Aufmerksamkeit gerichtet werden, als dies jetzt der Fall zu sein pflegt.

Es ist in der Angriffsweise der bei einem im Seegang arbeitenden Schiff auftretenden Kräfte begründet, dass die Spannungen, welche eventuell von der Decksbeplattung aufgenommen werden sollen, dieser zunächst durch die Stringerplatte übermittelt werden, wodurch die Thatsache bedingt ist, dass die Stringerplatte stärker in Anspruch genommen wird, als die Decksbeplattung selbst. Wenn es hiernach nun auch als gerechtfertigt erscheint, die Stringerplatte stärker zu wählen als die Decksbeplattung, so führt doch ein grösserer Unterschied in den Dicken dieser Theile bisweilen zu Unzuträglichkeiten. Es kann nicht ausbleiben, dass sich bei einer sehr starken Beanspruchung des Schiffskörpers die Stossfugen der Stringerplatte etwas öffnen. Da nun letztere mit der anliegenden, wesentlich schwächeren Decksbeplattung durch eine Längsvernietung verbunden ist, so wird diese gleichfalls in Mitleidenschaft gezogen, und bisweilen zeigt sich in Folge dessen, unmittelbar neben dem geöffneten Stoss der Stringerplatte, ein Riss in der Decksbeplattung. Die Erscheinung an sich ist allerdings zunächst dadurch bedingt, dass die Vernietung der Stösse in der Stringerplatte nachgiebt; das lässt sich aber nicht immer vermeiden, und deshalb muss für genügende Stärke der benachbarten Platten gesorgt werden. Es ergiebt sich also aus diesen Beobachtungen die Regel, den Unterschied in den Plattendicken zweier nebeneinander liegenden Plattengänge möglichst gering zu machen. Es würde sich daher bei der Decksbeplattung empfehlen, die Plattendicke der einzelnen Gänge, von der Stringerplatte beginnend nach der Mitte zu, gar nicht oder doch nur ganz allmählich abnehmen zu lassen.

Wir werden bei Besprechung der Aussenhautbeplattung auf ähnliche Verhältnisse stossen.

Bei den jetzt allgemein üblichen Constructionen erhalten die grösseren Schiffe nicht bloss ein eisernes Oberdeck, sondern das zweite und wohl auch das dritte Deck werden mit einer eisernen Beplattung versehen. Wir haben schon wiederholt darauf hingewiesen, in welcher wirksamer Weise ein eisernes Oberdeck das Widerstandsmoment des Schiffsquerschnitts erhöht, und auch die Anwendung einer eisernen Beplattung des zweiten Decks wird, wenigstens bei Schiffen von grosser Tiefe, in dieser Richtung noch vortheilhaft sein. Hingegen wird es für die Festigkeit eines Schiffes gegen Aufbuchten und Durchsacken ziemlich gleichgültig sein, ob auch das dritte bei grossen Schiffen vorhandene Deck von Eisen hergestellt ist, da dasselbe fast immer in unmittelbarer Nähe der neutralen Achse liegt und im Maschinen- und Kesselraume unterbrochen werden muss. Trotzdem kann es nicht als unzweckmässig angesehen werden, das dritte Deck auch mit einem Plattenbelag zu versehen, da hierdurch das Schiff an seinen Enden in seitlicher Richtung ganz wesentlich verstärkt wird. Dieser Umstand ist namentlich bei grossen Schraubenschiffen für die Verstärkung des Hinterschiffes von besonderer Wichtigkeit. Eine möglichst vortheilhafte Construction würde also bedingen, das meiste Material in den oberen Decks anzuhäufen, während man unter gewöhnlichen Verhältnissen den unteren eine um so geringere Dicke geben kann, je tiefer sie im Schiffe angeordnet sind, bezw. je näher sie der neutralen Achse liegen.

Achtes Kapitel.

Die wasserdichten Schotte.

Unter der Bezeichnung „Schotte“ versteht man bei eisernen Schiffen aus Platten hergestellte und mit Winkeleisen verstärkte Wände, welche in der Regel in einer Spantenebene, also rechtwinkelig zur Längsachse des Schiffes angeordnet sind und somit den Schiffsraum seiner Länge nach in mehrere kleinere Räume, sogenannte Abtheilungen, zerlegen. In der Mehrzahl der Fälle werden diese Schotte so hergestellt, dass sie einen wasserdichten Abschluss der einzelnen Abtheilungen bilden.

Bei Segelschiffen gilt es als allgemeine Regel, wenigstens ein solches Schott, das „Collisionsschott“, in kurzer Entfernung vom Vordersteven anzubringen, um im Falle einer Beschädigung des Vorderschiffes durch Collision das Wasser zu verhindern, direct in den Laderaum einzudringen. Dieses Schott sowohl, als auch das etwa noch in kurzer Entfernung vom Hintersteven angeordnete, haben hier auch noch den Zweck, die engen und schwer zugänglichen Räume an den beiden äussersten Schiffsenden, welche sich nicht zur Aufnahme von Gütern eignen, von dem eigentlichen Laderaume abzutrennen.

Bei Dampfern bringt man ausser den beiden in ähnlicher Weise wie bei den Segelschiffen, an den äussersten Enden angeordneten Schotten noch solche unmittelbar vor und hinter dem Maschinen- und Kesselraume an, um die Lade- bzw. die Passagierräume in geeigneter Weise von jenen abzutrennen und um im Falle eines Leckes im hinteren oder vorderen Laderaume einen Uebertritt des Wassers in den Maschinenraum zu verhindern. Wir finden daher in jedem Dampfschiffe wenigstens vier Schotte; grössere Dampfer erhalten jedoch meistens fünf bis sechs oder eine noch höhere Anzahl.

Bisweilen kommen auch bei den zu besonderen Zwecken bestimmten Fahrzeugen, z. B. bei den Petroleum- und Zweischraubendampfern noch solche Schotte vor, welche in der Richtung der Mittellinie oder parallel zu dieser angeordnet sind und deshalb „Längsschotte“ genannt werden; wenn man jedoch von „Schotten“ im Allgemeinen oder auch von „wasserdichten Schotten“ spricht, so versteht man immer nur die eingangs erwähnten querschiffs liegenden Schotte darunter.

Jedes Schott wird immer an einem Spant befestigt.

Die Dicke der Platten schwankt, je nach der Grösse des Schiffes, ungefähr zwischen 5 und 13 mm, und zwar wird der untere Theil des Schottes, etwa bis zur Höhe der tiefgeladenen Wasserlinie, gewöhnlich 1—3 mm dicker gemacht, als der obere, weil ersterer einem grösseren Drucke ausgesetzt wird als der letztere, wenn sich die benachbarte Abtheilung aus irgend einer Ursache mit Wasser füllen sollte. Das Schott schliesst sich mit seinem unteren Theile entweder an eine gewöhnliche Bodenwrange, wie das in Fig. 3 und 7 auf Taf. XI dargestellt ist, oder an eine solche von grösserer Höhe als die übrigen an, eine Construction, welche Fig. 2 auf Taf. XI erläutert.

Die einzelnen Platten des Schottes sind, unter Beobachtung eines guten Verschusses in den Stössen, wie aus der Fig. 2 auf Taf. XI ersichtlich, meistens in horizontalen Streifen angeordnet, und durch verticale und horizontale Winkeleisen oder Träger von einem anderen geeigneten Profile verstärkt. Hierbei ist die Anordnung eine derartige, dass immer abwechselnd ein Plattenstreifen direct an den verticalen Versteifungswinkeln anliegt, während der nächstfolgende, darüber oder darunter liegende Streifen um die Plattendicke von dem Winkeleisen absteht. Der hierdurch entstehende Raum zwischen Platte und Winkel wird mit Flacheisenstücken, von der Breite des betreffenden Winkeleisenschenkels und von der Dicke der Platten, ausgefüllt.

Die Vernietung der einzelnen Plattenstreifen untereinander, sowie mit der Oberkante des Bodenstückes ist meistens nur eine einfache und auch die Laschen der verticalen Stossfugen sind gewöhnlich nur einfach vernietet. Dies erscheint auch insofern gerechtfertigt, als die Beanspruchung der Platten nie eine sehr grosse wird und namentlich auch die Vernietung mit dem betreffenden Spant stets nur einfach sein kann.

Jedes Schott muss in geeigneter Weise versteift werden, um

dem von einer Seite durch Wasser oder durch eine lose Ladung ausgeübten Druck widerstehen zu können.

In der Praxis kommen zwei verschiedene Arten von Schottversteifungen in Betracht.

Bei der älteren und jetzt auch noch von den Classifications-Instituten für Frachtdampfer und Segelschiffe zugelassenen Ausführungsweise besteht die Versteifung auf der einen Seite des Schottes aus senkrechten, in Abständen von beiläufig 75 cm angeordneten Winkel-eisen von dem Profile der Spanten. Auf der anderen Seite des Schottes werden in Abständen von 1,2 m ebensolche Winkel in wag-rechter Richtung angebracht. — Zwei auf diese Weise versteifte Schotte sind in Fig. 2 und 7 auf Taf. XI dargestellt. Bei grösserer Raumtiefe schreiben die Classifications-Institute etwas schwerere Versteifungen vor. Das Schott erhält dann auf der einen Seite ausser den senkrechten Versteifungswinkeln, je nach der Grösse des Schiffes ein bis fünf schwere, senkrechte Versteifungen, die die Form eines aufrecht stehenden, aus einer Platte mit vier Winkeln zusammengesetzten Doppel-T-Träger besitzen. Diese Träger ähneln also gewissermassen den früher besprochenen Rahmenspanten. Ist nur ein solcher Träger vorgeschrieben, so wird er natürlich in der Mitte des Schottes angeordnet, sind zwei oder mehr erforderlich, so werden sie über die Schiffsbreite in gleichen Abständen vertheilt. Diese senkrechten Träger werden an ihren oberen Enden durch Knieplatten mit dem darüber befindlichen eisernen Deck und an den unteren Enden mit dem Doppelboden verbunden. — Wenn in einem Schiffe die von den Classifications-Instituten für die unteren Räume vorgeschriebene Balkenlage nicht mit einem Deck versehen wird, das das Schott stützen kann, oder wenn die Raumbalken ganz in Wegfall kommen und durch Rahmenspanten ersetzt werden, so ist in der Höhe der sonst erforderlichen Balkenlage am Schott ein starker wagrechter Träger anzubringen. Dieser Träger besteht aus einer wagrechten Platte, die gewissermassen ein Stück Decksbeplattung von einer Länge darstellt, die ein bis zwei Spantenentfernungen entspricht. An der einen Seite ist diese wagrechte Platte durch einen starken Winkel mit dem Schott verbunden und auf der anderen, freien Seite ist die Platte mit einem regelrechten Decksbalken aus T-Bulb- oder U-Eisen verbunden. — Eine solche horizontale Versteifung ist in Fig. 3 auf Taf. XII dargestellt.

Diese hier soeben geschilderte Versteifungsweise ist jedoch nicht immer genügend, um dem Schott die nöthige Widerstandsfähigkeit

zu geben, wenn sich die benachbarte Abtheilung des Schiffes mit Wasser füllt. Es sind deshalb von Seiten der Seeberufsgenossenschaft für die Post- und Passagierdampfer wesentlich schwerere Schottversteifungen vorgeschrieben worden, wie sie in Fig. 5 und 2 auf Taf. XII dargestellt sind. Wie aus der Zeichnung ersichtlich, ist der unter dem obersten Deck liegende Theil des Schottes durch senkrecht stehende Winkeleisen, die unter Umständen noch ein etwas kleineres Profil als die Spantwinkel haben, versteift. Der unter dem zweiten Deck liegende Theil des Schottes ist zunächst, an Stelle des fehlenden Decks, durch einen breiten Balken gestützt, wie das schon früher erläutert wurde. Der zwischen diesem Balken und dem darüber befindlichen Deck liegende Theil ist gewöhnlich durch schwerere Winkel als die der Spanten versteift, und endlich der Theil unter dem horizontalen Träger ist durch senkrecht stehende U-Eisen gestützt, die oben mit dem horizontalen Träger und unten mit dem Doppelboden durch Knieplatten verbunden sind.

Fig. 5 und 6 auf Taf. XII stellen zwei Schotte von gleicher Form und Grösse dar und zeigen deutlich den Unterschied in der Versteifungsweise. Fig. 6 zeigt ein Schott mit den gewöhnlichen von den Classifications-Instituten vorgeschriebenen Versteifungen und Fig. 5 stellt ein Schott mit den nach den Vorschriften der Seeberufsgenossenschaft erforderlichen Versteifungen dar.

Die Schotte werden an ihrer Oberkante meistens mit zwei Winkeleisen versehen, deren horizontale Schenkel als Auflagerungsfläche für das betreffende Deck dienen, gleichgültig ob letzteres aus Eisen oder Holz hergestellt ist. Man wählt für diese Winkeleisen gewöhnlich dasselbe Profil, wie für die Spanten.

Sind eiserne Zwischendecks vorhanden, so lässt man dieselben ununterbrochen über die ganze Länge des Schiffes durchlaufen und stellt das Schott der Höhe nach aus mehreren Stücken her, indem man dasselbe bis dicht unter das betreffende eiserne Zwischendeck führt, mit welchem es durch ein oder zwei an der unteren Seite des letzteren befindliche Winkeleisen vernietet ist. Der sich unmittelbar über dem Zwischendeck fortsetzende Theil des Schottes ist an seiner Unterkante in ganz analoger Weise durch Winkeleisen mit der Decksbeplattung verbunden. Diese Construction ist aus Fig. 5 auf Taf. XI ersichtlich.

Besteht das Zwischendeck nur aus einer Holzbeplankung, so lässt man das Schott von oben nach unten ohne Unterbrechung durchlaufen und das hölzerne Deck stumpf gegen das Schott stossen. Um den

Decksplanken in diesem Falle eine geeignete Auflagerung zu geben, ist es erforderlich, an jeder Seite des Schottes, über seine ganze Breite, ein Winkeleisen anzunieten, welches in einer der Decksbalkenbucht entsprechenden Curve gebogen ist. Das Profil dieses Winkel eisens darf nicht zu klein sein, namentlich ist es erforderlich, dem horizontalen Schenkel eine beträchtliche Breite zu geben, damit die zur Befestigung dienenden Decksschrauben die Enden der Decksplanken noch fassen können. Der horizontale Schenkel erhält daher eine Breite von wenigstens 10—15 cm. Bei dieser Construction, welche in Fig. 4 auf Taf. XI veranschaulicht ist, müssen übrigens die verticalen Versteifungswinkel bei dem Deck unterbrochen werden, was insofern kein Bedenken hat, als das Schott in der Höhe des Decks durch letzteres selbst in horizontaler Richtung hinreichend gestützt wird.

Die Schotte werden meistens zwischen den breiteren querschiffs liegenden Schenkeln von zwei nur um die Dicke der Schottplatten voneinander entfernt angeordneten Spantwinkeleisen vernietet, von welchen das eine mit dem schmälern Schenkel nach vorn und das andere nach hinten gerichtet ist, wie das auch aus Fig. 6 auf Taf. XI ersichtlich. — Die Figur stellt einen horizontalen Schnitt dar, in welchem die Aussenhaut mit *AA*, das Schott mit *PP* und die die Verbindung herstellenden Spantwinkel mit *SS* bezeichnet sind. — Bisweilen wird das Schott auch nur mit einem einfachen Spant vernietet; in diesem Falle bedient man sich jedoch gewöhnlich noch weiterer Hilfsmittel zu dessen Befestigung. Dieselben bestehen darin, dass man ungefähr in der Mitte jedes Plattenganges ein mit einer dreieckigen Platte versteiftes Winkeleisenknie anbringt, um das Schott zu stützen und zwar ordnet man immer abwechselnd ein Knie auf der Vorderseite und ein anderes auf der Hinterseite des Schottes an. Fig. 7 auf Taf. XI stellt ein derartiges mit Knieplatten befestigtes Schott dar.

Da ein Schott den Schiffsraum wasserdicht abschliessen soll, so muss auch das betreffende Spant, mit welchem das Schott vernietet ist, gegen die Aussenhautbeplattung wasserdicht abschliessen, wodurch bedingt wird, dass die Niete, welche die Aussenhautplatten mit dem Spant verbinden, in einem geringeren Abstand angeordnet werden, als das bei den übrigen Spanten der Fall ist. Wie leicht begreiflich, tritt hierdurch eine nicht unbedenkliche Schwächung der Aussenhaut ein, und es sind wiederholt Fälle zu verzeichnen, wo die Aussenhaut eines Schiffes bei einem Schott eingerissen ist, wenn

nicht die geeigneten Verstärkungen angebracht worden waren. Um die Anordnung dieser, an den Schotten nothwendig werdenden Verstärkungen zu erläutern, verweisen wir zunächst auf die Fig. 2 und 7 auf Taf. XI, aus welcher die Art und Weise der Anbringung der einzelnen Streifen der Aussenhautplatten (der sogenannten Plattengänge oder Plattenstrake) ersichtlich ist. Hiernach liegt immer ein Gang seiner ganzen Breite nach direct am Spantwinkeleisen, während der benachbarte um die Plattendicke vom Spant entfernt ist. Man unterscheidet daher sogenannte anliegende und abliegende Gänge, wie wir das noch später bei Besprechung der Aussenhautbeplattung ausführlich in Betracht ziehen werden. Da, wo sich nun ein Schott befindet, wird zwischen jedem abliegenden Gange und dem Spant eine Platte untergelegt, welche eine solche Länge besitzt, dass sie um eine Spantendistanz vor und um eine gleiche Entfernung hinter das Schott reicht, und die den Raum zwischen dem äusseren Plattengange und dem Spant in seiner vollen Breite ausfüllt. Die Platte fasst also der Länge nach über drei Spanten. Das Arrangement ist aus den Fig. 6 und 8 auf Taf. XI ersichtlich, von welchen die erste die betreffende Platte, die sogenannte Schottfüllplatte, im Durchschnitte und die letztere in der Ansicht darstellt. — Auf diese Weise erhält also jeder zweite Plattengang der Aussenhaut an dem Schottspant die doppelte Dicke, wodurch die Schwächung, die durch die enger gestellten Nietlöcher bedingt ist, wieder ausgeglichen wird.

Um den wasserdichten Abschluss des Schottes vollkommen zu sichern, ist es erforderlich, die soeben erwähnten Schottfüllplatten genau schliessend einzupassen. Soll die Arbeit gut und exact ausgeführt werden, so müssen die Kanten der Innengänge, sowie die der Füllplatten gehobelt und letztere genau eingepasst werden. Dies geschieht jedoch in der Praxis gewöhnlich nicht, und die Füllplatte wird nur insoweit eingepasst, als dies durch Beschneiden mit Hilfe der Blechscheere möglich ist. Die Dichtigkeit der Schotte lässt daher an dieser Stelle oftmals zu wünschen übrig.

Da die Entfernung der Niete an dem vorderen und hinteren Ende der Schottfüllplatten eine ebenso grosse, wie bei der Vernietung der gewöhnlichen Spanten mit der Aussenhaut, mithin also ziemlich beträchtlich ist, so kann von einem regelrechten Verstemmen an den Endkanten kaum die Rede sein. Zur Erzielung eines wasserdichten Abschlusses hilft man sich daher bisweilen dadurch, dass man zwischen das Schottspantwinkeleisen und die Schottfüllplatten sowohl, als zwischen diese letzteren und die Aussenhaut, mit dicker

Mennigfarbe getränktes Segeltuch oder Flanell legt und sich überhaupt zur Abdichtung der Beihilfe des Mennigkittes bedient. Ohne diese Hilfsmittel ist es selbst bei sehr guter Ausführung nur schwer möglich, die Schottfüllplatten dicht herzustellen. Es ist das ein Punkt, der ganz besondere Aufmerksamkeit verdient, da von der Dichtigkeit der Schotte bei einer Collision meistens die Sicherheit des Schiffes abhängt.

In neuerer Zeit werden die Schottfüllplatten vielfach in einer Form ausgeführt, wie sie in Fig. 9 auf Taf. XI dargestellt ist. Die Platten fassen bei dieser Ausführungsweise, wie aus der Zeichnung ersichtlich, nicht mehr unter das vor und hinter dem Schott liegende Spantwinkeleisen, so dass es möglich wird, die Kanten der Füllplatten gut zu verstemmen. Diese Construction beansprucht bei gleicher Festigkeit weniger Material und Gewicht, als bei den nach der zuerst erwähnten Ausführungsweise hergestellten Schottfüllplatten. Bei Schiffen, die mit einer grossen Anzahl Schotte versehen sind, ist diese Gewichtersparniss nicht unbedeutend.

Die Schottfüllplatten der sogenannten Petroleumdampfer, bei denen es ganz besonders auf Dichtigkeit der Schotte ankommt, werden immer in der zuletzt beschriebenen Weise ausgeführt.

Die Kielschweine, Stringer und sonstigen Längsverbindungen werden ohne Unterbrechung durch die Schotte hindurchgeführt und müssen in der Durchdringungsöffnung abgedichtet werden. Es ist dies, wie sich leicht denken lässt, eine Arbeit, die mit grosser Aufmerksamkeit ausgeführt werden muss, wenn ein vollkommen wasserdichter Abschluss erzielt werden soll.

Man hat in der Hauptsache zwei verschiedene Methoden, um die Längsverbindungen in einem Schott abzudichten. Entweder werden die betreffenden Theile mit einem genau passenden Winkeleisenkranz umgeben, welcher regelrecht verstemmt wird, oder es werden Bleche an jeder Seite des Schottes aufgenietet, welche genau nach dem Querschnitte der Längsverbindungen ausgearbeitet sind, und sich an diese innig anschliessen. Diese letztere Methode wird hauptsächlich für die Kimmkielschweine und Kimmstringer angewendet.

Fig. 10 auf Taf. XI stellt die Abdichtung eines Raum- oder Deckstringers in einem Schott mit Hilfe von Winkeleisen im Aufriss und Fig. 11 im Grundriss dar. Eine besondere Erklärung der Figur ist wohl überflüssig. Es sei hier nur noch erwähnt, dass sich die kleinen aufrechten Winkeleisenkniee in Fig. 11, Taf. XI nur dann einigermaßen gut verstemmen lassen, wenn die Aussenhautplatten

noch nicht angebracht sind, und selbst dann bietet diese Arbeit noch Schwierigkeiten. In der Praxis lässt sich jedoch die Aufeinanderfolge der einzelnen Arbeiten nicht immer in der angedeuteten Weise regeln, ohne den Fortschritt des Baues wesentlich aufzuhalten und es erfolgt daher die Abdichtung dieser Stelle vielfach nur durch Kitt oder Cement.

Die Art der Abdichtung eines Träger-Kielschweines in einem Schott ist in Fig. 12 auf Taf. XI dargestellt. Aus der Figur geht hervor, in welcher Weise das Winkeleisen um das Profil des Kielschweines gekröpft ist. Dieses Dichtungswinkeleisen, welches meistens von demselben Profil wie das der Gegenspannten gewählt wird, ist gewöhnlich nur auf einer Seite des Schottes angebracht, was auch ganz vollständig genügt, wenn die im Schott eingehauene Oeffnung zum Durchschieben der Winkeleisen nicht wesentlich grösser zu sein braucht, als das Profil der letzteren. Häufig ist es jedoch erforderlich, eine grössere Oeffnung im Schott zu machen, um die Winkel durchschieben zu können und in diesen Fällen bringt man des besseren Aussehens wegen auf jeder Seite des Schottes einen Dichtungswinkel an.

Fig. 13 auf Taf. XI stellt die Durchdringung eines Kimmkielschweines durch ein Schott dar. Wie aus der Figur ersichtlich, wird hier das Gegenwinkeleisen an der oberen Kante der Bodenwrange gleichzeitig mit als Dichtungswinkeleisen an der unteren Kante des Kimmkielschweines benutzt.

Etwas verschieden hiervon ist die Abdichtung eines Kimm- oder Raumstringers in einem Schott mit Hilfe von Winkeleisen, wenn an der betreffenden Stelle kein Gegenspant vorhanden ist. In diesem Falle ist man genöthigt, ein kurzes Stück Winkeleisen gegen das Spant zu nieten, um einen Abschluss an der der Aussenhaut zugekehrten Seite der Stringerwinkeleisen zu erzielen. (Siehe Fig. 14 auf Taf. XI.)

Die Anfertigung der Dichtungswinkeleisen hat, wie sich leicht denken lässt, ziemliche Schwierigkeiten, da dieselben, um sich ganz innig der Gestalt des betreffenden Stringers anschliessen zu können, in die complicirtesten Formen gebracht werden müssen. Um dem aus dem Wege zu gehen, hat man in neuerer Zeit diese Dichtungswinkel vielfach aus schmiedbarem Gusseisen oder noch besser aus Stahlguss hergestellt. Diese Methode hat sich sehr bewährt, da man das Guss-Modell ganz den besonderen Anforderungen entsprechend anfertigen kann.

Die Abdichtung eines Kimmstringers mit Hilfe von dicht anschließenden Platten ist in Fig. 15, Taf. XI dargestellt. Wie aus der Zeichnung ersichtlich, werden zwei einzelne Platten, und zwar auf jeder Seite des Schottes, genau gegen das Profil des Stringers angepasst. Diese Methode ist allerdings wesentlich billiger als die Abdichtung mittels Winkeleisens, aber es ist hierbei keine so gute Dichtigkeit zu erzielen, als bei der vorher beschriebenen Construction, da von einem eigentlichen Verstemmen der Dichtungsplatten gegen den Stringer selbst, in dem gewöhnlichen Sinne des Wortes, nicht die Rede sein kann. Ein anderer Uebelstand besteht hierbei darin, dass das Schott selbst gar nicht mit dem Stringer verbunden ist. Wenn daher auf einer Seite ein starker Druck, sei es von einer losen Ladung oder Wasser herrührend, auf das Schott ausgeübt wird und sich dieses nur wenig durchbiegt, so werden die Dichtungsplatten ein kleines Stück auf dem Stringer verschoben werden. Bei dem wiederholten Löschen und Laden eines Dampfers ist aber ein einseitiger Druck auf die Schotte gar nicht zu vermeiden und deshalb wird sehr leicht eine Undichtigkeit an der Durchdringungsstelle des Stringers eintreten.

Bisweilen wird an der der Aussenhaut zugekehrten Seite des Stringers ein kurzes Stück Winkeleisen gegen das Schott, bezw. das Spantwinkeleisen genietet, wie das in Fig. 16 auf Taf. XI dargestellt ist. Diese Abdichtung ist natürlich schon etwas besser als die vorher beschriebene, bei welcher nur zwei Platten ohne Zuhilfenahme von Winkeleisen zur Anwendung gelangen.

Es ist nicht genügend, die Peripherie eines Stringer- oder Kielschweines gegen das Schott selbst mit Hilfe der soeben beschriebenen Constructionen abzudichten, sondern es muss auch noch dafür gesorgt werden, dass das Wasser sich nicht zwischen den einzelnen Theilen der Längsverbindungen selbst seinen Weg suchen kann. Betrachten wir z. B. die in Fig. 13 auf Taf. XI dargestellte Durchdringung eines Kimmkielschweines und nehmen an, dass die Abtheilung auf einer Seite des Schottes mit Wasser gefüllt sei, so wird letzteres alsdann zwischen dem Winkeleisen und dem Wulsteisen bei den durch die Pfeile bezeichneten Stellen eindringen können, wenn diese Theile nicht wasserdicht miteinander verbunden sind, wird in der Spalte entlang laufen, das Schott passieren und auf der anderen Seite wieder hervorquellen. Diesem Uebelstande kann auf zweierlei Weise begegnet werden. Entweder wird der Stringer oder das Kielschwein an den Kanten der Winkeleisen seiner ganzen Länge nach gut ver-

stemmt, oder die Berührungsfächen der einzelnen Theile müssen wenigstens an der Durchdringungsstelle absolut wasserdicht gemacht werden. Da das Verstemmen der ganzen Länge nach sehr umständlich ist, so zieht man gewöhnlich den letzteren Weg vor, und man legt deshalb an der Stelle, wo sich das Schott befindet, zwischen die einzelnen Theile der Kielschweine und Stringer mit dicker Mennigfarbe getränktes Segeltuch oder Flanell. Auf diese Weise wird eine zuverlässige Abdichtung erzielt.

Die leichten, nur aus zwei Winkeleisen bestehenden Kimm- und Raumstringer, sowie Kimmkielschweine werden bisweilen gar nicht durch das Schott hindurchgeführt, um dem Abdichten einer Durchdringungsstelle ganz aus dem Wege zu gehen. Die betreffenden Winkeleisen werden in diesem Falle an jeder Seite des Schottes zu einem Knie umgebogen, welches mit einer dreieckig gestalteten Blechplatte verstärkt und mit dem Schott sowohl, als auch mit dem auf der andern Seite desselben vorhandenen Knie des Stringers mittels langer Niete verbunden wird. — Diese durch Fig. 18 auf Taf. XI verdeutlichte Construction eignet sich nur für solche Längsverbände, welche nicht zur Längsschiffsfestigkeit eines Schiffes beizutragen haben, wie z. B. die in der ungefähren Höhe der neutralen Achse des Hauptspantes liegenden Raumstringer, deren Zweck hauptsächlich nur darin besteht, einen localen, auf die Schiffsseite ausgeübten Druck auf die benachbarten Spanten zu vertheilen. In allen den Fällen jedoch, wo der betreffende Stringer durch zwischen die Spanten eingeschobene Platten mit der Aussenhaut verbunden ist, und bei der Beanspruchung des Schiffes in der Längsachse einem Zug oder Schub ausgesetzt wird, müssen diese Längsverbände ununterbrochen durch das Schott hindurchgeführt werden.

Wie wir bereits zu Anfang dieses Kapitels erwähnten, ist der Hauptzweck der Querschotte in eisernen Dampfern der, im Falle eines Leckes zu verhindern, dass das eindringende Wasser den ganzen Schiffsraum anfüllen und das Fahrzeug zum Sinken bringen kann. — Es liegt ausserhalb der Grenzen dieses Werkes, sich in theoretische Betrachtungen darüber einzulassen, wie unter den verschiedenen Verhältnissen die Schotte angeordnet sein müssen, um diesen Zweck zu erreichen. So viel kann jedoch als beinahe allgemein gültig ausgesprochen werden, dass die früher übliche Anordnung von wasserdichten Schotten (nämlich ein Schott vor und ein anderes hinter der Maschine, sowie ein weiteres im Vorderschiff und ein viertes im Hinterschiff) unter gewöhnlichen Verhältnissen ganz un-

genügend ist, um ein Schiff im Falle eines Leckes über Wasser halten zu können. Unter der Annahme, dass die Maschine ziemlich in der Mitte des Schiffes liegt, wird es daher meistens erforderlich sein, den Raum vom vorderen Maschinenschott bis zum sogenannten Collisionsschott, welches immer nur in einer geringen Entfernung hinter dem Vordersteven angeordnet sein muss, durch ein weiteres Querschott in zwei Theile zu zerlegen, und dasselbe gilt von dem Raum zwischen dem hinteren Maschinenschott und dem hintersten Schott. Aber auch diese Anordnung kann in vielen Fällen unzureichend sein, namentlich wenn der Freibord nicht sehr bedeutend ist.

Die Schotte müssen unter allen Umständen um ein Beträchtliches über die Wasserlinie hinaufreichen, so dass ihre Oberkante auch dann nicht unter Wasser kommt, wenn das Schiff durch das Füllen einer Abtheilung einen wesentlich grösseren Tiefgang erhält oder eine bedeutende Trimmänderung erfährt. Gerade mit Rücksicht auf letzteren Punkt ist es besonders wichtig, die gegen die Enden des Schiffes zu gelegenen Schotte möglichst hoch nach oben zu führen, weil hier die durch eine Trimmänderung hervorgerufene grössere Tauchung am bedeutendsten ist. Wenn daher die Schotte in Spardeck- und Sturmdeckschiffen, wie das früher häufig geschah, bloss bis zum Hauptdeck hinaufgeführt werden, so ist dies als eine ganz unzulässige Construction zu bezeichnen. Die Schotte sind allerdings in vielen Fällen, und besonders bei Passagierdampfern, im höchsten Grade hinderlich; da aber die Spardeckschiffe meistens bis zum Hauptdecke und selbst noch tiefer beladen werden, so würden die Schotte ganz ohne allen Werth sein, wenn sie nicht bis zum obersten Deck hinaufreichten.

Es lassen sich bestimmte, allgemein gültige Regeln über die Anordnung der Schotte nicht aufstellen, und nur eingehende theoretische Untersuchungen können in jedem speciellen Falle darüber Aufklärung geben, wie dieselben bei einem gegebenen Tiefgange anzuordnen sind, damit sich das Schiff, wenn eine Abtheilung mit Wasser gefüllt ist, noch schwimmend erhalten kann.

Es ist wiederholt behauptet worden, die allgemein übliche Construction der wasserdichten Schotte sei eine zu schwache, um dem Wasserdrucke im Falle des Anfüllens einer Abtheilung mit Sicherheit widerstehen zu können, und es sind allerdings mehrfach Fälle vorgekommen, wo ein Schott diesem Drucke nachgegeben hat, weil die Versteifung eine ungenügende und unzweckmässige war.

Die in der ersten Zeit des Eisenschiffbaues übliche Versteifungsweise der Querschotte, die meistens nur in der Anwendung von senkrechten, in Abständen von 75 cm angebrachten Gegenspantwinkleisen bestand, war zweifellos zu schwach. Die neuerdings von den Classifications-Instituten vorgeschriebenen Verstärkungen (siehe Seite 141 und Fig. 3 und 6 auf Taf. XII) sind jedoch schon in vielen Fällen ausreichend, um das Durchbrechen eines Schottes in Folge des einseitigen Wasserdruckes zu verhindern; trotzdem erachtet man aber jetzt allgemein für Passagier- und Postdampfer die Anwendung von solchen Verstärkungen erforderlich, wie sie neuerdings von der Seeberufsgenossenschaft vorgeschrieben werden und wie sie auf Seite 142 und durch Fig. 2 und 5 auf Taf. XII erklärt wurden.

Die in der zuletzt erwähnten Figur gezeigte Anordnung eines breiten, wagrechten Balkens zur Verstärkung des Schottes an Stelle des hier weggelassenen unteren Decks wird zwar sehr häufig ausgeführt, sie ist aber durchaus nicht als zweckmässig zu betrachten. Dieser Balken oder Träger muss nämlich fast den ganzen in der halben Höhe des Schottes wirkenden Druck aushalten und muss deshalb sehr schwer ausgeführt werden. Das Gesamtgewicht der Schottversteifung fällt deshalb meistens leichter aus, wenn man senkrechte Träger von etwas schwererem Profile, als sonst unterhalb des wagrechten Balkens benutzt werden, ununterbrochen von unten bis zum nächsten festen Deck reichend, anwendet und den schweren wagrechten Balken wegfallen lässt.

Es sind auch Stimmen laut geworden, die behaupten, die Schottversteifungen nach den Vorschriften der Seeberufsgenossenschaft seien zu schwer, und es lässt sich nicht leugnen, dass diese Ansicht auch vertheidigt werden kann. Wenn man nämlich in Ueberlegung zieht, dass man die Seitenwände eines Schiffes auch dann als hinreichend stark gegen den Wasserdruck von aussen ansieht, wenn das Schiff eine Ladung eingenommen hat, die nicht von Innen gegen die Schiffsseiten drückt, wie z. B. Maschinentheile, so muss man zu der Annahme gelangen, dass senkrechte Träger, die aus Spantwinkeln mit den zugehörigen Gegenspannten hergestellt und in gleichen Entfernungen wie die Spanten angeordnet sind, auch als Schottversteifungen vollkommen genügen.

In der Praxis wird gewöhnlich dem vordersten, dem sogenannten Collisionsschott, eine besondere Aufmerksamkeit zugewendet. Es ist dies auch insofern gerechtfertigt, als bei einer vorkommenden Collision häufig von der Widerstandsfähigkeit dieses Schottes die Sicherheit

des ganzen Schiffes abhängt. Dasselbe wird daher gewöhnlich in besonderer Weise verstärkt, um dem Andränge des Wassers, der dann eintritt, wenn das Schiff nach einer erfolgten Collision mit eingeranntem und zerrissenem Bug vorwärts dampfen muss, besser widerstehen zu können.

Hinter dem Collisionsschott wird häufig in einer Entfernung von zwei bis drei Spantendistanzen ein zweites Schott angebracht, um dem Schiffe bei einem etwaigen Zusammenstosse, wobei möglicherweise das erste Schott mit verletzt werden kann, eine grössere Sicherheit zu geben. Da der zwischen diesen beiden Schotten befindliche Raum sehr gut als Kettenkasten benutzt werden kann und das für das Schott erforderliche Materialquantum nur um ein Unbedeutendes grösser ist, als das für einen Kettenkasten benöthigte, so sind wesentliche Mehrkosten bei dieser Construction nicht vorhanden und deshalb ist dieselbe auch in neuerer Zeit immer häufiger angewendet worden.

So wirksam auch gut angeordnete eiserne Querschotte zur Verhinderung des Schiffsverlustes im Falle einer Collision sind, findet man doch verhältnissmässig viele Schiffe, in welchen dieselben nicht zuverlässig wasserdicht hergestellt sind. Es hat sich in dieser Beziehung im Eisenschiffbau eine sehr verwerfliche Praxis herausgebildet, indem die Schotte häufig mit ungenügender Sorgfalt ausgeführt werden, und jeder Rheder sollte daher mit aller Strenge darauf halten, dass eine geeignete Prüfung der Schotte auf ihre Wasserdichtigkeit vorgenommen wird. Der in dieser Beziehung sicherste Weg besteht darin, die einzelnen Abtheilungen des Schiffes, so lange dasselbe noch auf dem Stapel steht, ganz mit Wasser voll zu pumpen, wobei sich dann sehr bald alle Undichtigkeiten zeigen müssen. Diese Methode ist jedoch ziemlich umständlich und mit verhältnissmässig grossen Unkosten verknüpft. Hierzu kommt noch, dass es mit einer einmaligen Probe in der Regel noch nicht abgethan ist, vielmehr muss jede Abtheilung zwei- und selbst dreimal vollgepumpt werden. — Man begnügt sich daher gewöhnlich damit, die Schotte auf ihre Wasserdichtigkeit durch „Abspritzen“ zu prüfen. Es geschieht das in der Weise, dass man den Strahl einer kräftigen Feuerspritze auf die Vernietungen des Schottes und namentlich auf die Verbindungen mit der Aussenhaut leitet und auf der anderen Seite der Wand genau die Stellen anmerkt, wo etwas Wasser durchdringt. Wie leicht erklärlich, ist diese Methode wesentlich wohlfeiler, aber keineswegs so zuverlässig, als das Füllen der ganzen

Abtheilung. — Auf den meisten Werften wird daher auch das Collisionsschott durch Vollpumpen des Raumes vor demselben geprüft.

Nicht immer ist es möglich, das Schott als eine ununterbrochene Ebene durch das Schiff zu führen, vielmehr muss dasselbe bisweilen durch irgend welche Rücksichten und Einrichtungen bedingt, in einer gebrochenen Linie hergestellt werden oder einen kastenförmigen Einbau erhalten. Ein derartiger Fall tritt häufig in kleineren Schiffen bei dem Collisionsschott ein. Da es hier nicht möglich ist, auf dem Vorderdeck eine Back zur Unterbringung der Schiffsmannschaft in der vollen Höhe von 1,8 bis 2 m anzubringen, so legt man innerhalb dieses Raumes das den Fussboden bildende Deck um circa 1 m tiefer. Die Anordnung wird alsdann eine solche, wie sie in Fig. 17 auf Taf. XI dargestellt ist. Da nun das Collisionsschott hier nur bis zu dem Punkte *b* hinaufreichen kann, so würde es leicht vorkommen können, dass das Wasser im Falle eines Leckes in dem vordersten Theile des Schiffes über diesen Punkt hinausstiege und den vorderen Laderaum füllte. Um dem vorzubeugen, wird daher das Deck von *b* bis *c* mit einer eisernen wasserdichten Beplattung versehen, und von *c* aus wird dann das Schott bis zum Oberdeck weiter fortgesetzt. — Bei dieser Construction ist ganz besonders darauf zu achten, dass sich das eiserne Deck durchaus wasserdicht an die Aussenhaut anschliesst. Es werden daher die Spanten häufig an dieser Stelle durchschnitten, so dass durch ein an der Seite des eisernen Decks ununterbrochen entlang laufendes Winkeleisen eine vollkommen dichte Verbindung zwischen Deck und Aussenhaut hergestellt werden kann. Die hierbei entstehende Verschwächung der Spanten sucht man dadurch wieder auszugleichen, dass man dieselben sowohl unterhalb als auch unmittelbar oberhalb des Decks mit Knieplatten versieht, welche mit Hilfe von kurzen Winkeleisen mit der Decksbeplattung und den Decksbalken verbunden sind. Will man die Spanten nicht durchschneiden, so muss das Deck in ähnlicher Weise wasserdicht mit der Aussenhaut verbunden werden, wie wir das schon bei den eisernen Decks und den Wasserballasttanks, bezw. bei den Doppelbodenconstructions auf Seite 52 geschildert haben. (Vergl. Fig. 6, 7 und 8 auf Taf. VII.)

Bei dieser Construction der Back ist jedoch noch auf einen andern Umstand Rücksicht zu nehmen. Es ist nicht zu vermeiden, dass bei stürmischem Wetter etwas Wasser in das Innere der Back Zugang findet und sich in der Ecke bei *c* (Fig. 17 Taf. XI) ansammelt. Es muss daher an dieser Stelle an jeder Seite ein Speigattröhr an-

gebracht werden, welches durch das Collisionsschott hindurch in den vordersten Raum geführt wird. — Man findet häufig die Anordnung derart getroffen, dass diese Speigattröhre direct vertical herunter nach der Bilge des vorderen Laderaumes geführt werden. Dies ist jedoch durchaus unzulässig, da bei einem etwaigen Leckwerden der vordersten Abtheilung das Wasser über den Punkt *b* hinaus steigen und dann direct durch das Speigattröhr bei *c* in den Laderaum gelangen würde. Das vordere Schott ist also in einem solchen Falle nicht mehr als wasserdicht zu betrachten.

Das hintere Schott des Maschinenraumes in Schraubendampfern erhält sehr oft einen kastenförmigen Ausbau, in welchem das Drucklager der Schraubenwelle aufgestellt ist. Auf diese Weise bleibt dieses Lager gewissermassen noch innerhalb des Maschinenraumes und ist also leichter zu beaufsichtigen, als wenn es im Tunnel selbst aufgestellt ist. Wir haben ein derartiges Schott in den Figuren 1, 2 und 3 auf Taf. XIII dargestellt. Fig. 1 ist die Ansicht des Schottes, Fig. 2 der Längsschnitt und Fig. 3 ist der Grundriss. Die ganze Anordnung ist ziemlich deutlich aus den Figuren ersichtlich, so dass wohl nur wenig zur Erklärung gesagt zu werden braucht. Es sind drei verticale Wände *ad*, *oq* und *bc* (Fig. 1) angeordnet, die mit dem Schott wasserdicht vernietet sind. Auf diesen Wänden ruht die horizontale Decke *dqec*. An die beiden äussersten verticalen Wände schliesst sich, wie aus Fig. 3 ersichtlich, die hintere verticale Querwand *fe* an, in welche der Wellentunnel einmündet. Ausserdem ist noch eine zweite Querwand *gh* vorhanden, welche den Raum zur Aufnahme des Drucklagers *ghib* (Fig. 3) nach hinten zu abschliesst. Das Schott selbst erhält nun eine grosse rechteckige Oeffnung *obcq* (Fig. 1), so dass also der Raum *ghib* (Fig. 3) als eine nach dem Maschinenraume zu offene Nische angesehen werden kann, in welcher das Drucklager auf dem hier angebrachten Fundamente aufgestellt wird. — Besitzt das Schiff einen Doppelboden wie in unserer Zeichnung, so stehen die verticalen Wände sämmtlich auf der Tankdecke und die oben erwähnte Nische ist daher schon von selbst von unten her wasserdicht verschlossen. Hat das Schiff dagegen keinen Doppelboden, so wird es erforderlich, die erwähnte Nische durch eine horizontale Beplattung nach unten zu dicht zu verschliessen. Dieselbe wird bisweilen unmittelbar auf der Oberkante der Bodenwrangen angebracht, was jedoch deshalb nicht zu empfehlen ist, weil alsdann der unterhalb derselben befindliche Raum behufs Reinigung oder Reparatur, wegen der geringen Höhe, zu schwer zugänglich ist. Die

Bodenplatte wird daher besser so hoch als es die Lage der Schraubewelle gestattet, angeordnet. — Unmittelbar neben der Oeffnung *obc q* (Fig. 1) ist in dem Schott die sogenannte Tunnelthür *grlf* eingeschnitten. Diese Oeffnung gestattet den Zugang zu dem Raume *afeghi* (Fig. 3), an welchen sich, wie schon oben erwähnt, der Wellentunnel anschliesst. Die Position dieser Tunnelthür ist gewöhnlich von der Lage des Condensators abhängig, indem die Thür meistens so angeordnet wird, dass dieselbe gerade dem Condensator gegenüberliegt, um die Condensatorrohre bei einer nothwendig werdenden Auswechslung in den Raum *aih f* (Fig. 3) hineinziehen zu können. Die Wand *qo* (Fig. 1) oder *hi* (Fig. 3) ist an der dem Maschinenraume zugewendeten Seite gewöhnlich mit zwei Winkeleisen versehen, um einen geeigneten Befestigungspunkt für die vor der Oeffnung *grlf* (Fig. 1) anzubringende wasserdichte Thür zu bieten.

Bei kleineren Schiffen ist die Anbringung einer Nische zur Aufstellung des Drucklagers, wie hier beschrieben, nicht möglich, da hier der Raum zu beschränkt ist.

Bei einem Schraubenschiff muss in jedem Falle die Schraubewelle wasserdicht durch das hintere Maschinenschott hindurchgeführt werden. Diese Einrichtung wird gewöhnlich in der Weise angeordnet, dass man an der betreffenden Stelle zunächst eine quadratische oder kreisrunde Oeffnung in das Schott schneidet, welche genügend gross ist, um die Welle mit der angeschmiedeten Kuppelung bequem hindurchschieben zu können. Wenn dann die Welle an ihren Platz gebracht ist, wird die in dem Schott verbleibende Oeffnung durch eine aus zwei Theilen bestehende Stopfbüchse geschlossen, deren Flansch so gross ist, dass er die Oeffnung vollständig deckt und mit dem Schott verschraubt werden kann. Eine solche Stopfbüchse ist im Durchschnitt und in der Ansicht in Fig. 4 und 5 auf Taf. XIII dargestellt.

Es war bis vor etwa 15 bis 20 Jahren ein ziemlich allgemeiner Gebrauch, in jedem Schott, mittschiffs, dicht über dem Spantwinkel-eisen, und bei flachen Schiffen wohl auch in jeder Kimm, eine runde Oeffnung von 50—100 mm Durchmesser anzubringen, damit das sich ansammelnde Bilgewater seinen Weg nach dem Maschinenraume finden konnte, um dort durch die Pumpen entfernt zu werden. Diese Oeffnungen waren mit schieberartigen Verschlusseinrichtungen versehen, welche vermittels starker eiserner Stangen vom Oberdeck aus geöffnet und geschlossen werden konnten und Schott- oder Schleusenschieber genannt wurden. Dieselben sollten für gewöhnlich immer

geschlossen sein, so dass im Falle des plötzlichen Leckwerdens einer wasserdichten Abtheilung das Wasser nicht nach den benachbarten Räumen gelangen konnte. — Es ist jedoch sehr häufig vorgekommen, dass in dem Augenblicke, wo in Folge einer Collision plötzlich ein bedeutendes Leck entstand, die Schottschieber offen standen und sich das eindringende Wasser ungehindert über die ganze Länge des Schiffes ausbreiten konnte. Entweder hatte man in der Verwirrung vergessen, die Schottschieber zu schliessen, oder dieselben waren fest gerostet und der Mechanismus zum Schliessen versagte den Dienst, indem die Verschlussstange bei ungenügender Führung sich seitlich ausbog. Es ist daher kein Zweifel, dass diese Schottschieber vielfach die Ursache zum Verlust eines Schiffes gewesen sind.

Da nun in den meisten Fällen ein durch äussere Umstände hervorgerufener Leck eine grössere Querschnittsöffnung hat, als die Schottschieber, so wird der Zufluss durch letztere nach dem Maschinenraume auch nicht so gross sein können, um das Schiff auf diese Weise mit den Maschinenpumpen leer pumpen zu können. In neuerer Zeit werden daher die Schottschieber immer weggelassen, und man bringt statt dessen besondere Rohrleitungen an, mittels welcher die Maschinenpumpen aus jeder wasserdichten Abtheilung direct saugen können.

Wie schon angedeutet, besteht der Hauptzweck der Querschotte darin, das Schiff in mehrere wasserdicht voneinander getrennte Abtheilungen zu zerlegen. Jedenfalls ist dies auch bei der ersten Anwendung derselben nur der allein leitende Gedanke gewesen. — Die eisernen Querschotte bilden jedoch auch noch ein ganz vorzügliches Verstärkungsmittel gegen Beanspruchung in der Querschiffsrichtung, da an der Stelle, wo sich ein Schott befindet, die Form des Schiffsquerschnittes sozusagen als unveränderlich betrachtet werden kann. Die Stringer und Kielschweine erhalten daher an jedem Schott eine wesentliche Unterstützung, und je kleiner die Entfernung der Schotte voneinander ist, um so mehr sind die genannten Längsverbindungen geeignet, die Spanten und Bodenstücke gegen einen rechtwinkelig zur Schiffswand gerichteten Druck zu unterstützen. In vereinzelt Fällen ist dieser Umstand auch dadurch ausgenutzt worden, dass man in Schiffen mit einer grossen Anzahl Schotte die Stringer und Längsverbände in den Dimensionen reducirt hat. — Um die Zulässigkeit einer solchen Bauweise zu erläutern, denke man sich z. B., dass ein Schiff auf Grund kommen möge, und zwar an einer Stelle, welche gerade in der Mitte zwischen zwei Schotten liegt. In einem solchen

Falle wird hauptsächlich dem Mittelkielschweine die Rolle zufallen, den entstehenden Bodendruck aufzunehmen, und es wird, wie leicht begreiflich, diesem Drucke um so besser widerstehen können, je geringer die Entfernung der beiden nächsten Schotte voneinander ist. Insofern nun die Querschotte mit dazu beitragen, die Schiffsform in einer quer zur Längsachse liegenden Ebene zu erhalten, müssen dieselben auch das Schiff in der Richtung der Längsachse gegen eine Deformation schützen, da die durch in der Aussenhaut vorhandene Zug- und Druckspannungen hervorgebrachten, querschiffs gerichteten Componenten theilweise durch die Schotte mit aufgenommen werden.

Man hat auch grosse Segelschiffe zur Erzielung einer grossen Querschiffsfestigkeit mit vier oder mehr Querschotten versehen; die damit gemachten Erfahrungen sind jedoch nicht ermuthigender Natur gewesen, da sich immer in der Nähe der Schotte eine Lockerung der Nietung der Stringer und auch der Aussenhaut zeigt. Die Ursache dieser Erscheinung liegt wahrscheinlich darin, dass der durch die Schotten geschaffene Querverband zu starr und einer ungewöhnlich grossen Beanspruchung durch die schwere Takelage ausgesetzt ist. Wenn die Anzahl der eingebauten Schotte eine sehr grosse sein könnte, so würde der angeführte Uebelstand wahrscheinlich nicht mehr auftreten. Für die Richtigkeit dieser Annahme spricht der Umstand, dass sich ähnliche Erscheinungen bei Dampfern, die doch immer nur eine ganz leichte Takelage führen, nicht bemerkbar machen.

Neuntes Kapitel.

Die Aussenhaut-Bepattung.

Die Aussenhaut-Bepattung eines eisernen Schiffskörpers besteht in der Bekleidung der Spanten durch einzelne Platten, welche unter sich wasserdicht verbunden sind. Diese Platten werden gewöhnlich so angeordnet, dass ihre grösste Dimension ungefähr parallel zur Richtung der Schiffsachse liegt. Zwei benachbarte Platten stossen entweder mit ihren schmalen Seiten stumpf aneinander und sind mit Hilfe eines Plattenstreifen, einer sogenannten Lasche, miteinander durch Nietung verbunden oder sie überlappen sich an ihren schmalen Seiten. Auf diese Weise entstehen Plattenstreifen (Plattengänge oder Plattenstrake, wie der technische Ausdruck lautet), die meistens ununterbrochen vom Vorderstevan bis zum Hinterstevan durchlaufen. Die einzelnen Plattengänge überfassen (überlappen) sich gegenseitig und sind gleichfalls miteinander vernietet.

Bei der gewöhnlichen Anordnung der Aussenhaut-Bepattung wird immer nur jeder zweite Plattengang unmittelbar an die Spanten befestigt; die übrigen Plattengänge hingegen haben einen der Dicke der Platten entsprechenden Abstand von den Spanten. Auf diese Weise entstehen sogenannte anliegende und abliegende Plattengänge. Diese Anordnung ist deutlich aus den auf den verschiedenen Tafeln dargestellten Schiffsquerschnitten ersichtlich.

Der Raum, welcher bei den abliegenden Gängen zwischen der Platte und dem Spant entsteht, wird durch ein Stück Flacheisen von entsprechender Dicke und von der Breite des Schenkels des Spantwinkelleisens ausgefüllt.

Es ist nicht immer möglich, die Anordnung so zu treffen, dass in regelmässiger Abwechslung einem anliegenden oder Innengang ein abliegender, bezw. Aussengang folgt, weil bei der Eintheilung der

Plattengänge die verschiedensten Umstände ihren Einfluss geltend machen. Es ist z. B. Regel, den Kielgang, d. h. den an den Kiel anstossenden Plattenstrak, über den nächsten Gang der Bodenbeplattung fassen zu lassen, und zwar einestheils deshalb, um die Längsnähte besser verstemmen und dann, um die Kielplatte im Falle einer Beschädigung derselben leichter auswechseln zu können. Es ist ferner üblich, den obersten, mit der Oberdeckstringerplatte verbundenen Plattenstrak, den sogenannten Scheergang, als einen äusseren Gang anzuordnen. Da man nun mit der Plattenbreite möglichst innerhalb gewisser Grenzen bleibt, so kann es bei der Eintheilung der Plattengänge sehr leicht vorkommen, dass ein Gang weder ganz äusserer, noch ganz innerer Gang wird, d. h. dass er auf der einen Seite die benachbarte Platte überfasst, während er auf der anderen Seite unter den nächstliegenden Plattengang geschoben ist. Es tritt dieser Fall ein, wenn sich auf der Strecke von der Kielplatte bis zum Scheergange eine gerade Anzahl Plattengänge ergibt. — Bei dieser Anordnung müssen zwischen den betreffenden Plattengang und das Spant keilförmige Stücke gelegt werden. Ein solcher Fall ist in Fig. 1 auf Taf. VII dargestellt, wo der Gang neben dem Kielgange auf der einen Seite unter diesen geschoben ist, während er den folgenden überfasst.

In früherer Zeit wurde die Aussenhaut-Beplattung wohl auch ganz analog der Beplankung eines klinker gebauten, hölzernen Bootes angeordnet, d. h. jeder einzelne Plattengang überfasste immer den zunächst darunter liegenden. Diese Methode bietet den Vortheil, jede einzelne Platte entfernen und durch eine neue ersetzen zu können, ohne eine benachbarte erst lösen zu müssen. Soll hingegen die Platte eines Innenganges von einem nach der zuerst beschriebenen Methode beplatteten Schiffe entfernt werden, so muss man häufig erst zwei Platten des benachbarten Aussenganges herausnehmen. Die klinkerartige Beplattung hat jedoch den Nachtheil, dass die Platten nicht genau parallel zum Spant liegen und daher überall keilförmige Zwischenlagen angebracht werden müssen. Die Befestigung der Platten an den Spanten wird hierdurch nachtheilig beeinflusst, und deshalb ist es jetzt ganz allgemein Gebrauch, die Aussenhaut-Beplattung, wie oben beschrieben, mit Aussen- und Innengängen herzustellen.

Da der Umfang des Hauptspantes, d. h. des auf ungefähr halber Schiffslänge angeordneten breitesten Spantes, fast ausnahmslos grösser als diejenige eines unmittelbar hinter dem Vorderstegen gelegenen ist, so folgt, dass die Breite der einzelnen Plattengänge von der

Schiffsmittle nach vorn zu allmählich abnehmen muss, vorausgesetzt, dass überhaupt vorn genau so viele Plattenstrake vorhanden sind, wie auf dem Hauptspant. Beim Hinterschiff ist das Verhältniss ähnlich, obgleich hier die Differenz in den Spantenumfängen, wegen der S-förmigen Gestalt der hintersten Spanten nie so auffällig wird, und deshalb ist die Verjüngung in der Breite der Plattengänge nach hinten meistens auch nur ganz unbedeutend.

Mit Bezug auf den Verlauf der einzelnen Plattengänge sind namentlich die Rücksichten auf ein gefälliges Aussehen und auf möglichst bequeme Ausführung massgebend. — Man wird am einfachsten zu einem einigermaßen brauchbaren Strak gelangen, wenn man einfach den Umfang jedes Spantes in so viele gleiche Theile theilt, als Plattengänge vorhanden sind. Hier und da ist wohl dieses Princip auch angewendet worden. Es ist jedoch gewöhnlich üblich, den obersten Gang, den sogenannten Scheergang, nach vorn und hinten nur sehr wenig in der Breite zu verjüngen, was namentlich neben anderen Rücksichten auch wegen der etwa in dem Scheergange anzubringenden Seitenfenster geboten erscheint.

Bei der Anordnung der Plattenstrake in der Längsrichtung ist namentlich auch darauf Rücksicht zu nehmen, dass die mit einer beträchtlichen Krümmung in der Querrichtung behafteten Platten möglichst wenig in der Längsrichtung gekrümmt sind, und umgekehrt; mit anderen Worten: die einzelnen Platten sollen möglichst so angebracht werden, dass dieselben immer bloss die Krümmung einer Cylinderfläche haben und womöglich nicht nach beiden Richtungen gleichzeitig gebogen sind. Eine cylindrische Krümmung einer Platte lässt sich immer mit Hilfe der Blechwalze sehr einfach herstellen, während das Biegen der Bleche in doppelter Richtung viele Schwierigkeiten bietet.

Es ist ferner bei der Eintheilung der Plattenstrake darauf zu achten, dass die Anordnung eine solche ist, welche die Verwendung von Platten mit möglichst geradlinigen Längskanten gestattet, da sich dieselben in dieser Form am leichtesten bearbeiten lassen und auch dabei der geringste Abfall vorhanden ist. Diese Bedingung wird erreicht, wenn man den Plattengängen einen solchen Verlauf giebt, welchen eine geradlinige Planke einnimmt, die man auf den Spanten befestigen würde, ohne dieselbe „auf der hohen Kante“ zu biegen. — Um diese Curve festzustellen und überhaupt die ganze Platteneintheilung vornehmen zu können, bedient man sich in der Praxis eines im entsprechenden Maassstabe angefertigten Modelles. Wenn man auf der

Oberfläche desselben dünne Leisten mittels kleiner Stifte leicht befestigt, so wird sich eine Curve für den Plattenstrak ergeben, die die oben gestellte Bedingung, nach welcher die einzelnen Platten möglichst geradlinige Kanten haben sollen, erfüllt. Man wird jedoch sehr bald hierbei bemerken, dass die Gänge, welche in der Mitte des Schiffes in der Gegend der Kimm liegen, an den Enden sehr weit nach oben zu fallen und dass alsdann die zwischen Kiel und Kimmgang liegenden Strake sich nach vorn und hinten zu verbreitern müssen. Diese Anordnung bietet jedoch nicht nur kein gefälliges Aussehen, sondern bringt wieder neue Schwierigkeiten mit sich, so dass man diese Platteneinrichtung in der Praxis nur sehr selten angewendet findet.

Man wählt daher gewöhnlich einen Mittelweg für die Eintheilung der Plattenstrake, indem man so gut als möglich die Breite der Plattengänge nach vorn und hinten gleichmässig zu reduciren sucht, während man gleichzeitig darnach trachtet, denselben einen solchen Verlauf zu geben, der möglichst wenig von der Curve abweicht, welche eine auf dem Modell aufgelegte Straklatte ergiebt.

In Figur 1—3 auf Taf. XIV ist die Platteneintheilung eines Schiffes dargestellt, und zwar zeigt Fig. 1 den Lauf der Plattenstrake in dem Spantenriss, während Fig. 2 die Seitenansicht des Schiffes darstellt. Durch die Eintragung der Plattenstrake in den Spantenriss, wie das in Fig. 1 dargestellt ist, wird die Eintheilung der Platten allerdings schon auf sehr einfache Weise vollständig bestimmt; da es aber von besonderer Wichtigkeit ist, wie wir das noch später sehen werden, auch die Anordnung und Vertheilung der Stösse und der Dicke der einzelnen Platten bequem übersehen zu können, so fertigt man gewöhnlich noch einen sogenannten Plattenplan oder Plattenabwicklung an, so wie in Fig. 3 auf Taf. XIV dargestellt ist. Um diese Figur zu erhalten, setzt man die einzelnen Spantlinien in einem entsprechenden Maassstabe auf einer den Kiel darstellenden geraden Linie ab. Auf jeder Spantlinie schneidet man dann eine Länge ab, welche dem Spantenumfang genau entspricht und bezeichnet darauf die einzelnen Schnittpunkte der Plattengänge, welche man dem Modelle entnommen hat. Diese Punkte werden dann durch Curven miteinander verbunden und so entstehen einzelne Streifen, deren Breite immer genau der Breite des Plattenstrakes an der betreffenden Stelle entspricht, deren Länge jedoch nicht in einem bestimmten Verhältnisse zur wirklichen Länge der Platten steht. Auf diese Weise lässt sich die Eintheilung der Platten leicht übersehen.

Die in den Figuren 1 bis 3 auf Taf. XIV dargestellte Platteneintheilung ist bei Schiffen von verhältnissmässig geringer Breite im Vergleiche zur Höhe die am meisten übliche.

Hat das Schiff jedoch im Verhältnisse zu seiner Höhe eine sehr grosse Breite, so besitzt naturgemäss das Hauptspant einen wesentlich grösseren Umfang, als die nach den Enden des Schiffes zu gelegenen Spanten. Wenn man daher alle Plattenstrake von vorn bis hinten ununterbrochen durchlaufen lassen will, so müssen die Plattengänge mittschiffs eine wesentlich grössere Breite haben, als an den Enden. Bei ungemein breiten Platten in der Mitte würde man sehr schmale Streifen am Hinter- und Vordersteven erhalten. Dies würde jedoch Uebelstände verschiedener Art mit sich bringen und deshalb wird in solchen Fällen eine andere Platteneintheilung gewählt. Man ordnet nämlich in der Mitte des Schiffes eine grössere Anzahl Plattengänge an, als an den Enden, wodurch sogenannte eingeschobene oder verlorene Gänge entstehen, die sich nur über einen Theil der Schiffslänge erstrecken. Eine derartige Eintheilung ist in den Figuren 4 und 5 auf Tafel XIV dargestellt. Es ist bei dieser Bauweise, wenn irgend thunlich, eine solche Anordnung zu treffen, dass die verlorenen Gänge einen anliegenden Plattenstrak bilden, weil sich in diesem Falle die Verbindung an den Enden desselben sehr einfach gestaltet, so wie in Fig. 11 auf Taf. XIV dargestellt ist. — Wenn es die Eintheilung der Plattengänge auf dem Hauptspant nothwendig macht, einen Gang anzubringen, der den unteren Strak überfasst und unter den oberen untergeschoben ist, so wählt man hierzu gleichfalls am besten den etwa erforderlichen verlorenen Plattengang. Die in diesem Falle anzuwendende Verbindung an den Enden des verlorenen Ganges ist in Fig. 8, 9 und 10 auf Taf. XIV dargestellt. Der obere Gang ist bei *be* (Fig. 10) ausgeschnitten und die darunter liegende Platte des verlorenen Ganges ist bei *f* etwas keilförmig ausgeschmiedet (ausgeschärft, wie der technische Ausdruck lautet), so dass sich die obere Platte *M* gut auf das Ende der untergeschobenen Platte *N* auflegt. Die Kante *be* steht hierbei um die Dicke der Platte *M* hervor. — In Fig. 8 ist eine etwas andere Verbindung dargestellt. Die Platte *M* ist in derselben Weise ausgeschnitten, wie in der vorigen Figur. Dagegen stösst die Platte *N* mit ihrem Ende stumpf gegen die Kante *bc*. An der unteren Seite der Platten *M* und *N*, bei *c*, ist daher in diesem Falle keine vorspringende Kante mehr vorhanden, jedoch weiter hinauf bei *b* muss dieselbe wieder zum Vorschein kommen, so dass die Platte *M* in der

Linie *bc* mit einer kleinen Dreiecksfläche vorsteht, wie aus Fig. 9 ersichtlich, wo die äussere Seite dieses Dreiecks mit *ab* bezeichnet ist. Im Inneren wird über die Stossfuge eine Lasche *fghi* (Fig. 8) gelegt. Da aber auch das Ende der Platte *N* im Inneren des Schiffes auf der Linie *ek* in keilförmiger Gestalt vorsteht, ist es nothwendig, unter der Lasche ein keilförmiges Stück Blech *eghk* unterzulegen.

Die in Figur 8 dargestellte Construction hat vor derjenigen von Fig. 10 den Vortheil, dass die Stossfuge *bc* keine so bedeutend hervorragende Kante zeigt. Es kommt dies zwar an dem vorderen Ende eines verlorenen Ganges weniger in Betracht, jedoch am hinteren Ende wird sich bei der Vorwärtsbewegung des Schiffes das Wasser gegen die Kante *bc* stossen. Nach dem Gesagten wird es auch leicht verständlich sein, warum man zu umgehen sucht, dass der verlorene Gang mit seiner Oberkante über den darüber liegenden fasst. Die Platte *N* (Fig. 10) würde z. B. in diesem Falle aussen über die Platte *M* fassen und würde eine vorstehende Kante bilden, welche man am Vorderende eines Plattenstrakes besser vermeidet.

Wenn die Platten jedes einzelnen Strakes stumpf gegeneinander stossen, so sind sie mittels einer auf der inneren Seite liegenden Stossplatte, einer sogenannten Lasche, untereinander vernietet.

Die Stossfuge, auch kurzweg Stoss genannt oder die Ueberlappung, ist immer möglichst in der Mitte zwischen zwei Spanten angeordnet. Die Art und Weise der Verbindung der Aussenhautplatten durch Nietung bildet einen der wichtigsten Punkte für die Festigkeit des Schiffes gegen ein Durchbrechen in der Längsachse, indem die bei einer solchen Beanspruchung in den oberen und unteren Platten-gängen auftretenden Zugspannungen zunächst auf Zerstörung der Nietverbindung der verticalen Stossfugen oder Ueberlappungen wirken. Wir werden daher diesen Verbindungen noch besondere Aufmerksamkeit zu schenken haben.

Diese Stossfugen und Ueberlappungen bilden selbst bei Anwendung der besten Nietverbindung schwache Stellen, und es ist daher nicht gleichgültig, wie dieselben in den verschiedenen Plattenstraken vertheilt sind. Man wird vielmehr darauf zu achten haben, dass die Stösse zweier benachbarten Plattengänge nicht unter einer gewissen Distanz voneinander entfernt liegen. Um für die Vertheilung der Stösse eine gewisse Regelmässigkeit zu sichern, sind hierfür besondere praktische Regeln aufgestellt worden. Dieselben lauten, unter der Voraussetzung, dass die Spantendistanz wie gewöhnlich zwischen 50—75 cm schwankt, folgendermassen: Die Stösse zweier benach-

barten Plattengänge sollen mindestens um zwei Spantendistanzen entfernt sein und zwischen zwei vertical übereinander liegenden Stössen sollen mindestens zwei Plattengänge liegen. Da man nun die Länge der einzelnen Platten wenigstens gleich der sechsfachen Spantendistanz wählt, so ergibt sich unter Einhaltung der soeben erwähnten Regel eine Anordnung, wie sie in Fig. 2 und 3 auf Tafel XIV dargestellt ist. Giebt man den Aussenhautplatten jedoch nur eine Länge von fünf Spantendistanzen, wie das früher bisweilen geschah, so ergibt sich eine Anordnung der Plattenstösse, welche in Fig. 12 auf Tafel XIV gezeigt ist. Trotzdem bei der hier dargestellten Construction kürzere Platten zur Anwendung gelangen, ist die Vertheilung der Stösse eine vortheilhaftere, insofern zwischen zwei vertical übereinander liegenden Stössen vier Plattenstrake liegen. Der Plattenquerschnitt erscheint daher an gewissen Stellen bei der in Fig. 2 dargestellten Anordnung mehr geschwächt, als bei der Anordnung in Fig. 12. Dieser Umstand ist jedoch auf die Bruchfestigkeit des Schiffes, auf die es hierbei am meisten ankommt, nicht von so grossem Einfluss, als dies vielleicht auf den ersten Blick erscheint. — Nehmen wir z. B. an, das Schiff werde auf Aufbuchten in Anspruch genommen, und betrachten wir einen verticalen Querschnitt in Fig. 2 auf Tafel XIV etwas näher, so wird an der Oberkante des Schiffes die Spannung am grössten sein. Die Vernietung in einer Stossfuge des obersten Plattenganges (des Scheerganges) muss daher eine derartige sein, dass sie der eintretenden Spannung mit Sicherheit noch widerstehen kann. Im dritten Plattengange, vertical unter dem obersten Stosse, finden wird nun zwar wieder eine Stossfuge, da dieselbe aber schon um ein Beträchtliches der neutralen Achse des Hauptspantes näher liegt, so wird hier die Spannung nur in den seltensten Fällen mehr, als etwa die Hälfte der oben vorhandenen, betragen, und deshalb liegen hier keine wesentlichen Bedenken für die Festigkeit vor. — Für die Anwendung einer Länge der Aussenhautplatten von wenigstens sechs Spantendistanzen spricht jedoch noch ein weiterer Umstand. Es ist nämlich darauf zu achten, dass die Stösse der Kielplatten nicht allein mit dem des Kieles selbst, sondern auch unter sich gut verschiessen, d. h. die Kielplattenstösse von Backbord- und Steuerbordseite sollen einander nicht genau gegenüber liegen, sondern sollen immer in der Längsrichtung des Schiffes um zwei Spantendistanzen verschoben sein. Bei Verwendung von Platten von fünf Spantendistanzen Länge lässt sich diese Bedingung in befriedigender Weise nur durch ein Verschieben der ganzen Aussen-

hautanordnung der einen Seite gegen die der anderen Seite um zwei Spantendistanzen ermöglichen. Die Beplattung der beiden Schiffseiten ist also in diesem Falle nicht symmetrisch. Bei einer Plattenlänge von sechs Spantendistanzen kann dies jedoch ohne grossen Verstoß gegen die Regeln der Plattenanordnung vermieden werden.

Alles was hier über die Vertheilung der Stossfugen in den Plattenstraken gesagt ist, gilt auch für die Fälle, wo die Aussenhautplatten der einzelnen Strake durch eine Ueberlappung miteinander verbunden sind, wie das bei den neueren Schiffen meistens der Fall ist.

Das hier über die Vertheilung der verticalen Stossfugen oder Ueberlappungen und über die Länge der Aussenhautplatten im Verhältnisse zur Spantendistanz Gesagte hat, wie schon angedeutet, nur Bezug auf Schiffe gewöhnlicher Construction, bei denen die Spantendistanz in den Grenzen von etwa 50 bis 75 cm schwankt. — Wird eine grössere Spantenentfernung gewählt, wie das z. B. bei der auf S. 54 beschriebenen Construction der Fall ist, so kann man selbstverständlich nicht mit der Plattenlänge bis zur fünf- oder sechsfachen Spantendistanz gehen, und auch die weiter oben gegebenen Regeln für die Anordnung der Stösse können nicht mehr innegehalten werden. Man begnügt sich in solchen Fällen gewöhnlich damit, die Platteneintheilung ebenso zu treffen, wie für die gewöhnlich übliche Spantendistanz. Eine solche Plattenvertheilung ist in Fig. 13 auf Taf. XIV dargestellt, wobei eine Spantendistanz von circa 1,2 m vorausgesetzt ist. Wie aus der Figur ersichtlich, wird dann nicht mehr die Stossfuge genau in die Mitte zwischen zwei Spanten gelegt. Denkt man sich in der Zeichnung die Spantendistanz auf die Hälfte reducirt, so wird man finden, dass die Plattenvertheilung ganz den oben erwähnten Bedingungen entspricht.

Ist ein Schiff mit einem Doppelboden zu erbauen, so muss man bei der Plattenvertheilung auf die Erzielung einer guten Verbindung der Tankseitenplatte mit der Aussenhaut besondere Rücksicht nehmen. Der Winkel der Tankseitenplatte würde bei der gewöhnlichen Plattenvertheilung die Längsnähte unter einem sehr spitzen Winkel schneiden und die Verbindung der Tankseite mit der Aussenhaut würde auf diese Weise ausserordentlich schwierig werden. Um dies zu vermeiden, giebt man den Längsnähten an der betreffenden Stelle die Form einer gebrochenen Linie, wie das in Fig. 7 auf Taf. XIV dargestellt ist. Der Tankwinkel schneidet dann die Längsnähte in den Auszahnungen nahezu rechtwinkelig, so dass eine wasserdichte Verbindung des Winkels mit der Aussenhaut ermöglicht wird.

In ganz ähnlicher Weise kreuzen die Stringer der unteren Decks die Nähte der Aussenhaut-Beklattung unter einem sehr spitzen Winkel. Es ist dies dadurch begründet, dass sich einestheils die Breite der Plattengänge nach vorn und hinten zu verringert, andernteils, dass die Spanten am Hinter- und Vorderschiffe eine mehr ausfallende Form annehmen und deshalb dort die Länge des Spantes zwischen zwei Decks grösser zu sein pflegt, als mittschiffs. Da hier jedoch eine absolute wasserdichte Verbindung zwischen der Stringerplatte und Aussenhaut nicht unbedingt erforderlich ist, so ist eine hackenförmige Auszahnung des betreffenden Plattenganges nicht nothwendig; auch würde dies, da dieser Theil der Beklattung meist über Wasser liegt, aus Rücksicht für das gute Aussehen nicht statthaft sein. In Fig. 14 auf Taf. XIV stellt die Linie *cd* den Lauf der Stringerplatte des dritten Decks dar, welche die Naht *ab* des Plattenganges in *e* schneidet. Bis zum Spant 13 (die Spantennummern von vorn gezählt) kann der zwischen den Spanten befindliche Verbindungswinkel wie gewöhnlich auf der oberen Seite der Stringerplatte angebracht werden; zwischen Spant 13 und 12 schneidet die Stringerplatte die Längsnaht und es ist an dieser Stelle die Anbringung eines Verbindungswinkels überhaupt unmöglich; dagegen kann man zwischen Spant 12 und 9 einen solchen Verbindungswinkel auf der unteren Seite der Stringerplatte anbringen, und von Spant 9 an liegen diese Winkel wieder auf der oberen Seite der Stringerplatte. Das Anbringen der Verbindungswinkel auf der unteren Seite der Stringerplatte hat allerdings insofern eine kleine Schwierigkeit, als das Profil hier in einen spitzen Winkel gebracht werden muss, wodurch das Vernieten erschwert wird. — Im Hinterschiffe lässt sich diese Verbindungsweise nicht immer anwenden, da hier die Form der Spanten zu sehr ausfällt, wodurch die Anordnung von Winkeln an der unteren Seite des Stringers unmöglich wird. Das Kreuzen der Stringerplatte mit der Längsnaht kann im Vorderschiffe unter Umständen vermieden werden, wenn man die Oberkante des betreffenden Plattenganges mittschiffs nur um ein Geringes über die Stringerplatte vorstehen lässt; im Vorderschiffe nähert sich dann nur die Unterkante des Plattenganges der Stringerplatte, ohne diese zu schneiden. Im Hinterschiffe findet jedoch fast ausnahmslos ein Schneiden statt.

Die Plattengänge des Schiffsbodens, mit Ausnahme des Kielganges, haben in den meisten Fällen dieselbe Dicke wie diejenigen der Schiffseiten, oder die ersteren sind nur um ein Geringes dicker. So schreibt z. B. das „Bureau Veritas“ in einzelnen Fällen eine Beklattung des

Bodens vor, welche im Durchschnitte um $\frac{1}{2}$ bis 1 mm dicker als diejenige der Seitenwände ist. Man ist hierbei von dem Gedanken ausgegangen, dass die Bodenbeplattung in Folge des Einflusses des Seewassers mehr durch Oxydation leidet, als die oberen Platten, und hat den nachtheiligen Einfluss dieser Erscheinung durch eine überschüssige Dicke der Bodenplatten auszugleichen gesucht. Andere Classifications-Institute machen nicht einen so grossen oder gar keinen Unterschied in der Dicke der Boden- und Seitenbeplattung.

Nach den Bauvorschriften des Germanischen Lloyd nimmt die Dicke der Aussenhautplatten bei wachsender Schiffsgrösse sprungweise um $\frac{1}{2}$ Millimeter, oder nach englischem Maasse um $\frac{1}{40}$ Zoll, zu und es besteht nur in wenigen Fällen bei den Vorschriften für englisches Maass ein Unterschied in der Dicke der anliegenden und abliegenden Plattengänge. Beim britischen Lloyd hingegen beträgt die Abstufung in der Plattendicke für Schweisseisen $\frac{1}{16}$ Zoll und für Stahl $\frac{1}{20}$ Zoll. Da dieser Unterschied in der Plattendicke verhältnissmässig gross ist, so bedient sich der britische Lloyd einer eigenthümlichen Methode, um den Sprung in der durchschnittlichen Dicke der Platten nicht so beträchtlich zu machen. Für eine bestimmte Schiffsgrösse schreibt er für sämtliche Platten eine gewisse Dicke vor; bei der nächstgrösseren Stufe in der Abmessung der Schiffe verlangt er jedoch nur für die abliegenden Gänge eine um $\frac{1}{20}$ Zoll (für Stahl) grössere Dicke der Platten, so dass also die Durchschnittsdicke nur um $\frac{1}{40}$ Zoll zugenommen hat. Bei der weiter folgenden Stufe der Schiffsgrösse erhalten dann sämtliche Plattengänge eine um $\frac{1}{20}$ Zoll grössere Dicke u. s. w. Auf diese Weise erzielt man eine verhältnissmässig feine Abstufung in der Durchschnittsplattdicke, ohne dass man nöthig hat, mit den Unterschieden in der Dicke der einzelnen Platten unter $\frac{1}{20}$ Zoll herunter gehen zu müssen. — Der britische Lloyd macht übrigens keinen Unterschied in der Dicke der Boden- und Seitenbeplattung.

Der Kielgang ist bei Anwendung eines Balkenkiels oder bei einer anderen Construction mit vorstehendem Kiele immer ungefähr um 1 bis 2 mm dicker, als die Aussengänge der Bodenbeplattung. Der Grund hierfür liegt einestheils darin, dass die Kielplatte, um sie in die erforderliche Form umflanschen zu können, im Flammenofen stark erhitzt werden muss, wodurch sie immer an Dicke etwas verliert, und anderntheils darin, dass die Kielplatte bei dem Aufstossen des Schiffes auf Grund in erster Linie und besonders stark in Anspruch genommen wird. Würde ein auf Grund sitzendes Schiff durch irgend welche

Kraft seitlich verschoben werden, so wäre bei Anwendung einer zu schwachen Kielplatte der Fall denkbar, dass sich der Kiel zur Seite neigt, wodurch ein Bruch in dem Knick der Kielplatte unvermeidlich würde.

Besitzt das Schiff einen flachen Kiel, so wird die sich an diesen anschliessende Platte gewöhnlich auch etwas stärker als die übrige Bodenbepattung gewählt und zwar beträgt der Unterschied in der Dicke $1\frac{1}{2}$ bis 3 mm.

Da an der Oberkante eines Schiffes die Spannungen bei der Beanspruchung auf Biegung der Längsachse am grössten sind, so wird auch, mit wenigen Ausnahmen, der oberste Plattengang — der Scheergang —, welcher mit der Stringerplatte des Oberdecks vernietet ist, am stärksten gemacht.

Bei Besprechung der Oberdeckstringerplatten haben wir schon gezeigt, wie die Verbindung zwischen Stringerplatte und Scheergang hergestellt wird; wir brauchen deshalb hier nicht weiter darauf einzugehen und verweisen nur auf die Figuren 16 und 17 auf Taf. III, Fig. 17 und 18 auf Taf. VII und Fig. 13, 14 und 15 auf Taf. VIII. Auch über die Verbindung der einzelnen Platten des Scheerganges durch Laschen ist bereits ausführlich gesprochen worden.

Gewöhnlich wird der Scheergang als ein abliegender oder Aussen- gang hergestellt, eine Construction, die in den meisten Fällen nur mit Rücksicht auf ein gefälliges Aussehen des Schiffes gewählt wird. In neuerer Zeit ist jedoch auch in vereinzelt Fällen der Scheergang als anliegender Gang angeordnet worden.

Wie schon angedeutet, ist mit Bezug auf die Längsschiffsfestigkeit die Anordnung eines starken Oberdeckstringers und eines starken Scheerganges von grossem Vortheile und das in diesen Bautheilen verwendete Eisen-, bezw. Stahlmaterial ist zweifellos am vortheilhaftesten verwerteth. Um daher Schiffen von grosser Länge bei verhältnissmässig geringer Höhe die erforderliche Längsschiffsfestigkeit zu geben, ist man genöthigt, einen Scheergang von so beträchtlichem Querschnitte anzuwenden, dass die Dicke der Platten eine zu grosse werden würde, um letztere ohne erhebliche Schwierigkeiten bearbeiten zu können. Man ordnet daher in einem solchen Falle eine sogenannte Verdoppelung an, d. h. man stellt die erforderliche Plattendicke in zwei Schichten her, indem man zwischen dem Spant und dem eigentlichen Scheergange noch eine andere Platte anbringt, die jedoch meistens etwas schwächer ist, als dieser und nur bis zur Stringerplatte hinaufreicht. Diese Construction ist in Fig. 6 und 7 auf Taf. XIII dar-

gestellt. Da man, wie schon früher erwähnt, den Scheergang fast immer als einen Aussengang herstellt, so sind auch da, wo eine solche Verdoppelung vorhanden ist, die sonst üblichen Füllstücke hinter den Spanten nicht erforderlich, und um ein gutes Anliegen der Beplattung an den Spanten zu ermöglichen, wird die Doppelungsplatte gewöhnlich ebenso dick wie die unterhalb des Scheerganges liegende Platte gemacht. Scheergang und Doppelungsplatte sind durch weitläufig angeordnete und über die ganze Fläche gleichmässig vertheilte Niete miteinander verbunden. — Die Verdoppelung wird meistens nur für zwei Drittel der Schiffslänge angewendet, so dass also der Scheergang auf ein Sechstel der Länge hinten und vorn die einfache Dicke hat. Nur bei sehr grossen Schiffen kommen Verdoppelungen vor, welche sich über drei Viertel der Schiffslänge erstrecken.

Da, wo ein Stoss in dem Scheergange vorhanden ist, bildet natürlich zunächst die hinter demselben liegende Doppelungsplatte gewissermassen die Lasche. Um den vollen Querschnitt zu erhalten, brachte man in früheren Jahren noch eine Lasche auf der inneren Seite der Doppelungsplatte an, die mindestens dieselbe Dicke hatte wie der Scheergang selbst. Oberhalb der Stringerplatte, wo die Doppelung fehlte, wurde die Lasche in der üblichen Weise angeordnet. Wie man sieht, ist auf diese Weise in einer Stossfuge des Scheerganges der gleiche Materialquerschnitt vorhanden, wie in den übrigen Theilen dieses Plattenganges; man muss jedoch einräumen, dass die auf der inneren Seite der Doppelungsplatte angebrachte Lasche in der Praxis nur wenig zur Verstärkung einer Stossfuge des Scheerganges beitragen kann, wie wir das später noch ausführlicher besprechen werden.

In neuerer Zeit erhält der Scheergang, wenn er verdoppelt ist, immer auch auf der äusseren Seite Laschen, wodurch eine in jeder Beziehung zuverlässige Verbindung hergestellt wird.

Bei sehr grossen und relativ langen Schiffen genügt selbst die Verdoppelung des Scheerganges nicht mehr, und es muss dann auch der Gang unter dem Scheergange verdoppelt werden. Da nun dieser Gang, wie wir schon bemerkt haben, gewöhnlich ein Innengang ist, so muss hier die Verdoppelung auf der Aussenseite angebracht werden. Die Stossfugen der Doppelungsplatten müssen alsdann die Laschen auch auf der äusseren Seite erhalten.

Bei Schiffen von relativ grosser Längenausdehnung erweist es sich erfahrungsmässig als nothwendig, die sogenannten Kimmgänge von etwas grösserer Dicke zu wählen, da die Stösse dieser Platten,

namentlich mittschiffs, immer zuerst Undichtigkeiten zeigen. Je nachdem nun das Verhältniss der Länge zur Tiefe des Schiffes ein mehr oder weniger bedeutendes ist, verstärkt man einen, zwei oder drei Gänge um je 1 bis $1\frac{1}{2}$ mm. Die Eintheilung kann, wenn die Innen- und Aussengänge wie beim britischen Lloyd in der Dicke verschieden sind, auch so getroffen werden, dass man einem Innengange allein die ganze Verstärkung giebt, um unter Umständen zu vermeiden, dass Plattengänge von sehr verschiedener Stärke nebeneinander kommen. Nehmen wir z. B. an, die Platten hätten eine Dicke von abwechselnd 11 und 12 mm und es wären zu der Dicke der Kimmgänge 2 mm zuzuschlagen, so empfiehlt sich, diesen Zuschlag zu einer der Platten von 11 mm Dicke zu machen. Die Plattenstrake würden dann der Reihe nach folgende Dicken bekommen: 11, 12, 13, 12 und 11 mm. Die nebeneinander liegenden Gänge differiren demnach in ihren Dicken bloss um 1 mm, was im Interesse einer guten Nietverbindung sehr wünschenswerth ist; denn je grösser der Unterschied in den Dicken zweier miteinander zu verbindenden Platten ist, desto ungünstiger gestaltet sich die Festigkeit. Hätte man in dem soeben aufgeführten Beispiele eine Verstärkung von 1 mm an zwei nebeneinander liegenden Plattengängen angebracht, so hätten sich die Dicken der Reihenfolge nach folgendermassen gestaltet: 11, 12, 12, 13, 11 mm, was demzufolge nicht so vortheilhaft wäre. Bei sehr grossen Schiffen sind bisweilen auch die Kimmgänge verdoppelt worden. Man kommt jedoch von dieser Anordnung immer mehr zurück, da diese Doppelungen, wegen der Krümmung der Kimmplatten, bei der Herstellung sehr grosse Schwierigkeiten machen und daher die Genauigkeit der Ausführung gewöhnlich zu wünschen übrig lässt. Man zieht es deshalb jetzt meistens vor, die Kimmplatten nur einfach, dafür aber von verhältnissmässig grosser Dicke herzustellen.

Das bisher Gesagte bezog sich ausschliesslich auf solche Fahrzeuge, bei denen das Oberdeck auch gleichzeitig das Hauptdeck ist, d. h. auf sogenannte Ein-, Zwei- und Dreideckschiffe. Bei den Spardeck- und Sturmdeckschiffen ist die Plattenanordnung jedoch eine andere. — Um diesen Unterschied ganz klar zu machen, ist es erforderlich, hier Einiges über die Vorschriften der Classifications-Institute einzuschalten. Letztere machen in der Hauptsache die Materialstärken eines Schiffes, also namentlich auch die Dicke der Aussenbelattung, von den Hauptdimensionen des Schiffes, Länge, Breite und Tiefe bis Oberdeck, abhängig, und zwar nimmt die Plattendicke mit jeder dieser Dimensionen zu. Bei den Spardeckschiffen zieht man

jedoch nicht die volle Tiefe des Schiffes bis zum Oberdeck in Betracht, sondern es ist nur diejenige bis zum zweiten oder sogenannten Hauptdeck massgebend. Es ist einleuchtend, dass hierdurch die ganze Beplattung schwächer ausfällt. Dies ist jedoch nicht der einzige Unterschied; vielmehr wird der Theil des Schiffes, welcher oberhalb des Hauptdecks liegt, in noch leichter Weise construirt, so dass er mehr als ein Ueberbau des Unterschliffes zu betrachten ist, und es wird daher auch der eigentliche Scheegang an dem zweiten oder Hauptdeck angebracht. Ausserdem erhält aber das Schiff auch noch in der Höhe des Ober- oder Spardecks einen Scheegang, der ungefähr von derselben Dicke oder nur um wenig schwächer ist, als der des Hauptdecks. — Der Stringer des Spardecks ist von gleichen oder nur wenig geringeren Querschnittsdimensionen, als der des Hauptdecks. Der Theil der Aussenhaut-Beplattung, welcher zwischen den beiden Scheegängen liegt, wird wesentlich schwächer als die Aussenhaut des Unterschliffes hergestellt. — Die Art der Beplattung eines Spardeckschliffes ist aus der in Fig. 3 auf Tafel IX dargestellten Hauptspantzeichnung ersichtlich.

Aehnlich verhält es sich mit einem sogenannten Sturm- oder Hurricanedeckschliff. Auch hier ist für die Bestimmung der Materialstärken die Tiefe des Schiffes bis zum zweiten, bezw. Hauptdeck massgebend und die ganze Construction des Unterschliffes ist genau so wie diejenige eines gewöhnlichen Fahrzeuges von derselben Tiefe bis zum Hauptdeck; der über letzterem befindliche Theil ist hier jedoch noch leichter construirt, als bei Spardeckschliffen. Die Dicke der oberen Beplattung schwankt für alle Grössen dieser Schiffe nur von 6 mm im Minimum bis etwa 15 mm. Der Scheegang des Sturmdecks ist gewöhnlich nur angedeutet, indem man den obersten Gang um ungefähr 1 bis 2 mm dicker wählt, und die Stringerplatte hat hier gleichfalls wesentlich geringere Dimensionen als diejenige des Hauptdecks. Dem oberen Theile der Aussenhaut-Beplattung giebt man bei Sturmdeckschliffen häufig eine abgerundete Form, so dass auch der Scheegang in entsprechender Weise gekrümmt sein muss. Diese Construction ist in Fig. 8 auf Tafel XIII dargestellt. Bei kleinen Schiffen wählt man die gekrümmte Platte häufig etwas breiter, als zum Abschluss der Aussenhaut erforderlich und umgeht dann auf diese Weise die Anbringung einer Stringerplatte, so wie das auch in der hier angezogenen Zeichnung dargestellt ist. Bei grösseren Schiffen wird jedoch noch eine besondere Stringerplatte mit dem abgerundeten Scheegang verbunden.

Aus dem Gesagten leuchtet schon ein, dass die Construction der Spardeck- und Sturmdeckschiffe mit Bezug auf eine vortheilhafte Materialvertheilung zur Erreichung einer grossen Längsschiffsfestigkeit eine unzweckmässige ist. Anstatt das meiste Material an der Oberkante des Schiffes anzuhäufen, wie das die gute Construction eines Trägers verlangt, ist dasselbe so vertheilt, dass die stärksten Theile der neutralen Achse ziemlich um die ganze Höhe des obersten Decks näher gebracht sind. Allem Anscheine nach hat das nachträgliche Ueberbauen von gewöhnlichen Dampfern mit einem Deck diese Construction eingebürgert.

Bei Spardeckschiffen von ungewöhnlich grosser Länge im Verhältnisse zur Tiefe werden die Scheergänge des Oberdecks sowohl wie die des Hauptdecks verstärkt, und man giebt in solchen Fällen wohl auch den zwischen den beiden Scheergängen liegenden Platten eine etwas grössere Dicke. — Bei Sturmdeckschiffen werden jedoch die Verstärkungen für ein aussergewöhnliches Verhältniss zwischen Länge und Tiefe nur an dem Scheergange des Hauptdecks angebracht. Die Verstärkung der Kimmgänge ist bei Spardeck- und Sturmdeckschiffen dieselbe.

Da, wie schon mehrfach erwähnt, die Aussenhaut-Bepattung derjenige Theil eines Schiffskörpers ist, welcher hauptsächlich die Beanspruchungen gegen Biegung in der Längsachse aufnehmen muss, so werden auch die in der Aussenhaut vorhandenen Spannungen von der Mitte des Schiffes nach den Enden zu allmählich abnehmen. Die Plattendicken können daher an den Enden des Schiffes geringer als in dessen Mitte sein, und gewöhnlich wird die in dem Hauptspant vorhandene Plattenstärke nur für die mittlere Hälfte der Schiffslänge beibehalten. Auf dem vorderen und hinteren Viertel der Schiffslänge wählt man die Plattendicke um $1\frac{1}{2}$ mm oder auch um einen noch grösseren Betrag schwächer. Die Grösse der Reduction in der Plattendicke an den Schiffsenden hängt in der Hauptsache von der absoluten Dicke der Platten selbst ab, da diejenigen von grosser Dicke eine grössere Reduction vertragen können, als schwache Platten.

Wir sehen also, dass immer der mittlere Theil des Schiffes auf halbe Länge seine volle Plattendicke beibehält. Obgleich nun diese Construction ziemlich allgemein angenommen ist, so kann dieselbe doch nicht in allen Fällen als correct bezeichnet werden. Bei Schiffen von einigermaßen scharfen Linien wird eine Berechnung des Längsschiffs-Bruchmomentes bald zeigen, dass die Beanspruchung der Aussenhaut vom Hauptspant nach den Enden des Schiffes zu rasch ab-

nimmt, und in solchen Fällen würde es daher meistens mehr als genügend sein, wenn die volle Plattendicke nur über ungefähr $\frac{2}{5}$ der Schiffslänge in der Mitte aufrecht erhalten würde. Dieser Umstand ist natürlich für alle solche Schiffe, bei denen es hauptsächlich auf Gewichtersparniss ankommt, von höchster Wichtigkeit.

Die oben angegebene Reduction der Plattendicke an den Schiffsenden findet jedoch nicht in allen Fällen statt; vielmehr giebt es innerhalb des hinteren und vorderen Viertels der Schiffslänge Theile, welche nicht in der Dicke vermindert, sondern sogar noch besonders verstärkt werden. So sind z. B. die Bugplatten der meisten Schiffe, welche dazu bestimmt sind, die Häfen des nördlichen Europa zu besuchen, etwas stärker gehalten, um noch genügende Festigkeit bei Fahrten im Eise bieten zu können. Gewöhnlich werden die Platten von etwa 0,6 Meter über der sogenannten „geladenen Wasserlinie“ bis um das gleiche Maass unter der „leichten Wasserlinie“, auf eine Länge vom Vorderstevan gerechnet, die der Schiffsbreite gleich ist, einund-einhalb mal so dick gemacht wie sie mittschiffs sind. Der Uebergang von der Dicke dieser Bugplatten in die der übrigen Platten darf natürlich nicht plötzlich erfolgen, sondern muss vielmehr auf mehrere Platten vertheilt werden.

Bei Schraubenschiffen wird die nach dem Hinterstevan zu liegende Beplattung nur in geringem Maasse in der Dicke vermindert, um das Hinterschiff gegen die durch die Bewegung der Schraube bedingte Beanspruchung widerstandsfähiger zu machen. Zunächst gilt als allgemeine Regel, die Kielplatte ohne jede Abnahme in der Dicke bis zum Hinterstevan laufen zu lassen. Die oberhalb des Kielganges bis hinauf zur Schraubenwelle liegenden Plattenstrake werden gewöhnlich um einen geringeren Betrag in der Dicke vermindert, als dies im Vorderschiff geschieht, und bisweilen behält man auch hier die volle Stärke bei, welche die Platten mittschiffs haben. Das letztere hat namentlich Bezug auf Schiffe mit grosser Geschwindigkeit, die bei einer sehr kräftigen Maschine auch noch gewöhnlich sehr scharfe Linien besitzen. — Es ist bei scharf gebauten Schraubenschiffen ausserordentlich schwierig, den Theil, welcher sich unmittelbar vor dem Hinterstevan befindet, so zu construiren, dass derselbe der seitlichen Beanspruchung der durch die Schraube hervorgebrachten Vibrationen mit Erfolg widerstehen kann. Die Dimension querschiffs ist in diesem Theile gewöhnlich so gering, dass die etwa im Innern des Schiffes eingebauten Blehconstructionen nur einen geringen Werth haben können. In dem an den Hinterstevan unmittelbar anstossen-

den Theile ist sogar der Raum bisweilen so beschränkt, dass nicht einmal das Einbringen von Nieten möglich ist. Unter diesen Umständen bietet die Aussenhaut selbst das einzige Mittel, diesem Theile des Schiffes die nöthige Festigkeit zu geben. — Oberhalb der Schraubenwelle giebt man der Aussenhaut-Beplattung in den gewöhnlichen Fällen dieselbe Plattendicke wie im Vorderschiffe und nur bei den grossen transatlantischen Passagierdampfern mit ihren kolossalen Maschinen wird auch dieser Theil der Beplattung von gleicher Stärke gemacht, wie mittschiffs, oder gar noch besonders verstärkt.

Die Platten, welche bei Schraubenschiffen um die Anschwellung am Hintersteven, wo die Schraubenwelle aus dem Schiffe tritt, angebracht sind, die sogenannten Nussplatten, werden gleichfalls etwas stärker gewählt und erhalten meistens dieselbe Dicke wie die Beplattung mittschiffs, oder sie werden noch um 1 bis 2 mm stärker genommen. Hauptsächlich wird hierdurch beabsichtigt, das Hinterschiff zu verstärken, aber ausserdem liegt auch noch ein anderer Grund vor. Diese Platten müssen nämlich, um ihnen die eigenthümliche Form geben zu können, wiederholt bis zur Rothglühhitze erwärmt werden, wobei sie durch Glühspan beträchtlich an Dicke verlieren.

Bei der Eintheilung der Plattenstrake wird gewöhnlich schon auf die Nussplatten Rücksicht genommen, indem man zu vermeiden sucht, dass die Längsnähte gerade in den concaven Theil des Auges in Fig. 9 auf Taf. XIII fallen. Entweder lässt man daher das Auge des Hinterstevens ganz von diesen Platten umfassen — so wie in der oben erwähnten Figur angegeben ist —, oder man ordnet eine Naht möglichst in der Mitte, auf dem Auge an. Dieser letzten Methode wird sogar von vielen Schiffbauern der Vorzug gegeben, da sie eine leichtere Herstellung der Nussplatten gestattet. Für grosse Schiffe ergiebt sich übrigens diese Construction von selbst, da die übliche Plattenbreite nicht ausreichend ist, um die Anschwellung um das Stevenrohr in einem Stücke umfassen zu können.

Die Nussplatten bilden vermöge ihrer eigenthümlichen Form eine sehr wirksame Verstärkung des Hinterschiffes an der Lagerstelle der Schraube, und deshalb hat man auch in neuerer Zeit angefangen, diese Platten bei den mit verhältnissmässig starken Maschinen ausgestatteten Schiffen zu verdoppeln. Die Herstellung solcher Verdoppelungsplatten und das genaue Anpassen derselben macht allerdings grosse Schwierigkeiten, aber trotzdem wird diese Construction wegen ihrer grossen Zweckmässigkeit jetzt immer häufiger angewendet.

Es ist noch Einiges über die Verbindung der Aussenhaut mit den beiden Steven zu sagen. Wir haben weiter oben gesehen, dass die Aussenhautplatten abwechselnd als anliegende und abliegende, oder als Innen- und Aussengänge angeordnet werden. Dementsprechend müsste auch immer nur jeder Innengang mit dem Steven unmittelbar vernietet sein, während die Aussengänge hier nicht direct anliegen würden, indem ähnlich wie bei der Befestigung an den Spanten ein Füllstück zur Anwendung gelangen müsste. Zum Theile aus Gründen für das gute Aussehen, zum Theile deshalb, weil die Herstellung einer guten Vernietung der Platten mit dem Steven wegen dessen grosser Dicke noch grössere Schwierigkeiten bieten würde, wenn durch das Zwischenlegen von Füllstücken fünf einzelne Lagen miteinander zu verbinden wären — aus diesen Gründen wird bei der Verbindung der Aussenhaut mit dem Steven diese Construction nicht angewendet. Man lässt vielmehr alle Gänge an den beiden Steven anliegen, und um dies zu ermöglichen, müssen die Innengänge an den, den Steven berührenden Ecken in einer eigenthümlichen Weise ausgeschnitten werden. Die Form dieses Ausschnittes ist in einer perspectivischen Skizze durch Fig. 11 auf Taf. XIII dargestellt. Die Unter- und Oberkanten werden keilförmig ausgeschärft, so dass sich der anstossende Aussengang auf den Steven auflegen kann. Fig. 12 zeigt den Anschluss an den Vorderstevan von vorn gesehen, und Fig. 13 zeigt uns eine Seitenansicht der vorderen Platten. Die untere zu einem Aussengange gehörige Platte ist in der Fig. 13 nicht dargestellt, um den Ausschnitt an der Vorderkante des Innenganges deutlicher zeigen zu können. — An dem Hinterstevan ist die Beplattung in derselben Weise ausgeführt.

Bei jedem Schiffe müssen zu verschiedenen Zwecken eine grössere Anzahl Oeffnungen in der Aussenhaut angebracht werden, die immer eine mehr oder weniger grosse Verringerung in der Längsschiffsfestigkeit bedingen, wenn nicht in geeigneter Weise Vorsorge dagegen getroffen wird. Es kommen hier namentlich in Betracht: die Fensteröffnungen, die Seitenpforten, Ausgussöffnungen der Maschinenpumpen, Oeffnungen für die Kingston-Ventile der Circulationspumpen u. s. w.

Wie wir früher gesehen haben, werden die Niete, welche die Aussenhaut mit den Spanten verbinden, in einer Entfernung voneinander angebracht, welche ungefähr gleich dem achtfachen Nietdurchmesser entspricht. Der Querschnitt der Beplattung und auch jede einzelne Platte erscheint demnach um $\frac{1}{8}$ oder um 12,5 Proc. verschwächt, wofür kein Ersatz geboten werden kann. Hieraus geht her-

vor, dass solche Oeffnungen, deren verticale Dimension kleiner als $\frac{1}{8}$ der betreffenden Plattenbreite ist, keine Verschwächung der Längsschiffsfestigkeit bedingen. In einer Platte von 100 cm Breite kann daher eine Oeffnung von 12,5 cm Durchmesser angebracht werden, ohne dass ein besonderer Ersatz hierfür erforderlich wäre.

Die Fensteröffnungen, welche bei kleineren Schiffen häufig im Scheergange angebracht werden, haben gewöhnlich einen Durchmesser von 25 bis 40 cm und selbst noch mehr. Sie verschwächen daher den Scheergang in nicht unbedenklicher Weise, und da dieser Plattenstrak wegen seiner grossen Entfernung von der neutralen Achse des Hauptspantes für die Festigkeit von besonderer Wichtigkeit ist, so muss auch in allen Fällen, wo Fensteröffnungen im Scheergange vorhanden sind, für einen entsprechenden Ersatz gesorgt werden. Dies kann auf zweierlei Art geschehen. Entweder wird der Scheergang mit einer Platte von geeigneten Querschnittsdimensionen verdoppelt, oder derselbe wird von Haus aus von einer grösseren Dicke hergestellt. Da die zu ersetzende Querschnittsfläche nicht sehr beträchtlich ist, so genügt es meistens, wenn die Verdoppelung nur oberhalb der Fensteröffnungen angebracht wird, oder nur unterhalb, wenn die Fensteröffnungen sehr knapp unter der Stringerplatte liegen. Es ist jedoch gewöhnlich am zweckmässigsten, den Scheergang entsprechend dicker und breiter zu wählen. Der Querschnitt, abzüglich der Fensteröffnung, ist alsdann derselbe wie derjenige eines Scheerganges von normalen Dimensionen ohne Fenster. Hierbei wird jedoch meistens ein Umstand übersehen. Bei einer Verbreiterung des Scheerganges wird nämlich häufig angenommen, dass dementsprechend auch der Querschnitt der Aussenhaut-Beplyattung vergrössert ist. Dies ist jedoch nicht zutreffend, da durch eine derartige Verbreiterung der zweite Plattengang von oben in seiner Breite verringert wird, wodurch wieder ein Verlust an Querschnitt bedingt ist, der durch eine entsprechend grössere Dicke des Scheerganges wieder ersetzt werden muss. Um daher die richtigen Dimensionen des letzteren zu finden, ist es erforderlich, seinen Querschnitt im Zusammenhange mit dem der unterhalb liegenden Platte in Betracht zu ziehen.

Muss in einem der Plattengänge unterhalb des Scheerganges eine grössere Oeffnung angebracht werden, also z. B. eine grössere Seitenpforte, so wird die erforderliche Verstärkung am zweckmässigsten durch eine über ungefähr fünf Spantendistanzen reichende Verdoppelung eines benachbarten Plattenstraks bewirkt. So wird z. B. an den Stellen, wo eine Seitenpforte in den Gang unmittelbar unter dem

Scheergänge eingeschnitten ist, dieser letztere auf eine entsprechende Länge verdoppelt. Da der Scheergang ein Aussengang zu sein pflegt, so ist von dieser Verdoppelungsplatte von aussen nichts zu sehen. Anders verhält es sich, wenn die Oeffnung in einem Aussengange eingeschnitten werden muss. Die benachbarten Strake bilden dann Innengänge, so dass eine Verdoppelung nur an der äusseren Seite angebracht werden kann.

Die Anordnung einer Verdoppelungsplatte auf der äusseren Seite der Beplattung bietet noch den grossen Vortheil, dass sie auch für solche Oeffnungen angewendet werden kann, die erst nachträglich, nachdem die Aussenhaut-Beplattung schon vollendet, eingeschnitten werden sollen, da die Anbringung von Verdoppelungsplatten auf der inneren Seite der Aussenhaut dann nicht mehr möglich ist.

Der Ausgleich der durch das Einschneiden einer Seitenpforte bedingten Schwächung geschieht auch bisweilen durch die Anbringung von zwei horizontalen, starken, Rücken an Rücken genieteten Winkel-eisen, sowohl oberhalb als unterhalb der Pforte. Diese Winkeleisen sind auf den Gegenspanten oder, wo diese nicht vorhanden sind, auf besonderen an den Spanten angebrachten kurzen Stücken Gegenwinkeln vernietet und reichen, je nach der Grösse der betreffenden Oeffnung, über fünf bis sechs Spantendistanzen hinweg. — Es ist klar, dass eine derartige Construction kaum einen nennenswerthen Ersatz für den mangelnden Querschnitt in der Aussenhaut bietet, indem dieselbe durchaus nicht geeignet ist, die in der Aussenhaut auftretenden Zug- und Druckspannungen aufzunehmen. Diesem Uebelstande wird allerdings dann in etwas abgeholfen, wenn man die Aussenhaut durch eingeschobene Platten mit der erwähnten Winkelverstärkung verbindet, in ähnlicher Weise, wie wir das bei dem Kimmstringer gesehen haben. Aber selbst auch in dieser Ausführung muss die Construction für den vorliegenden Zweck als mangelhaft angesehen werden. Sie kann nur dazu dienen, die Enden des durch das Einschneiden einer Seitenöffnung unterbrochenen Spantes zu stützen. Es sollte daher ausserdem noch eine Verdoppelung der Aussenhaut angebracht werden.

Die Oeffnung für den Zufluss des Wassers zur Circulationspumpe bei Dampfern ist gewöhnlich auch von so bedeutenden Dimensionen, dass dadurch eine wesentliche Schwächung der Aussenhaut-Beplattung entsteht. Da nun diese Oeffnung meistens in den Kimmplatten gelegen ist, die in der Regel aus Rücksicht für die Festigkeit des Schiffes von besonders grosser Dicke gewählt werden, so

sind hier ebenfalls die benachbarten Gänge auf eine Länge von drei bis fünf Spantendistanzen zu verdoppeln. Merkwürdigerweise findet man diese Vorsicht fast immer vernachlässigt. Was soll jedoch die übliche Verstärkung eines Kimmganges für einen Nutzen haben, wenn nahezu der ganze Querschnitt desselben durch die erwähnte Oeffnung durchschnitten wird, ohne dass für diese Schwächung Ersatz vorhanden ist.

Die Ausmündungsöffnungen der Maschinenrohre sind meistens nicht so bedeutend im Durchmesser, um eine besondere Verstärkung nöthig zu machen.

Der Theil der Bugbepattung, in welchem die Kettenklüsen befestigt sind, wird gleichfalls durch eine Verdoppelung verstärkt.

Es wäre hier nur noch Einiges über das Schanzkleid, welches gleichfalls als ein Theil der Aussenhaut-Bepattung betrachtet werden kann, zu sagen. Unter Schanzkleid versteht man einen Plattengang, der sich gewissermassen als Fortsetzung der Aussenhaut oberhalb des Oberdecks befindet und dazu bestimmt ist, letzteres vor dem Ueberfluthen durch die bewegte See in etwas zu schützen und das Wegspülen von Gegenständen auf Deck zu verhindern.

Die Schanzkleidplatten haben eine Dicke, die je nach der Grösse des Schiffes von etwa 5 mm für die kleinsten bis etwa 10 mm für die grössten schwankt. Ihre Höhe ist von der Grösse des Fahrzeuges abhängig und schwankt von ungefähr 60 cm bis 140 cm. Sie sind mit dem Scheergange durch eine einfache Vernietung verbunden und an der oberen Kante durch ein Winkeleisen verstärkt, welches gewöhnlich etwas geringere Dimensionen, als die des Stringerwinkels hat. Auf dem horizontal liegenden Schenkel dieses Winkeleisens wird gewöhnlich eine sogenannte Reling von Holz angebracht, d. h. eine horizontal liegende, mit abgerundeten Kanten versehene Planke von 15 bis 30 cm Breite und 5 bis 9 cm Dicke. Das Material ist meistens Teakholz, jedoch auch bisweilen Eichen- oder amerikanisches Ulmenholz. — Da nun die aufrechtstehenden Schanzkleidplatten an sich nicht genug Festigkeit haben würden, um dem Andrang der See widerstehen zu können, so muss für eine gute Absteifung gesorgt werden. Am einfachsten geschieht das durch die Anbringung von Rundeisenstützen, welche mit dem verticalen Schenkel des den Wasserlauf bildenden Winkeleisens vernietet sind. In halber Höhe versieht man diese Stützen noch mit einem seitlichen Stege, der mit einem Flansch gegen die Schanzkleidplatte vernietet ist, um letztere noch etwas besser zu versteifen. Diese Construction findet sich in Fig. 15 auf Taf. XIII

dargestellt. — Hat das Schanzkleid nur eine geringe Höhe, so lässt man den horizontalen Steg gewöhnlich wegfallen. — Bei kleinen Schiffen werden die Stützen meistens in Entfernungen von circa 1,2 m angebracht, während man bei grossen bis zu 1,5 m geht. Der Durchmesser schwankt von 25 bis 50 mm. Besondere Aufmerksamkeit ist der Befestigung der Stützen in dem Wasserlaufe zuzuwenden, weil hierbei sehr leicht Leckagen entstehen.

Häufig wird die Absteifung des Schanzkleides zu schwach ausgeführt, so dass sie nicht in der Lage ist, Widerstand zu leisten, wenn das Schiff mit einer Sturzsee überfluthet wird; und es gehört nicht zu den besonders seltenen Fällen, dass das Schanzkleid beinahe in der ganzen Länge des Schiffes von innen nach aussen abgerissen wird.

In neuerer Zeit bedient man sich vielfach zur Absteifung des Schanzkleides einer Construction, wie sie in Fig. 18 auf Taf. X veranschaulicht ist. Die Stütze ist hier aus einem aufrecht stehenden Stücke Wulsteisen hergestellt, welches unten durch zwei kurze Winkel mit der Stringerplatte verbunden ist, während sein oberes, schräg abgeschnittenes Ende gegen die Schanzkleidplatte stösst, mit welcher es mit Hilfe von zwei verticalen Winkeleisen vernietet ist. Letztere sind, wie aus der Zeichnung ersichtlich, mit ihren oberen Enden über den verticalen Schenkel des Schanzkleidwinkels gekröpft. — Die ganze Construction ist sehr widerstandsfähig und der vorher beschriebenen entschieden vorzuziehen.

Auch die hölzerne Reling wird vielfach durch Eisenconstructions ersetzt, und es gilt das namentlich von solchen Schiffen, bei denen man in Folge ihres Zweckes weniger auf ein gutes Aussehen als auf Dauerhaftigkeit Rücksicht nimmt, also z. B. bei den in der Kohlen- und Erzfahrt beschäftigten Dampfern. — Die üblichsten Constructions einer eisernen Reling sind in den Figuren 16, 17 und 18 auf Taf. XIII dargestellt und erfordern wohl keine weitere Erläuterung. Vielfach wird auch ein besonderes Profil für die Herstellung der Reling benutzt, wie das in Fig. 3, 4 und 6 auf Taf. XXI gezeigt ist.

Da beim Uebernehmen und Absetzen der Ladung das Schanzkleid unter Umständen sehr hinderlich ist, so werden in letzteres sehr häufig neben der Ladeluke tiefe, bis nahe zum Deck herabreichende Einschnitte angeordnet, die mittels starker, eiserner Thüren während der Fahrt des Schiffes geschlossen werden können. Diese sogenannten „Schanzkleidpforten“ erweisen sich namentlich dann sehr zweckmässig, wenn das Schanzkleid noch etwas höher als die Sülle

der Ladeluken ist, da man mit Hilfe einer solchen Einrichtung umgeht, beim Löschen und Laden die betreffenden Gegenstände höher heben zu müssen als die Oberkante des Sülls.

Segelschiffe können gewöhnlich keine Schanzkleidpforte erhalten, da der neben der Luke liegende Theil des Schanzkleides, wegen der dort noch erforderlichen Nagelbänke, nicht als Pforte gestaltet werden kann.

Die Figuren 1, 2 und 3 auf Taf. XX stellen eine Schanzkleidpforte dar, wie sie sehr oft auf Dampfern zur Anwendung gelangt. Aus dem Schanzkleide ist auf eine Ausdehnung, die der Länge der Ladeluke entspricht, bis nahezu auf dem Scheergange herabreichend, ein Stück herausgeschnitten. Dieser Ausschnitt ist mit einem Winkel-eisen eingefasst, das sich an den Schanzkleidwinkel anschliesst. An den schweren Scharnirbändern *A, A . . .* (Fig. 1) sind starke, eiserne Thüren angebracht, die nach aussen schlagen. An den den Scharnirbändern gegenüber liegenden senkrechten Seiten der Thüren sind je zwei Klampen *e, e . . .* angeordnet, die dazu bestimmt sind, ein loses, senkrechtcs T-Eisen *SS* aufzunehmen, das die Stossfuge der beiden Thürflügel bedeckt. Zwei losnehmbare Streben aus Rundeisen, *CC*, dienen dazu, die Thüren an ihrer oberen Seite gegen einen Druck von aussen zu stützen. Die hölzerne Reling *RR*, ist für die Länge der Schanzkleidpforte gleichfalls zum Losnehmen eingerichtet. Das betreffende Stück der Reling ist zu diesem Zwecke an seinen Enden bei *KK* mit messingnen Schuhen versehen, die mit einem Zahne in entsprechende Schuhe an den festen Theil der Holzreling fassen, und drei lange, senkrechte Schraubenbolzen *BBB* dienen dazu, das lose Stück der Reling festzuhalten.

Auf Taf. XXI, Fig. 1, 2, 3 und 4 ist eine andere Art einer Seitenpforte dargestellt. Der Einschnitt in das Schanzkleid ist hier weniger tief, so dass seine Unterkante *UU* nur um wenigcs niedriger liegt als die Oberkante des betreffenden Lukensülls. Die Schanzkleidpforte *abcd* klappt hier um eine wagrechte Achse nach innen um und wird im geschlossenen Zustande durch losnehmbare Stützen *ss* und durch zwei Vorreiber *vv* festgehalten.

Diese Art der Schanzkleidpforte hat gegenüber der vorher beschriebenen den Vortheil, dass in geöffnetem Zustande keine Theile an der Aussenseite der Schiffswand vorstehen, die durch längsseit liegende Leichterfahrzeuge beschädigt werden oder an denen beim Uebernehmen der Ladung die Colli anhängen können.

In dem Schanzkleide sind immer mehrere Wasserpforten an-

zubringen. Es sind das rechteckige Oeffnungen von etwa 60 bis 100 Centimeter Länge und 40 bis 50 Centimeter Höhe, die durch nach aussen schlagende und an ihrer Oberkante mit Scharniren versehene Thüren geschlossen werden können. Diese Wasserpforten haben den Zweck, dem Wasser, das durch eine überbrechende See auf Deck geschleudert wird und bisweilen den ganzen Decksraum bis nahe zur Höhe des Schanzkleides anfüllt, einen raschen Abfluss zu ermöglichen. Die Wasserpforten werden deshalb immer im Schanzkleide so tief als möglich angeordnet, so dass ihre Unterkante mit der Oberkante des Scheerganges zusammenfällt. Die Anordnung wird jedoch aus Rücksicht für die Festigkeit des Schiffes immer so getroffen, dass der Scheergang selbst unberührt bleibt.

Auf Taf. XXI, Fig. 5 und 6, ist eine Wasserpforte in der gewöhnlichen Ausführung dargestellt. Sehr häufig wird, wie in den Figuren angedeutet, in etwa halber Höhe der Pforte eine eiserne Querstange angeordnet, die verhindern soll, dass durch die Pforte grössere Gegenstände oder gar Menschen mit über Bord gespült werden. — Zum Schliessen der Thüre bei ruhiger See sind gewöhnlich zwei Vorreiber oder Riegel angeordnet. Bei ihrer Construction ist darauf Rücksicht zu nehmen, dass die Thüre, wenn sie durch einen Seeschlag von aussen heftig zugeschlagen wird, nicht gegen die erwähnten Vorreiber oder Riegel schlägt, wodurch diese Theile bald brechen würden; es muss vielmehr dafür gesorgt werden, dass der Schlag gleichmässig von dem die Oeffnung im Schanzkleide einschliessenden Rahmen aufgenommen wird.

Die Wasserpforten sind hauptsächlich da anzuordnen, wo sich das vom Schiffe übernommene Wasser am Deck zu sammeln pflegt, also an der tiefsten Stelle des Deckstrakes, wenn das Schiff ein durchlaufendes Oberdeck hat, oder unmittelbar vor dem sogenannten Frontschotte von Brückendecks, Poops oder Quarterdecks. Das Mindestmaass des Gesamtquerschnitts der Wasserpforten ist von den Classifications-Instituten vorgeschrieben.

Die Beplyattung des Hinterschiffs bietet verschiedene Eigenthümlichkeiten, auf die hier näher eingegangen werden muss. Die Verbindung der einzelnen Plattenstrake mit dem Hinterstevan ist, wie schon früher erwähnt, im Allgemeinen bei Segelschiffen, Räder- und Zwei-Schraubendampfern dieselbe wie bei dem Vorderstevan. Bei Dampfmaschinen mit einer Schraube erfordert jedoch die Befestigung der Aussenhautplatten an der Peripherie des Auges für das Wellenrohr im Schraubenstevan besondere Aufmerksamkeit. Gewöhnlich wird diese Befestigung durch Nieten hergestellt, die an jedem Ende mit

einem Kopfe von konischer Form versehen sind. In die Nietlöcher, welche, so wie es in Fig. 1 auf Taf. XV dargestellt ist, an der inneren Seite konisch versenkt sind, werden nämlich Niete von correspondirender Form gebracht, um auf der Aussenseite niedergehämert zu werden. Die konischen Köpfe im Innern des Auges werden sich dabei an dessen innerer Fläche durch das Vorhalten am meisten aufstauchen und das Niet wird sich dort am innigsten gegen das Material des Auges anpressen, während weiter nach der Aussenseite zu der konische Kopf die Oeffnung weniger gut ausfüllt, so wie das bei dem Niet *a* in Fig. 2 auf Taf. XV dargestellt ist. Wenn nun später nach vollendeter Vernietung das Auge vielleicht um 10 bis 15 mm oder mehr ausgebohrt werden muss, so wird sehr häufig auch von den Nietköpfen im Inneren des Auges der Theil mit weggeschnitten, der dicht gegen das Auge angelegen hatte, und die Folge davon ist ein Lockern der Niete. Es ist das bei dieser Construction eine sehr gewöhnliche Erscheinung. — Um diesem Uebelstande aus dem Wege zu gehen, kann man den Nieten eine Form geben, wie sie bei *b* in Fig. 2 auf Taf. XV gezeigt ist. Wie ersichtlich, erstreckt sich hier der Conus des inneren Kopfes nicht über die ganze Tiefe des versenkten Theiles des Nietloches, so dass dasselbe am weiten Ende nicht gänzlich durch das Niet ausgefüllt wird. In Folge hiervon liegt letzteres nur im unteren Theile der Versenkung fest an und kann beim Ausbohren des Stevenauges nicht so leicht los werden. — In der Höhlung, wo die Aussenseite des Stevenauges in den geraden Theil des Stevens übergeht, ist es gewöhnlich nicht möglich, ein Niet anzuordnen und man bringt daher dort meistens seine Schraube mit versenktem Kopfe an. — Viele Baumeister ziehen sogar vor, sämmtliche das Auge umschliessenden Platten mittels Schrauben zu befestigen, da sie auf diese Weise den oben erwähnten Uebelstand beim Ausbohren des Wellenrohr-Auges umgehen. Wird zu diesen Schrauben sehr gutes, weiches Eisen verwendet und die ganze Arbeit mit grosser Sorgfalt ausgeführt, so kann dieser Art der Befestigung vor der Vernietung der Vorzug gegeben werden. — Diese versenkten Schrauben sind, wie aus der Zeichnung ersichtlich (vergl. *c* in Fig. 2 auf Taf. XV), mit vierkantigen Ansätzen versehen, um dieselben mit dem Schraubenschlüssel fassen zu können. Nach erfolgtem Anziehen der Schrauben werden die Ansätze abgehauen.

Vom Kiele angefangen nach oben aufsteigend bleibt die Aussenhaut in der schon beschriebenen Weise mit dem Hinterstegen, bezw. dem Schraubenrahmen bis zu der Stelle verbunden, wo das Ruder durch

die Kokeröffnung in den überfallenden Theil des Hecks eintritt. Die hier befindliche Aussenhautplatte hat eine eigenthümliche Form, welche sich durch Zeichnung nur schwer wiedergeben lässt. Die Abwicklung dieser Platte ist in Fig. 19 auf Taf. XIII dargestellt. Es entspricht in derselben der halbkreisförmige Ausschnitt der halben Kokeröffnung; die Kante *bd* in Fig. 20 legt sich vertical an den Hintersteven, *de* ist die untere Längsnaht und *gf* die obere, *ef* ist die nach vorn zu liegende Stossfuge und bei *g* läuft die Platte in eine Spitze aus, welche in der Mittellinie der Gillung liegt. Die analogen Theile dieser Platte sind in der inneren, horizontalen Ansicht in Fig. 3 auf Taf. XV mit denselben Buchstaben bezeichnet.

Der nächstfolgende, darüber liegende Plattengang (Fig. 20, Taf. XIII) steht bereits in keiner Weise mit dem Hintersteven in Verbindung. Der Backbord- und Steuerbord-Plattengang vereinigen sich in einer Stossfuge, welche in der Symmetrieebene des Schiffes gelegen und in Fig. 3 auf Taf. XV mit *ai* bezeichnet ist. Ueber diese Stossfuge *ai* ist im Innern eine Lasche gelegt, die bei grösseren Schiffen eine doppelte, bei kleineren nur eine einfache Nietung erhält.

Die Plattengänge, welche mit ihren hinteren Enden die Rundung des Hecks bilden, welche also gegen die Linie *klim* (Fig. 3 auf Taf. XV) stossen, werden gewöhnlich zur Herstellung einer geeigneten Verbindung mit der Schanzkleid- und Stringerplatte in einem stumpfen Winkel geflanscht, wie das aus Fig. 4 auf derselben Tafel ersichtlich ist. Da ferner in der sehr spitz zulaufenden Ecke am Knick des Hecks bei *r* kein genügender Raum vorhanden ist, um die für die Verbindung des Stringerwinkelleisens mit der Stringerplatte erforderlichen Niete einbringen zu können, so lässt man den Stringerwinkel hier ganz wegfallen und flanscht die Stringerplatte ebenfalls zu der in der Figur angedeuteten Form um. Auf diese Weise wird es möglich, Schanzkleid, Aussenhaut und Stringerplatte durch eine und dieselbe Vernietung miteinander zu verbinden.

Die Verbindung der soeben genannten Theile kann übrigens noch in anderer Weise hergestellt werden. So suchen z. B. viele Baumeister das Umflanschen der hinteren Enden der Aussenhautplatten zu vermeiden, indem sie eine in entsprechender Weise geformte Lasche, aus einem Blechstreifen bestehend, anwenden, um die Schanzkleidplatten, bezw. Heckplatten mit den Enden der Plattengänge zu verbinden, wie das in Fig. 5 auf Taf. XV gezeigt ist. — Manche Constructeure gehen den mit dieser Verbindung verknüpften Schwierigkeiten aus dem Wege, indem sie den Knick des Hecks entweder tiefer oder höher

als die Stringerplatte legen. In letzterem Falle wird entweder die Stringerplatte umgefianscht, wie in Fig. 6 auf Taf. XV dargestellt, oder die Verbindung kann auch mittels eines Stringerwinkels ausgeführt werden, da die Vernietung desselben mit der Stringerplatte vor Anbringung der Aussenhaut keine Schwierigkeiten bietet. — Fig. 7 auf Taf. XV zeigt eine Construction, bei welcher der Knick des Hecks tiefer liegt als die Stringerplatte.

Wir haben hier nur die am meisten üblichen Verbindungsarten der Heckplatten aufgeführt; es kommen jedoch, je nach der Form und Anordnung des Hecks, noch eine Menge anderer Constructionen vor, die hier nicht alle besonders besprochen werden können.

Bei Schraubenschiffen werden für den Theil der Beplattung, welcher unmittelbar oberhalb des Schraubenrahmens liegt, zwei verschiedene Anordnungen angewendet. Die gewöhnlichere und zweifellos bessere Construction besteht darin, dass die Beplattung ihren gewöhnlichen Verlauf in einzelnen Plattengängen bis zum Ruderstevn fortsetzt, so wie das in Fig. 20 auf Taf. XIII gezeigt ist. Die Platten müssen dabei eine ziemlich starke Hohlung erhalten, die gewissermassen die Fortsetzung der Gillung nach unten bildet und deren Herstellung, namentlich bei Schiffen mit sehr vollem Hinterschiffe, nicht ohne Schwierigkeiten ist. Ein Schnitt in der Spantebene YZ hat demnach eine Form wie in Fig. 8 auf Taf. XV gezeichnet ist.

Bisweilen lässt man jedoch die Plattengänge an dieser Stelle nicht bis zum Ruderstevn laufen, sondern schaltet oberhalb des Schraubenrahmens eine Platte von ungefähr dreieckiger Form ein. In Fig. 9 auf Taf. XV ist diese Platte mit ABC bezeichnet. In der Linie BC ist sie in einem, je nach der Form des Schiffes, mehr oder weniger stumpfen Winkel umgefianscht, wie aus der Fig. 10 auf Taf. XV, welche einen Schnitt der Spantebene VW zeigt, ersichtlich ist. Gegen die Kante dieses Flansches stossen die übrigen Aussenhautplatten entweder stumpf an, um mittels einer innen liegenden Lasche mit dem Flansch verbunden zu werden, oder sie überfassen ihn einfach. Die innere Ansicht eines in dieser Weise construirten Hecks zeigt Fig. 11 auf Taf. XV. Die letzte Platte des Plattenstrakes, der die Kokeröffnung enthält, braucht hier nicht die complicirte Form zu haben, wie dies bei der vorher beschriebenen Construction der Fall war. Sie ist in Fig. 11 auf Taf. XV mit dem Buchstaben $abcd$ CB bezeichnet. Die Linie CB entspricht dem Verbindungsstoss mit der Platte ABC in Fig. 9. Gewöhnlich wird bei dieser Construction über die ganze Partie um die Kokeröffnung herum eine grössere Platte efh

als Lasche aufgepasst. Der obere Theil der Fig. 11 stellt den Fall dar, bei welchem die Aussenhaut durch eine einfache Ueberlappung mit dem Flansch der über dem Schraubenrahmen befindlichen Platte verbunden ist.

Diese Art und Weise der Herstellung der Beplattung oberhalb des Schraubenrahmens ist eine wesentlich einfachere als die vorher beschriebene; es muss aber auch eingeräumt werden, dass sie dem Hinterschiffe nicht die Festigkeit und Steifigkeit geben kann, wie die andere Methode. Ein vergleichender Blick auf die beiden Figuren 8 und 10 auf Taf. XV wird das deutlich machen. Das Hinterschiff zeigt hauptsächlich eine Schwäche gegen seitliche Beanspruchungen, indem das untere Ende des Schrauben- und Ruderstevens theils durch den Ruderdruck, theils durch die Bewegung der Schraube einer seitlichen Beanspruchung ausgesetzt ist. In dieser Hinsicht ist die in Fig. 10 dargestellte Construction weit weniger geeignet, Widerstand zu leisten, als die in Fig. 8 dargestellte, weil bei der mit dem Buchstaben *D* (Fig. 10) bezeichneten Stelle immer ein schwacher Punkt vorhanden sein wird.

Die Verbindung der einzelnen Platten eines Strakes geschah bis vor etwa 10 Jahren ausschliesslich in der Weise, dass man sie, wie schon mehrfach erwähnt, mit ihren schmalen Kanten stumpf aneinanderstossen liess und auf der inneren Seite eine Lasche anordnete. Der ganze Plattengang bildete somit an seiner äusseren Seite eine, vom Vorderstevan bis Hinterstevan glatt verlaufende Fläche, und die Schiffe bei denen man Werth auf ein gutes Aussehen legt, erhalten auch heute noch, wenigstens oberhalb der Wasserlinie, solche Laschenverbindungen.

In neuerer Zeit stellt man jedoch vorwiegend die Verbindungen der einzelnen Platten eines Strakes in der Weise her, dass die nach vorn liegenden Platten immer die nach hinten folgenden überlappen. Bei dieser Anordnung liegt demnach die aussen vorstehende Kante jeder Platte immer an ihrem hinteren Ende, so dass sich das bei der Vorwärtsbewegung an dem Schiffe entlanglaufende Wasser nicht gegen die Plattenkante stösst; es wird vielmehr hinter derselben einen kleinen Wirbel bilden. Es kommen also keine Laschen zur Verwendung, sondern es werden die Platten unmittelbar miteinander vernietet.

Die Ueberlappung bietet gegenüber der Laschenverbindung mehrfache Vortheile. Der wichtigste, der wohl auch die Einführung dieser Verbindungsweise in erster Linie veranlasst hat, besteht in der grösseren Dauerhaftigkeit der Ueberlappung im Vergleich mit ver-

laschten Stössen. Erfahrungsmässig leidet bei den Letzteren die anfangs ganz dichte Stossfuge sehr beträchtlich durch Corrosion, so dass häufig schon nach wenigen Jahren da, wo anfänglich die dicht verstemmte Stossfuge vorhanden war, eine Rinne bis zu 10 mm Breite entsteht, die sich nicht mehr verstemmen lässt. Bei den Ueberlappungen conservirt sich jedoch die Stemmnaht wesentlich besser, und Corrosionen treten erst nach wesentlich längerer Zeit ein.

Ein weiterer Vortheil der Ueberlappung besteht in einer nicht unbeträchtlichen Ersparniss an Material und Nietarbeit, die dadurch begründet ist, dass sich die zu verbindenden Platten nur auf eine Strecke überlappen, die etwa der halben Laschenbreite entspricht und nahezu nur die halbe Anzahl Niete wie in einer Lasche erforderlich ist. Da jede Nietarbeit kostspielig ist, so fällt die Ersparniss sehr ins Gewicht. Solche Schiffe, bei denen die Plattenverbindungen in der Hauptsache nur durch Ueberlappungen hergestellt sind, werden daher nicht nur relativ leichter, besitzen also eine grössere Tragfähigkeit, sondern sie werden auch billiger.

Die Art und Weise, wie die Ueberlappungen an den Stössen der Aussenhaut ausgeführt werden, ist in Fig. 6 bis 8 auf Taf. XX veranschaulicht. Fig. 6 zeigt die innere Ansicht der Ueberlappung eines anliegenden Plattenganges, und es ist hierbei angenommen, dass das Vorderende des Schiffes nach links zu liegt. Die an der rechten Seite der Platte *D* befindliche Kante, die in der Fig. 6 durch eine gestrichelte Linie angedeutet ist, steht also, wie aus der Zeichnung ersichtlich, an der Aussenseite der Bepattung vor. Es geht dies auch deutlich aus dem in Fig. 7 dargestellten Schnitt durch die Ueberlappung hervor.

Das rechte Ende der nach vorn zu liegenden Platte *D* wird für die Breite der Längsnähte und für die Länge der Ueberlappung durch Hobeln auf der nach aussen liegenden Seite ausgeschärft. Die von den Buchstaben *abcd* an der oberen und *efgh* an der unteren Längsnaht umgrenzten, rechteckigen Flächen der Platte *D* bilden also scharf auslaufende keilförmige Stücke. Die Platte *B* erhält dann in der Linie *ah* eine kurze Biegung, wie aus dem Schnitte in Fig. 7 ersichtlich, so dass die Platte *C*, die wieder in der Linie *bg* eine kleine Biegung erhält, für die Länge der Ueberlappung an der Platte *B* gut anliegt. — In Fig. 8 ist die äussere Ansicht der Ueberlappung desselben Innenganges gezeigt.

In ganz ähnlicher Weise ist auch bei den abliegenden Platten-
gängen ein Ausschärfen an dem einen Ende für die Breite der Längs-

naht erforderlich, wie das auch in der rechten Hälfte des durch Fig. 7 dargestellten Schnittes ersichtlich ist. Während jedoch bei den Innengängen immer die Platten an dem hinteren Ende ausgeschärft werden müssen, ist dies bei den Platten der Aussengänge an den vorderen Enden erforderlich.

Die soeben geschilderte Art der Ueberlappung der Aussenhautplatten ist zuerst von der Firma Harland & Wolff ausgeführt worden und ist jetzt allgemein im Gebrauche.

Als man etwa im Jahre 1887 bei dem Bau von Tank-Dampfern für den Petroleumtransport zuerst überlappte Stösse anwendete, wurden die Platten an den Längsnähten noch nicht in der soeben geschilderten Weise ausgeschärft, sondern man legte in der Längsnaht einen eisernen Keil zwischen die Platten, der an seinem stumpfen Ende die gleiche Dicke wie die betreffenden Aussenhautplatten hatte. Diese Art der Verbindung hatte jedoch manche Nachtheile, so dass sie jetzt wohl nie mehr zur Anwendung gelangt. Man war bei dieser Art der Ausführung genöthigt, die Ueberlappung möglichst aus der Mitte zwischen zwei Spanten zu verlegen, damit das erwähnte Keilstück nicht ganz bis zum nächsten Spant heranreichte, weil sonst die Spantniete in der Längsnaht durch vier Schichten hätten reichen müssen, wodurch die Dichtigkeit in Frage gestellt worden wäre. Die Ueberlappungen der Innengänge mussten aus diesen Gründen nach vorn und die der Aussengänge nach hinten verschoben werden; ein Umstand, der bei der Vertheilung der Plattenstösse gleichfalls Schwierigkeiten machte. Die hier beschriebene Art von Ueberlappung mit Hilfe von Keilstücken an den Längsnähten ist in Fig. 7, 8 und 9 auf Taf. XXI dargestellt.

In den letzten Jahren ist auch noch vereinzelt eine andere Beplattungsweise, die von der Firma William Doxford & Sons in Sunderland eingeführt worden und durch Fig. 9 bis 11 auf Taf. XX veranschaulicht ist, zur Anwendung gelangt. Das Eigenthümliche dieser Beplattung besteht darin, dass die Platten der sonst als Aussengänge bezeichneten Plattenstrake an ihren Längskanten in einer Weise gekröpft sind, wie aus Fig. 11 auf Taf. XX hervorgeht. Durch dieses Verfahren wird es ermöglicht, dass alle Plattengänge der Aussenhaut unmittelbar an den Spanten anliegen; die sonst erforderlichen sogenannten Unterlegstücke unter den Aussengängen kommen also ganz in Wegfall.

Man hat behauptet, dass durch den Fortfall der erwähnten Unterlegstücke insofern ein Vortheil bedingt sei, als das Gewicht

des Schiffskörpers um das der Unterlegstücke verringert und mithin die Tragfähigkeit entsprechend vergrössert werde. Diese Behauptung ist jedoch nicht zutreffend, da die Ersparniss am Gewichte reichlich durch den Verlust am Displacement ausgeglichen wird, der dadurch entsteht, dass alle Platten unmittelbar an dem Spant liegen. Dies lässt sich leicht aus folgender Ueberlegung erkennen. Das specifische Gewicht des zum Schiffbau verwendeten Flusseisen beträgt etwa $7,8$, demnach ist auch für jedes Unterlegstück ein Displacement erforderlich, das $7,8$ mal so gross als das Volumen des Unterlegstückes ist. Dieses Volumen müsste demnach einem rechteckigen Raume entsprechen, dessen Länge und Dicke gleich der des Unterlegstückes, dessen Breite aber $7,8$ mal der Breite des Unterlegstückes ist. Nimmt man an, dass diese Breite bei Schiffen mittlerer Grösse 75 mm beträgt, so würde schon bei einer Spantenentfernung von $0,585$ m der Displacementsverlust bei gekröpften Aussenhautplatten so gross sein, dass die Gewichtersparniss durch Wegfall der Unterlegstücke ausgeglichen ist. Da aber die Spantenentfernung meistens etwas grösser ist als das $7,8$ fache des Spantschenkels und da die Plattenbreite wegen der Kröpfung 10 bis 15 mm grösser sein muss, so ist durch die in Rede stehende Plattenanordnung eher ein Verlust als ein Gewinn in der Tragfähigkeit bedingt.

Der einzige Vortheil, den diese Art der Aussenhaut-Bepflattung aufweisen kann, besteht darin, dass die Platten durch die Kröpfung etwas mehr Widerstand gegen Einbeulen leisten.

Im Allgemeinen hat die Construction nur wenig Anklang gefunden und sie wird deshalb auch nur ausnahmsweise angewendet.

Ausser den bis jetzt besprochenen, am meisten üblichen Anordnungen der Aussenhaut-Bepflattung kommen ausnahmsweise noch einige andere Constructions zur Anwendung, welche Erwähnung verdienen.

Hierher gehört zunächst eine Methode, bei welcher die Aussenhautplatten in ihren Längsfugen nicht übereinanderfassen, wie das sonst allgemein üblich ist, sondern bei der sie stumpf aneinanderstossen, ähnlich wie die Planken jedes gewöhnlichen hölzernen Schiffes. Die Verbindung zweier benachbarter Plattengänge geschieht hierbei durch einen im Innern des Schiffes auf der Stossfuge entlang laufenden, eine Lasche bildenden Blechstreifen. — Es lässt sich auf diese Weise gleichfalls eine gute Aussenhaut-Bepflattung erzielen, jedoch werden die Herstellungskosten nicht unwesentlich höher sein als diejenigen der gewöhnlichen Construction. Einestheils ist etwas mehr

Material erforderlich, da die Längslasche immer die doppelte Breite einer gewöhnlichen Längsnaht hat, andertheils wird auch der aufzuwendende Arbeitslohn nicht unwesentlich höher sein, denn die Herstellung einer dicht schliessenden Längsnaht wird immer hierbei grosse Schwierigkeiten bieten, da dieselbe nicht in einer geraden Linie, sondern in einer Curve verläuft. Namentlich wird das Verstemmen der durch stumpf aneinanderstossende Platten gebildeten Längsnaht viele Schwierigkeiten verursachen. Aber auch die Nietarbeit ist beträchtlich grösser, weil die Laschenverbindung der Längsnahte gerade doppelt so viel Niete erfordert, als bei einer gewöhnlichen Ueberlappung der Aussenhautplatten. Einen besonderen Vortheil bietet diese Construction nicht, es wäre denn, dass man Werth darauf legte, eine ganz glatte Aussenhaut zu erzielen. Dies wird jedoch nur äusserst selten der Fall sein, da man nicht einmal behaupten kann, dass das Ansehen der Aussenhaut hierdurch besonders gewinnt, und deshalb wird diese Art der Beplattung seit einer langen Reihe von Jahren gar nicht mehr ausgeführt.

Mit einer wesentlichen Abänderung hatte man jedoch für kurze Zeit diese Construction wieder aufgenommen, und namentlich war es die Barrow-Shipbuilding-Company in England, welche mehrere grössere Dampfer nach diesem Systeme erbaute. Dieses Etablissement wendete gleichfalls eine Beplattung an, bei der die einzelnen Plattenstrake sich nicht überlappten, sondern stumpf gegeneinander stiessen; anstatt jedoch die Lasche der Längsnaht auf der inneren Seite anzubringen, war dieselbe auf die äussere Seite gelegt, wodurch das Aussehen der Beplattung im Allgemeinen dasselbe wurde, wie bei der gewöhnlichen Construction mit abwechselnd anliegenden und abliegenden Gängen. Fig. 12 auf Taf. XV zeigt einen Theil der Aussenhaut eines auf diese Weise beplatteten Schiffes. Aus denselben Gründen, wie vorher angegeben, werden auch hier die Herstellungskosten verhältnissmässig hoch sein, und die Herstellung einer dichten Längsfuge wird auch hier viel Aufmerksamkeit erfordern, obgleich die Sache etwas einfacher liegt. Da nämlich die Längsnaht durch die längslaufende Lasche, die man hier wohl richtiger einen Aussengang nennen muss, von aussen bedeckt ist, so kann die Dichtigkeit der ganzen Aussenhaut einfach durch das Verstemmen dieses Aussenganges erzielt werden. Der Hauptvortheil der ganzen Anordnung besteht darin, dass sie einen besseren Verschluss der einzelnen Platten unter sich ermöglicht und dass die Aussengänge theilweise eine Laschung der darunterliegenden Innengänge bilden, so dass letztere

so betrachtet werden können, als ob dieselben in den Quernähten theilweise durch doppelte Laschen (nämlich durch die gewöhnliche innere Lasche und durch den Aussengang) verbunden wären. Es ist demnach zu erwarten, dass diese Construction weniger leicht eine Begebung in den Nietverbindungen zulässt. — Auch diese Construction ist wesentlich schwerer und kostspieliger in der Herstellung als die gewöhnlich übliche.

Als Curiosum sei hier noch angeführt, dass man auch eiserne Schiffe mit einer diagonalen Beplattung versehen hat, in ähnlicher Weise wie man hölzerne Schiffe in schräger Bichtung beplankt. Es ist nicht recht zu erkennen, welche Vortheile eine derartige Construction haben soll, während sich eine ganze Reihe Nachtheile aus dieser Bauweise ergeben. Wir haben es hier mit einer von den vielen fehlerhaften Constructionen zu thun, welche durch die Uebertragung der bei dem Holzschiffbau üblichen Bauweisen auf die eisernen Schiffe entstanden sind.

Da die Längsschiffsfestigkeit, wie wiederholt angedeutet, zum grossen Theile von der Festigkeit der Aussenhaut-Beplattung abhängt, so wird nothwendigerweise die Vernietung der einzelnen Platten untereinander von besonderer Wichtigkeit sein und eine eingehende Besprechung erfordern.

Die Vernietung in der Ueberlappung der Längsnähte ist, je nach der Dicke der Platten, eine einfache oder eine doppelte Kettennietung, und zwar begnügt man sich in Uebereinstimmung mit den Vorschriften der Classifications-Institute gewöhnlich mit einer einfachen Nietung, wenn die Dicke der Platten geringer als 9 mm ist. Für eine Dicke der Aussenhaut-Beplattung, welche dieses Maass überschreitet, wird gewöhnlich nur im Boden, bis oberhalb der Kimm, eine doppelte Nietung angewendet, und nur wenn die Dicke grösser als 11 mm ist, werden sämtliche Längsnähte mit einer doppelten Nietung versehen. — Die Unterkante des Scheerganges wird jedoch auch dann schon durch eine doppelte Nietreihe mit dem darunterliegenden Plattengange verbunden, wenn letzterer eine Dicke von 8 mm überschreitet.

Bei den in allerneuester Zeit erbauten grossen Dampfern, die eine Länge von 180 bis 200 m und mehr haben, hat sich jedoch die doppelte Vernietung der Längsnähte als unzureichend erwiesen, indem sich die Niete, die in den auf etwa der halben Höhe des Schiffes liegenden Längsnähten sitzen, bald lockern und zwar zeigt sich diese Lockerung am auffälligsten an den äussersten Schiffsenden. Der Umstand, dass sich die losen Niete gerade an diesen Stellen bemerkbar

machen, lässt wohl ohne Zweifel die Ursache dieser Erscheinung in dem Auftreten sehr grosser Scheerkräfte in den Längsnähten bei der Beanspruchung des Schiffskörpers auf Durchbiegung in der Längsachse vermuthen, denn nach den Gesetzen der Festigkeitslehre treten bei einem Träger die Scheerkräfte an den Enden und in der neutralen Schicht am stärksten auf. Man hat deshalb angefangen, die Längsnähte sehr grosser Dampfer, die auf der halben Höhe des Schiffes liegen, auf etwa ein Viertel der Schiffslänge von dem Vorder- und Hintersteven nach der Mitte zu 3-fach zu vernieten.¹⁾

Da man genöthigt ist, die Stossfugen zwischen zwei Platten, die durch Laschen miteinander verbunden werden sollen, möglichst genau in die Mitte zwischen zwei Spanten zu legen, so erscheint es wünschenswerth, eine gerade Anzahl Niete zwischen zwei Spanten anzuordnen, damit die Stossfuge immer genau zwischen den beiden mittleren Nietpaaren hindurchläuft. Ist die Spantenentfernung eine solche, welche bei normaler Nieteintheilung die Anordnung von einer ungeraden Anzahl Niete erfordert, so bringt man in dem Theile der Längsnaht, welcher zwischen den der Stossfuge benachbarten Spanten liegt, ein Niet mehr an, so dass also in diesem einen Felde immer eine gerade Anzahl Niete vorhanden ist. Es kommt wohl auch bisweilen vor, dass diese Regel nicht innegehalten werden kann, und dann läuft die Stossfuge mitten durch das Nietloch hindurch, indem sie dasselbe in zwei halbkreisförmige Theile zerlegt. Es ist das nicht gerade ein besonderer Nachtheil, wenn hierbei die nöthige Aufmerksamkeit nicht verabsäumt wird, um die halbkreisförmigen Nietöffnungen mit einer regelrechten Versenkung zu versehen, aber trotzdem sollten solche Fälle soviel als möglich vermieden werden.

Ist die Längsnaht mit einer doppelten Vernietung versehen, so wird sehr häufig auf dem Spant nur ein Niet angebracht, und zwar so, dass es immer an der Kante der den Aussengang bildenden Platte sitzt. Es ist diese Anordnung an der in Fig. 14 auf Taf. XV dargestellten Verlaschung anschaulich gemacht. — Bei allen Bauten, die mit besonderer Sorgfalt ausgeführt werden, bringt man jedoch auch auf dem Spant zwei Niete an, so wie das in den Figuren 13 und 20 derselben Tafel dargestellt ist.

Die Verbindung der Quernähte oder Stösse durch Laschen erfolgt

1) Vergl. den Aufsatz des Verfassers: „On signs of weakness in Tank Steamers“ in den Transactions of the Institution of Naval Architects, Volume XXXVIII (Jahrgang 1897).

entweder mit einer doppelten Vernietung oder mit einer dreifachen, in manchen Fällen sogar mit einer vierfachen. Einfache Vernietung kommt bei den Laschungen nie zur Anwendung oder höchstens nur bei ganz kleinen Booten.

Unter normalen Verhältnissen sind die Laschenverbindungen nur doppelt genietet, so wie in Fig. 13 auf Taf. XV bei dem mit *A* bezeichneten Stosse und in Fig. 14 und 15 dargestellt ist. Die Laschen haben eine etwas andere Construction, je nachdem sie zu einem Aussengange oder Innengange gehören. Die für einen Ausgang bestimmte Lasche kann sich nicht über die ganze Breite der Platte erstrecken, vielmehr kann sie nur von der einen Kante der unter den Ausgang fassenden Platte bis zur analogen Kante auf der andern Seite laufen. Die Lasche ist also zwischen die Kanten der anschliessenden Innengänge einzupassen. — In früherer Zeit wurde die Lasche der Aussengänge über die Kanten der Längsnähte hinweggekröpft, wie das auf Taf. XV in Fig. 16 dargestellt ist. Diese Construction erfordert jedoch viel Arbeit, ohne dass sie einen wirklichen Nutzen gewährt. Ausserdem entsteht an der Kröpfungsstelle immer ein kleiner hohler Raum, der sich nicht leicht ausfüllen lässt und somit nur zur Rostbildung Veranlassung giebt. — In einer späteren Periode der Entwicklung des Eisenschiffbaues liess man daher die Kröpfung wegfällen und passte die Lasche in der zuerst beschriebenen Weise zwischen die beiden Innengänge ein; über der Stelle jedoch, wo die Lasche gegen die Innengänge stiess, brachte man wieder kurze Laschen an, so dass die Stossverbindung im Querschnitte eine Form erhielt, wie sie in Fig. 17 auf Taf. XV dargestellt ist. Aber auch hiervon ist man allgemein abgekommen, und die Laschen werden jetzt nur noch, wie oben beschrieben, zwischen die anliegenden Innengänge gepasst.

Die Laschen der Innengänge können ohne Weiteres über die ganze Breite des Plattenganges angebracht werden, so wie bei dem in Fig. 14 auf Taf. XV dargestellten Stosse gezeigt ist. — Da der Abstand der Niete in der Längsnaht meistens grösser ist, als derjenige der beiden Nietreihen in der Lasche, so ist letztere zu schmal, um von jeder Platte zwei Nietpaare der Längsnaht fassen zu können. Man ist deshalb genöthigt, die Lasche an jedem Ende schräg zulaufen zu lassen, wodurch sie dann nur ein Nietpaar der Längsnaht fasst, so wie es hier in der Zeichnung dargestellt ist. Viele Werften lassen jedoch die Lasche des Innenganges in der vollen Breite über die Platte laufen, ohne eine Abschrägung vorzunehmen, wobei als-

dann die beiden letzten Nietpaare in der Längsnaht so viel näher zusammengerückt werden müssen, um noch ganz in die Lasche fallen zu können. Eine derartige Nietenintheilung ist in Fig. 15 auf Taf. XV dargestellt.

Ist die Länge eines Schiffes im Verhältnisse zu seiner Tiefe oder Breite eine sehr grosse, so werden der Scheergang und einige Kimmgänge mit dreifach vernieteten Laschen versehen. Die Classificationsinstitute schreiben dies gewöhnlich vor, wenn die Länge 11- bis 12-mal die Tiefe oder 8-mal die Breite des Schiffes überschreitet. Wird dieses Verhältniss ein wesentlich höheres, so werden noch weitere Plattengänge mit dreifach genieteten Laschen versehen, und bei einer weiteren Zunahme der Länge werden alle Plattenstösse dreifach vernietet.

Eine dreifach vernietete Lasche ist in Fig. 13 auf Taf. XV dargestellt und mit *B* bezeichnet. Wie aus der Figur hervorgeht, enthält bei diesem Stoss die letzte Nietreihe der Lasche nur die halbe Anzahl Niete. Auf die Gründe für diese Anordnung soll hier nicht näher eingegangen werden, da dieser Punkt in dem Kapitel über die Vernietung ausführlich besprochen werden wird. Es sei hier nur erwähnt, dass sich auf diese Weise ein höherer Festigkeitsgrad der Vernietung erzielen lässt, als in dem Falle, wo bei sonst gleichen Verhältnissen in der letzten Nietreihe die volle Anzahl Niete vorhanden ist. Bei dieser Anordnung müssen jedoch die Laschen immer eine etwas grössere Dicke haben als die Platten, welche sie miteinander verbinden, und zwar beträgt der Unterschied in der Dicke je nach den Umständen zwischen 1 bis 3 mm.

Die dreifache Vernietung der Laschen wird nicht über die ganze Länge des Plattenganges angewendet, sondern dieselbe erstreckt sich meistens nur über den mittleren Theil der Schiffslänge, und zwar bei Schiffen von mässigen Dimensionen gewöhnlich über eine der halben Schiffslänge entsprechende Distanz für die Kimmgänge und über zwei Drittel der Länge für den Scheergang. — Bei grossen Schiffen und bei solchen, welche im Verhältnisse zur Tiefe oder zur Breite eine sehr grosse Länge haben, wird die dreifache Vernietung auch über eine noch grössere Länge angewendet. — In Schraubenschiffen, die mit einer verhältnissmässig kräftigen Maschine versehen sind, also eine grosse Geschwindigkeit besitzen, wird die dreifache Vernietung der Nähte bis zum Hintersteven ausgedehnt, da sich erfahrungsmässig die Stossverbindungen im Hinterschiffe, in Folge der heftigen Erschütterungen durch die Schraube, leicht lockern.

Trotz aller dieser Vorsichtsmassregeln erweist sich bisweilen die

Vernietung der Verlaschungen als unzureichend, indem sich ein Oeffnen der Quernähte an der Kimmung oder im Hinterschiffe bei Schraubendampfern bemerkbar macht. Man bringt daher bei der dreifachen Vernietung der Laschen grosser Schiffe in der letzten Nieterei nicht bloss, wie gewöhnlich, die halbe Anzahl, sondern die volle Nietenzahl an. Die Festigkeit des Stosses selbst wird dadurch zwar eher heruntersetzt als erhöht, aber es wird dabei ein überschüssiger Nietquerschnitt erzielt, wodurch die Lockerung der Niete verhindert werden soll. Eine dreifach vernietete Lasche mit der vollen Anzahl Niete in der letzten Nieterei ist bei *B*, Fig. 10 und 11 auf Taf. XXI dargestellt.

Man ist noch weiter gegangen und hat sogar vierfach vernietete Laschen angewendet, bei denen aber wieder in der letzten Nieterei nur die halbe Anzahl Niete vorhanden ist. Diese Construction stösst bisweilen auf Schwierigkeiten, da in vielen Fällen die übliche Spantendistanz nicht gross genug ist, um hinlänglich Raum für eine vierfach vernietete Lasche zu bieten. Diesen Uebelstand hat man umgangen, indem man die gebräuchliche Spantendistanz etwas vergrössert und dafür die Spantwinkleisen entsprechend stärker gewählt hat. Da jedoch diese vierfach vernieteten Laschen in den meisten Fällen nur für den Scheergang zur Anwendung gelangen, so haben sich viele Constructeure auch dadurch geholfen, dass sie das betreffende Spant, welches der Anbringung der Lasche hinderlich war, nur bis zum Scheergange und nicht bis zur Stringerplatte reichen liessen.

Mit der stetig zunehmenden Grösse der Schiffe haben sich jedoch auch die zuletzt geschilderten vierfachen Vernietungen der Stossfugen nicht als ausreichend erwiesen, und man ist deshalb bei grossen Schiffen allgemein dazu übergegangen, den Scheergang und die unterhalb desselben benachbarten Gänge, sowie die Kimmgänge mit doppelten Laschen zu versehen, d. h. es wird nicht nur auf der inneren Seite der Stossfuge, sondern auch auf der äusseren Seite eine Lasche angeordnet. Die Dicke der inneren Lasche kann hierbei, wie leicht ersichtlich, geringer gewählt werden als bei einer einfachen Lasche und wird gewöhnlich nur zwei Drittel der Plattendicke gemacht. Die Dicke der äusseren Lasche ist bisweilen noch um eine Kleinigkeit geringer. Jedes einzelne Niet wird bei Anwendung doppelter Laschen an zwei verschiedenen Querschnitten auf Scheerung in Anspruch genommen, wodurch die ganze Verbindung eine wesentlich höhere Festigkeit erhält. Diese Art der Plattenverbindung in den Stossfugen ist die beste von allen und sollte deshalb überall da an-

gewendet werden, wo die Beanspruchung eine besonders grosse ist. Die Verbindung mit doppelten Laschen ist vor Allem auch der Ueberlappung weit überlegen.

Für die Verbindung der Stossfugen der abliegenden Plattengänge wird bei sehr sorgfältig ausgeführten Bauten auch noch eine andere Form von Laschen angewendet. Man giebt nämlich den Laschstücken eine wesentlich grössere Breite, die ermöglicht, dass sie über die benachbarten Spanten hinwegfassen und somit die sonst erforderlichen Unterlegstücke ersetzen können. Da jedoch das Laschstück immer um mehrere Millimeter dicker als die zu verbindenden Platten ist, so muss es an jeder Seite, wo es unter die Spanten greift, auf die Dicke der benachbarten Plattengänge abgehobelt werden. — Eine derartige, sogenannte „untergesteckte Lasche“ ist bei *A*, Fig. 10 und 11 auf Taf. XXI dargestellt. Diese Laschenverbindung bewährt sich vorzüglich und das „Oeffnen“ der Stossfugen wird hierbei fast nie beobachtet.

Wenn die Verbindung der einzelnen Platten eines Strakes durch Ueberlappung erfolgt, so kommen in ganz gleicher Weise wie bei den Laschenverbindungen doppelte, dreifache und auch vierfache Vernietungen zur Anwendung, und zwar sind hierfür im Allgemeinen dieselben Grundsätze massgebend. Ueberall da, wo durch die Classifications-Institute zwei-, drei- oder vierfach vernietete Laschenverbindungen vorgeschrieben sind, werden auch gewöhnlich Ueberlappungen mit einer entsprechenden Vernietung gefordert. Bei den gewöhnlichen Ueberlappungen ist jedoch in allen Nietreihen die volle Anzahl Niete vorhanden, so wie das aus den Figuren 6, 8 und 9 auf Taf. XX ersichtlich ist. Eine mit Bezug auf Festigkeit vortheilhafte Anordnung der Niete würde bedingen, dass auch hier, in den beiden äusseren Nietreihen, nur die halbe Anzahl Niete angeordnet wäre. Es ist dies jedoch deshalb nicht zulässig, weil sich dann die Kante der Platte, wegen der grösseren Nietentfernung nicht dicht verstemmen lassen würde. — Um diesen Mangel zu beseitigen, hat man bei den Ueberlappungen sogenannte Gegenlaschen in Vorschlag gebracht. Die Ueberlappung zeigt dann eine Anordnung wie sie in Fig. 12 und 13 auf Taf. XXI dargestellt ist. Auf der inneren Seite wird eine Platte, die Gegenlasche angebracht, die so breit ist, dass sie über 3 Nietreihen hinweg fasst. In dem Theile dieser Gegenlasche, der über die Kante der überlappten Platte hinausragt, ist jedoch nur die halbe Anzahl Niete vorhanden. Der Plattenquerschnitt in der Nietreihe *mn* (Fig. 12) wird demnach um einen Betrag,

der der Scheerfestigkeit der Niete a, b, c u. s. w. entspricht, in seiner Beanspruchung entlastet und der gefährlichste Querschnitt ist nun nicht mehr in der Linie mn , sondern in op . Dieselbe Betrachtung gilt auch für die rechte Seite der Ueberlappung, und man sieht somit, dass durch Anwendung einer Gegenlasche der Festigkeitsgrad der Ueberlappung wesentlich erhöht werden kann. —

In Fig. 14 und 15 ist eine vierfach vernietete Ueberlappung mit Gegenlasche dargestellt.

Der praktische Werth dieser Art der Ueberlappung ist jedoch nicht so gross, als die angedeuteten theoretischen Betrachtungen vermuthen lassen. Es hat dies seinen Grund darin, dass die Niete, weil sie durch drei Schichten reichen, nicht so fest sitzen und die Uebertragung einer Spannung in der Gegenlasche auf die äusseren Niete a, b, c u. s. w. in Wirklichkeit wohl kaum stattfindet. Diese Construction ist deshalb auch nur sehr selten zur Anwendung gekommen.

Bei den Vernietungen der Aussenhaut-Beplattung wird die zweckmässige Wahl des Nietdurchmessers und der Abstand der einzelnen Niete unter sich eine wichtige Rolle spielen. Die Classifications-Institute geben über diese Verhältnisse genaue Vorschriften, auf die wir gleichfalls in dem Kapitel über die Nietverbindungen zurückkommen.

Um die Längs- und Quernähte der Aussenhaut-Beplattung vollkommen wasserdicht zu machen, müssen dieselben nach erfolgter Vernietung noch verstemmt werden. Diese Arbeit ist eine verschiedene, je nachdem es sich um eine Ueberlappung mit einander überfassenenden oder um eine Quernaht mit stumpf gegeneinander stossenden Platten handelt. — Im ersteren Falle wird das Verstemmen in der Weise bewerkstelligt, dass man auf die äussere Seite der Beplattung ein stumpfes meisselartiges Werkzeug mit Hilfe von Hammerschlägen gegen die Kante der überfassenden Platte treibt, wie das durch Fig. 5 auf Taf. XX veranschaulicht ist. Auf diese Weise staucht sich die Plattenkante etwas auf und bildet einen sogenannten Grat, der sich dicht auf die untere Platte legt und das Eindringen von Wasser absolut verhindert. — Um diese Arbeit gut ausführen zu können, ist es erforderlich, dass der Rand der zu verstemmenden Platte möglichst scharfkantig ist. Es werden aus diesem Grunde die Kanten der Aussenhautplatten gehobelt, wodurch man gleichzeitig einen reinen Strak in dem Plattengang erzielt. Sieht man aus Sparsamkeitsrücksichten von dem Hobeln der Plattenkanten ab, so können die einzelnen Platten nur mit Hilfe der Blechscheere in die richtige Form gebracht werden. Obgleich auf diese Weise ein weniger scharf-

kantiger Plattenrand entsteht, so kann man doch das Verstemmen der Aussenhaut auch in diesem Falle sehr erleichtern, wenn man darauf achtet, dass beim Beschneiden mit der Scheere die innere Seite der Platte nach unten liegt. Der hierbei auf der unteren Seite sich bildende Grat presst sich dann beim Vernieten fest gegen die Platten des Innenganges und bildet eine sehr dichte Fuge, die nur leicht verstemmt zu werden braucht.

Das Verstemmen einer Verlaschung, bei welcher die Platten stumpf gegeneinander stossen, muss wesentlich anders ausgeführt werden. Unter der Voraussetzung, dass die beiden Platten dicht aneinander stossen, wird zu jeder Seite der Stossfuge in einer Entfernung von 3 bis 5 mm durch ein stumpfes meisselartiges Werkzeug eine ungefähr $1\frac{1}{2}$ mm tiefe und parallel zur Stossfuge liegende Rinne eingehauen, so wie das in Fig. 49 auf Taf. XL dargestellt ist. Auf diese Weise drängen sich die Ränder beider Platten gegeneinander und bilden den wasserdichten Abschluss. — Das Verstemmen der Quernähte erfordert besondere Aufmerksamkeit in allen den Fällen, wo die Platten, wie das häufig vorkommt, von Haus aus nicht ganz dicht aneinander stossen.

Neben der Festigkeit sind Leichtigkeit und Wohlfeilheit immer die wichtigsten Gesichtspunkte, nach welchen wir die Zweckmässigkeit einer Aussenhaut-Construction zu beurtheilen haben. — Alle Ueberlappungen und alle Laschen zur Verbindung der Stösse bedingen einen entsprechenden Zuschlag zum Gewicht der eigentlichen Aussenhaut. Je mehr man diese Verbindungen beschränkt, desto leichter wird die ganze Beplattung ausfallen können. Dies würde also erfordern, so wenig als möglich Längsnähte, Ueberlappungen und Laschen anzuordnen, oder mit anderen Worten, so grosse Platten als möglich zu verwenden.

Um die Gesamtlänge der Längsnähte einzuschränken, wird man namentlich die Anordnung breiter Platten anstreben müssen, da auf diese Weise an der Peripherie des Hauptspantes eine oder mehrere Längsnähte ganz wegfallen können. Man wird auch eine solche Platteneintheilung wählen müssen, bei welcher die Straken in möglichst gleicher Breite von vorn nach hinten laufen. Dies wird natürlich nur bei Anwendung von mehreren verlorenen Gängen in dem mittleren Theile des Schiffes möglich sein, indem hierbei immer (im Vergleich mit einer Platteneintheilung, bei welcher alle Plattengänge ganz von vorn bis ganz nach hinten durchlaufen und sich an den Enden stark verschmälern) die Anzahl der Längsnähte an den Schiffs-

enden eine geringere wird. Dieser Umstand gewinnt an Bedeutung, wenn man in Betracht zieht, dass das Nieten verhältnissmässig eine der theuersten beim Schiffbau vorkommenden Arbeiten ist.

Der Anwendung sehr breiter Platten stellen sich jedoch Bedenken entgegen, indem einestheils die Bearbeitung und der Transport derselben in der Werft wegen des grossen Gewichtes Schwierigkeiten bereiten und die Arbeit vertheuern, und anderentheils, weil die Festigkeit des Schiffes in der Längsachse bei Verwendung breiter Platten herabgesetzt wird. Eine aus schmalen Plattenstraken bestehende Aussenhaut wird nämlich bei sonst gleicher Plattendicke schon deshalb eine grössere Festigkeit gewähren, weil sie mehr Längsnähte enthält und in denselben immer die doppelte Plattenstärke vorhanden ist. Es ist also in der Aussenhaut mehr Material angehäuft, als dies bei breiten Platten von gleicher Dicke der Fall sein würde. — Noch mehr sprechen jedoch die Rücksichten auf die Festigkeit der Vernietung für die Anordnung schmaler Plattenstreifen. Um das klar zu machen, sei hier auf die Fig. 1 und 2 auf Taf. XVII verwiesen, welche ein Stück Aussenhaut darstellen sollen. Zur Beplattung einer bestimmten Höhe sind in Fig. 1 sechs Plattengänge verwendet, während in Fig. 2 nur vier angenommen sind. Denkt man sich nun den Fall, dass durch eine vollständige Lösung der Vernietung die Beplattung der Länge nach in zwei Theile zerlegt werden soll, so wäre das in beiden Fällen nur in der mit dickeren Strichen angedeuteten treppenförmigen Linie wahrscheinlich, da diese Linie die denkbar kürzeste ist. Die Gesammtlänge der Quernähte ist natürlich in jedem Falle dieselbe, denn sie entspricht der totalen Höhe der Beplattung; wie aber leicht zu übersehen, ist die Länge der Längsnähte in der Bruchlinie bei Fig. 1 wesentlich grösser als bei Fig. 2. Im ersteren Falle entspricht die Gesammtlänge der in Betracht kommenden Längsnähte zehn Spantendistanzen, im anderen Falle nur sechs. — Die Lockerung der Nietung ist allerdings ein Fall, der nur unter aussergewöhnlichen Umständen einzutreten pflegt, z. B. wenn ein beladenes Schiff bei Hochwasser auf Grund kommt und nach Eintritt der Ebbe vielleicht nur auf kurze Distanz in der Mitte gestützt ist, oder wenn das Schiff bei schwerer Ladung anhaltenden und schweren Stürmen ausgesetzt ist. Solchen Beanspruchungen gegenüber werden sich immer die Schiffe mit schmalen Platten besser verhalten.

Um daher den Verlust an Stärke der Vernietung bei Anwendung breiter Aussenhautplatten wieder etwas auszugleichen, schreiben die Classifications-Institute eine dreifache Vernietung der Stossplatten vor,

sobald die Plattenbreite ein gewisses Maass, gewöhnlich 1,2 m, überschreitet. Der Gewinn an Gewicht und Arbeitslohn, den man durch Verwendung breiter Platten erzielen könnte, wird daher auf diese Weise zum Theil wieder aufgehoben. — Wenn mit der Vergrösserung der Breite zugleich eine beträchtliche Zunahme der Länge der Platten verbunden ist und die Stösse zweier benachbarten Strake um eine grössere Distanz wie gewöhnlich voneinander entfernt sind, so gestaltet sich das Verhältniss für die Festigkeit günstiger und das Gewicht der ganzen Aussenhaut wird gleichzeitig nicht unerheblich vermindert. Da wo es besonders auf Gewichtersparniss ankommt, kann daher die Anwendung sehr langer und breiter Platten empfohlen werden.

Die Länge der Aussenhautplatten ist aus den soeben geschilderten Gründen im Laufe der Jahre immer grösser geworden und heute kommen bei grossen Schiffen schon Platten von etwa 10 Meter Länge zur Verwendung. An den Schiffsenden können jedoch so lange Platten wegen den dort erforderlichen Krümmungen nicht benutzt werden.

Wir haben in dem Vorgehenden bei Besprechung der Stringer wiederholt darauf hingewiesen, dass zur Erzielung einer grossen Längsschiffsfestigkeit, bei der jetzt üblichen Bauweise der Schiffe namentlich die Verstärkung des oberen Theiles der Schiffseiten erforderlich ist. Berechnet man die Lage der neutralen Achse für den mittleren Bruchquerschnitt eines Schiffes, so ergibt sich dieselbe immer beträchtlich unter der Mitte der Schiffstiefe und bisweilen noch innerhalb des unteren Drittels der letzteren. Obgleich das nun ganz augenscheinlich der Beweis für eine unzumuthbare Materialvertheilung ist, so lässt sich daran bei kleinen Schiffen im Allgemeinen nur wenig ändern. Die hier zur Anwendung gelangenden Stärken der Bodenplatten müssen als ein Minimum betrachtet werden, welches erforderlich ist, um im Falle eines Aufgrundkommens des Schiffes noch den erforderlichen Widerstand leisten zu können. Eine Verminderung in der Dicke der Bodenbeplattung würde also hier nicht zulässig sein, während eine Verstärkung an den oberen Partien nicht erforderlich ist, da die kleinen Schiffe gewöhnlich eine hinreichend grosse Längsschiffsfestigkeit besitzen.

Anders verhält es sich mit grossen Schiffen. Bei diesen macht sich häufig eine Schwäche in der Längsachse bemerkbar, die sich auch durch Rechnung nachweisen lässt. Es würde daher zweckmässig sein, das Oberschiff in geeigneter Weise zu verstärken, während bisweilen eine geringe Verminderung in der Dicke der Bodenbeplattung noch zulässig wäre. Wenn nun auch die Verstärkung

des Oberschiffes am besten durch Vergrösserung des Querschnittes der Oberdeckstringerplatten und der eisernen Decks erreicht wird, so muss auch für einen Zuwachs im Querschnitte des oberen Theiles der Aussenhaut-Bepattung gesorgt werden. Wie wir schon im Vorhergehenden gesehen haben, geschieht dies in der Weise, dass man den obersten Plattenstrak, den Scheergang, von wesentlich grösserer Dicke wählt als die übrigen Platten und erforderlichen Falls noch durch eine Verdoppelungsplatte verstärkt. Die Praxis hat jedoch gezeigt, dass ein grosser Unterschied in der Plattendicke zweier aneinander stossenden Plattengänge, wie das bei dem Scheergange und dem nächsten darunterliegenden Plattengange der Fall ist, eine nachtheilige Einwirkung zu haben scheint, da man wiederholt hierbei ein Einreissen des schwächeren Plattenganges beobachtet hat. Der Vorgang, der hierbei stattfindet, lässt sich leicht übersehen. Bei einer sehr starken Zugbeanspruchung des Scheerganges öffnet sich, wenn auch nur sehr wenig, der betreffende Stoss desselben, und da die beiden Scheergangsplatten durch die Vernietung der Längsnaht mit dem darunterliegenden Plattengange fest verbunden sind, so wird die Spannung auf letzteren übertragen, wodurch dann schliesslich ein Einreissen verursacht wird. Es empfiehlt sich daher, den zweiten Gang von oben etwas stärker zu machen, als die übrige Seitenbepattung des Schiffes, oder mit anderen Worten ausgedrückt: ein plötzlicher Uebergang von der Dicke des Scheerganges zur Seitenbepattung ist zu vermeiden, indem man dem zweiten Plattengange von oben am besten eine mittlere Dicke zwischen Scheergang und Seitenbepattung giebt.

Bei Schiffen von sehr grosser Länge im Vergleiche zur Tiefe erhält die Scheergangsplatte meistens eine ganz ausserordentliche Dicke, und Dimensionen von 25 bis 30 mm gehören dabei nicht zu den Seltenheiten. Da selbst diese Dimensionen häufig noch nicht genügende Festigkeit gewähren, so wird, wie schon früher gesagt, eine Verdoppelung erforderlich. Die hierbei nothwendig werdende Verbindung so dicker Platten bietet jedoch nicht zu unterschätzende Schwierigkeiten. Es müssen hierbei häufig Niete von 30 mm und mehr Durchmesser zur Verwendung gelangen. Das Niederschlagen schwerer Niete durch Hammerschläge hat an sich schon Schwierigkeiten, wenn dieselben aber bei Anwendung einer Verdoppelung noch durch drei und vier Blechstärken reichen müssen (wie z. B. bei den Laschen eines verdoppelten Scheerganges), so ist die Herstellung einer guten Nietung noch schwieriger. Solche Niete füllen gewöhn-

lich die Nietlöcher nicht ganz aus und sitzen in Folge dessen nicht fest.

Man hat in neuerer Zeit vielfach versucht, die Vernietung des Scheerganges und der Stringerplatten auf mechanischem Wege, namentlich durch hydraulische Vorrichtungen zu ermöglichen, und es ist zweifellos, dass eine auf diese Weise hergestellte Nietung einer mit der Hand ausgeführten bei Weitem überlegen ist. Der durch die Nietpresse ausgeübte Druck ist viel beträchtlicher, als er durch Hammerschläge hervorgebracht werden kann. Die Platten werden daher auf diese Weise nicht nur ganz fest aufeinander gepresst, sondern die einzelnen Niete füllen auch die Nietlöcher gut aus. Die hydraulische Vernietung erfordert allerdings ausserordentlich kostspielige Einrichtungen und bietet auch sonst noch so viele Schwierigkeiten, dass ihre Anwendung vor der Hand nur eine beschränkte ist.

Wir haben weiter oben darauf hingewiesen, dass der Scheergang gewöhnlich als äusserer Gang hergestellt und dass die etwa erforderliche Verdoppelungsplatte auf der inneren Seite angeordnet wird. Die Lasche für die Stossfuge der Scheergangsplatte wird hierbei, da dieselbe gewöhnlich auf der Innenseite der Verdoppelung angebracht ist, nur wenig oder nichts zur Festigkeit beitragen können. Um dies zu erläutern, ist in Fig. 18 auf Taf. XV eine solche Verlaschung im Durchschnitte dargestellt. Nehmen wir an, es sei hauptsächlich im Scheergange eine Zugspannung vorhanden (ein Fall, der in der Nähe der Endpunkte der Verdoppelung unbedingt eintreten muss), so wird dieselbe die Niete in eine schiefe Lage zu bringen streben, wie in der Figur durch punktirte Linien angedeutet ist. Augenscheinlich wird die Verdoppelungsplatte zunächst die ganze Spannung aufnehmen müssen, während die Lasche nicht auf Zug, sondern, wie aus der Figur einleuchtet, auf Druck in Anspruch genommen wird. — Ganz anders ist dagegen die Sache, wenn die Lasche auf der äusseren Seite des Scheerganges angebracht wird. Es ist eine solche Construction mit Bezug auf die Festigkeit der Nietverbindung die einzig zweckmässige. Die Anbringung einer Doppelungsplatte auf der Aussenseite des Scheerganges gestaltet sich sehr günstig, wenn letzterer den Innengang bildet. Für die Stossfuge des eigentlichen Scheerganges bildet dann gewissermassen die Verdoppelungsplatte die äussere Lasche, und da noch ausserdem eine solche innen angebracht wird, so ist die Verbindung wesentlich stärker als in dem Falle, wo die Verdoppelung auf der inneren Seite liegt. Für die Stossfugen der Doppelungsplatte, wenn dieselbe die äussere Platte bildet, treten aller-

dings nun die gleichen Nachtheile wie bei der vorher besprochenen Construction des Scheerganges auf, da aber jetzt die äussere Platte die geringere Dicke hat, so wird auch die durch eine derartige Construction bedingte Schwächung verhältnissmässig geringer sein. Noch zweckmässiger ist es natürlich, wenn die Doppelungsplatten mit aussen liegenden Laschen versehen werden, wie das jetzt fast immer geschieht.

Für die Anordnung des Scheerganges als Innengang sprechen übrigens auch noch in manchen Fällen andere Gründe. Wie wir früher gezeigt haben, werden die einzelnen Plattenstrake häufig abwechselnd von verschiedener Dicke hergestellt, so dass die anliegenden Gänge immer eine etwas geringere Dicke haben als die Aussengänge. Wird nun der Scheergang, wie das gewöhnlich üblich ist, als Aussengang angeordnet, so ist der darunterliegende ein Innengang und besitzt demgemäss unter Umständen eine geringere Dicke als der dritte Platten- gang von oben. Es findet also an dieser Stelle ein sehr plötzlicher Uebergang in der Dicke der Plattenstrake statt, der, wie wir früher gesehen haben, vermieden werden sollte. Es würde sich daher die Anordnung günstiger gestalten, wenn der Scheergang an den Spanten anliegend angebracht würde, weil dann der nächstfolgende Strak als Aussengang eine grössere Dicke hätte.

Die jetzt allgemein übliche Vertheilung der Plattendicken bei Spardeck- und Sturmdeckschiffen (auch Awning- oder Hurricanedecksschiffe genannt) ist, wie wir schon angedeutet haben, eine unzweckmässige. Da bei diesen Constructionen die stärksten Platten und Stringer in der Höhe des zweiten Decks liegen, so ist die Längsschiffsfestigkeit nothgedrungen wesentlich geringer, als wenn dieses Material am obersten Deck angebracht wäre. Bei gleichem Materialaufwand hätte sich also eine grössere Festigkeit erzielen lassen oder dieselbe Festigkeit wäre mit einem geringeren Eisengewichte zu erreichen gewesen. Warum trotz dieses offen zu Tage liegenden Fehlers in der Vertheilung des Materials diese Bauweise noch immer angewendet wird, ist eigentlich schwer ersichtlich. Bei dem Baue eines Schiffes von gegebenen Hauptdimensionen ist es immer möglich, die stärksten Platten am Oberdeck anzubringen, und die einzige Rücksicht, welche gegen diese Anordnung sprechen könnte, besteht darin, dass dem Schiffe ein grösseres Obergewicht gegeben wird, oder dass mit anderen Worten die Stabilität zu sehr beeinträchtigt wird. Seitdem jedoch die neueren Untersuchungen erwiesen haben, dass die Breite eines Schiffes innerhalb gewisser Grenzen nicht unwesentlich vergrössert

werden kann, ohne dadurch den Widerstand gegen die Fortbewegung merklich zu erhöhen, kann auch die Stabilität immer genügend gesteigert werden, um ein vergrössertes Obergewicht zulässig erscheinen zu lassen. Für neu zu erbauende Schiffe lässt sich also die übliche Bauweise der Spar- und Sturmdeckschiffe in keiner Weise rechtfertigen.

Gehen wir 20 bis 30 Jahre zurück, so finden sich allerdings andere Verhältnisse, welche diesen Schiffsgattungen noch eine gewisse Berechtigung gaben. Zu dieser Zeit hatten die Schiffe eine geringere absolute Länge bei einer verhältnissmässig grossen Tiefe. Hierdurch war eine grössere Festigkeit bei meistens ungenügender Stabilität bedingt, beides Momente, welche die Construction als Spardeckschiff theilweise gestatten und theilweise als nothwendig erscheinen liessen. Die Spar- und Sturmdeckschiffe wurden damals fast nur zum Passagierdienst verwendet, wobei es darauf ankam, denselben einen verhältnissmässig grossen Freibord zu geben, und hierdurch erklärt sich auch die grosse Tiefe im Verhältniss zur Breite. — Nach und nach hat sich jedoch die Bauweise der Spardeckdampfer auch für die Frachtfahrt eingebürgert, und heute werden solche Dampfer, welche hauptsächlich zum Transport leichter Güter, wie Baumwolle, Hanf u. s. w., verwendet werden sollen, häufig als Spardeckschiffe erbaut.

Es kommen Fälle vor, bei welchen das Sturmdeck nicht über die ganze Länge des Schiffes von vorn bis hinten durchläuft, sondern gegen die Mitte zu auf eine kurze Strecke unterbrochen ist, oder wo die ganze Seitenbeplattung des Sturmdecks wegen Anbringung von grossen Seitenpforten durchschnitten ist. Ein solcher Ueberbau kann natürlich in keiner Weise zur Erhöhung der Längsschiffsfestigkeit beitragen, und es ist daher ganz gerechtfertigt, wenn derselbe so leicht wie möglich hergestellt wird. Man kann allerdings in einem solchen Falle kaum noch von einem Sturmdeck sprechen, vielmehr müsste man solche Aufbauten besser als eine lange Poop in Verbindung mit einer langen Back betrachten.

Wie schon weiter oben erwähnt wurde, wendet man vielfach zum Zwecke der Verstärkung der Aussenhaut an gewissen Stellen Verdoppelungen an. Es wird bei grossen Schiffen nicht allein der Scheergang, sondern auch ein oder mehrere Kimmgänge, sowie das Vorder- und Hinterschiff verdoppelt, ersteres um der Aussenhaut eine grössere Widerstandsfähigkeit gegen Eis zu geben, letzteres namentlich als Verstärkung gegen die durch die Schraube verursachten Vibrationen.

Derselbe Zweck lässt sich auch durch Anwendung einer dickeren Aussenhaut erreichen. Allerdings ist dieser Construction insofern eine Grenze gesetzt, als sich Platten von einer grösseren Dicke als 25 mm nicht mehr gut verarbeiten und nur schwierig vernieten lassen. Bei Schiffen von sehr grossen Dimensionen ist man daher gezwungen, zu den Verdoppelungen seine Zuflucht zu nehmen. Eine solche verstärkt nun zwar ohne Zweifel den betreffenden Plattengang in der Längsrichtung, aber die Verbindung eines Plattenstrakes mit den benachbarten wird dadurch nicht verbessert, und da, wo es sich um eine Versteifung der Aussenhaut-Beplattung in einer senkrecht zur Längsachse des Schiffes liegenden Ebene handelt, ist die Verdoppelung daher ohne Werth. Dies ist namentlich bei der Verstärkung des Hinterschiffes der Schraubenschiffe durch Verdoppelungsplatten der Fall, und es dürfte sich daher hier zweckmässiger erweisen, die Beplattung an den zu verstärkenden Stellen etwas dicker zu wählen.

Es kann somit im Allgemeinen empfohlen werden, die ganze oder theilweise Verdoppelung der Plattengänge möglichst zu vermeiden, ausgenommen in den Fällen, wo man dieselben nur als eine äussere Lasche des betreffenden Plattenganges anwenden will. — Anders liegt die Sache, wenn es sich um die nachträgliche Verstärkung eines schon vorhandenen Schiffes handelt. Unter solchen Umständen bietet die Verdoppelung ein zweckmässiges Mittel, um einen Ersatz für eine ungenügende Plattendicke zu bieten. Man sieht sie daher gewöhnlich bei der Verlängerung alter Schiffe als Verstärkung angewendet.

In den Fällen, wo eine Verdoppelung als Ersatz für eine in dem benachbarten Plattengange durch eine grosse Oeffnung verursachte Schwächung angebracht wird, sollte auch für ein geeignetes Mittel gesorgt werden, um die in dem geschwächten Plattengange auftretenden Zug- oder Druckspannungen auf die Verdoppelung des Nebenganges zu übertragen. Bei der jetzt allgemein üblichen Ausführung findet diese Uebertragung nur durch die Längsnaht des betreffenden Plattenganges statt und die Verdoppelungsplatte selbst liegt neben dem zu verstärkenden Plattengange, ohne mit diesem direct verbunden zu sein. Dies sollte aber der Fall sein, und wenn die Verdoppelungsplatte auf der Innenseite der Beplattung liegt (also unter einem Aussengange angebracht ist), so lässt sich das auch ohne Schwierigkeit ausführen. In Fig. 19 auf Taf. XV ist der Querschnitt und in Fig. 20 die Innenansicht einer solchen Verdoppelung dargestellt.

Der Scheergang ist hier wegen einer im zweiten Gange vorhandenen Seitenpforte auf eine sechs Spantendistanzen entsprechende Länge verdoppelt. Ueber die den Scheergang mit dem zweiten Gange verbindende Längsnaht ist zwischen den Spanten eine Lasche *a* angebracht, wodurch die im zweiten Gange etwa vorhandenen Spannungen in geeigneter Weise auf die Verdoppelungsplatte übertragen werden. Letztere erhält eine trapezförmige Gestalt, indem die oberen Ecken der Platte unter einem ziemlich spitzen Winkel abgeschragt werden können, weil dieselben doch nicht in das Bereich der wirkenden Spannungen gezogen werden. Auf diese Weise wird eine Gewichtsersparniss erzielt, und wenn dieselbe auch in diesem Falle nicht von besonderem Belang ist, so ist es doch von Wichtigkeit, alles überflüssige Material zu vermeiden, da sich, wenn dieses System consequent durchgeführt wird, bei dem ganzen Schiffe eine nicht unbedeutliche Materialersparniss erreichen lässt.

Wie wir weiter oben bereits bemerkten, wird die volle Dicke jedes Plattenganges gewöhnlich für die halbe Schiffslänge in der Mitte des Schiffes beibehalten, während der Theil, welcher auf dem vorderen und hinteren Viertel der Schiffslänge gelegen ist, in der Dicke vermindert wird. Es lässt sich schon, ohne eine ziffernmässige Untersuchung angestellt zu haben, übersehen, dass diese Art der Vertheilung der Plattendicke der Beanspruchung eines Schiffes in der Längsachse nicht entspricht, wenigstens nicht unter normalen Verhältnissen und nicht in den Fällen, wo die Maschine nebst Kessel und Kohlen in der Mitte der Schiffslänge angeordnet sind. Das Maximum des Bruchmomentes ist nur in einem Punkte mittschiffs vorhanden und nimmt nach beiden Enden zu ab. Es würde daher in den meisten Fällen genügend sein, wenn die volle Plattendicke nur über $\frac{1}{3}$ der Schiffslängen mittschiffs beibehalten würde; eine Länge von $\frac{2}{5}$ würde aber in allen Fällen genügen. Wie leicht zu übersehen, liesse sich auf diese Weise bedeutend an Gewicht sparen, ohne die Festigkeit des Schiffes in irgend einer Weise zu beeinträchtigen.

Ein Uebelstand bei der gewöhnlichen Art und Weise der Verringerung der Plattendicke an den Schiffsenden besteht darin, dass hierbei eine zu plötzliche Querschnittsverminderung in der Aussenhaut-Beplattung an denjenigen Punkten eintritt, welche um ein Viertel der Schiffslänge von jedem Schiffsende entfernt sind. Da die Beanspruchung des Schiffes in der Längsachse ganz allmählich gegen die Enden zu abnimmt, so sollte man auch dementsprechend

die Materialstärken vermindern, was am besten in der Weise geschehen könnte, dass die volle Dicke des Scheerganges und des Kielganges am weitesten nach den Schiffsenden zu beibehalten wird, während die hieran anstossenden Gänge ihre Dicke nicht so weit nach vorn und hinten fortsetzen. Bei dem dritten Gange von oben, sowie von unten, kann alsdann die Reduction noch früher eintreten, so dass also die Grenze für den Beginn der schwächeren Bepattung einer treppenförmigen Figur entsprechen würde, welche z. B. im Vorderschiff, vom Scheergange anfangend, von vorn nach hinten bis ungefähr zur halben Höhe des Schiffes, und von da ab wieder allmählich nach vorn herabsteigt. — Auf diese Weise lässt sich eine nicht unwesentliche Ersparniss am Plattengewicht erzielen.

Im engen Zusammenhange mit der Verringerung der Plattendicke an den Schiffsenden sollte auch die Art und Weise der Vernietung der Stösse stehen. Angenommen, diese Verringerung sei in möglichst vollkommener Weise, der Beanspruchung in der Längsachse entsprechend, vorgenommen, so müssen die Stösse, um an den Festigkeitsverhältnissen nichts zu ändern, über die ganze Länge des Schiffes in gleicher Weise vernietet sein, also entweder alle Stösse doppelt oder dreifach, je nachdem der Fall liegt. In Wirklichkeit wird nun die Verminderung der Plattendicke nach den Schiffsenden zu nicht so weit getrieben, als der Beanspruchung entspricht, vielmehr muss im Vorder- und Hinterschiffe immer eine gewisse Minimaldicke in der Bepattung eingehalten werden, um die nöthige Widerstandsfähigkeit gegen ein Durchstossen zu sichern. Die Schiffsenden bieten daher gegen eine Beanspruchung in der Längsachse eine wesentlich grössere Sicherheit als der mittlere Theil. Hieraus folgt, dass die Vernietung der Stösse an den Schiffsenden von einem geringeren Festigkeitsgrade sein kann, als in der Mitte. Die dreifache Vernietung wird daher, wie auch schon früher erwähnt, je nach den Umständen nur über eine Strecke, die der Hälfte, zwei Drittel oder drei Viertel der Schiffslänge entspricht, ausgedehnt. Eine zweckmässige Bauweise bedingt, wie leicht verständlich, dass der Uebergang von der dreifachen zur doppelten Nietung nicht in einem solchen Stosse stattfindet, wo schon der Uebergang von der dickeren zur schwächeren Bepattung vorhanden ist, da hierdurch eine zu plötzliche Verminderung der Längsschiffsfestigkeit eintreten würde. In der Praxis ist auf diesen Umstand nur selten Rücksicht genommen, und selbst die Vorschriften der Classi-

fications-Institute schenken diesem Punkte nicht immer genügende Aufmerksamkeit, indem sie vielfach eine dreifache Vernietung für halbe Schiffslänge vorschreiben, während die volle Plattendicke gleichfalls für die halbe Schiffslänge verlangt wird. Der Beginn der schwächeren Beplattung an den Enden und der Uebergang der dreifachen zur doppelten Vernietung findet also an demselben Punkte statt.

Zehntes Kapitel.

Die Constructionen des Vorder- und Hinterschiffes.

Die Constructionen, welche wir in den vorhergehenden Kapiteln beschrieben haben, gelten nur für den mittleren Theil des Schiffskörpers. Gegen die Enden des letzteren erfahren dieselben gewisse Abweichungen, die den Gegenstand dieses Kapitels bilden.

Ogleich die Constructionen des Vorder- und Hintertheiles in vielen Punkten miteinander übereinstimmen, so sind doch auch viele wesentliche Unterschiede vorhanden, und es empfiehlt sich deshalb, die Construction des Vorderschiffes von der des Hinterschiffes getrennt zu besprechen.

A. Die Construction des Vorderschiffes.

Die Bauweise des Vorderschiffes oder Buges ist zunächst davon abhängig, ob das Schiff einen geraden, nahezu verticalen oder einen ausfallenden Vordersteven mit einem Gallion erhalten soll. Die erstere Bauart wird vorzugsweise für alle Arten Dampfer angewendet und kommt ausserdem noch bei kleineren Segelfahrzeugen, z. B. bei Kuttern, vor. Dagegen werden alle grösseren Segelschiffe und vereinzelt auch Dampfer, unter letzteren namentlich Dampf-Yachten, mit einem durch ein Gallion verzierten, ausfallenden Vordersteven versehen. Sowohl für die eine als auch für die andere Bauart lassen sich verschiedene Vortheile und Nachtheile geltend machen, auf die hier, weil dem Zwecke dieses Buches fernliegend, nicht näher eingegangen werden kann. — Es sei hier nur flüchtig erwähnt, dass der überfallende Steven immer mehr und mehr bei den Dampfern verschwindet, und zwar hauptsächlich deshalb, weil die mit einem Gallion versehenen Schiffe

im Dock und im Hafen mehr Platz erfordern. Es lässt sich jedoch nicht leugnen, dass ein Schiff mit einem fein geformten Gallion einen schöneren Eindruck macht, als der einfache gerade Steven der Neuzeit. — Es kommen wohl auch bisweilen bei Handelsdampfern nach rückwärts geneigte Steven vor. Ein besonderer Zweck lässt sich für diese Bauweise bei Handelsschiffen nicht anführen, vielmehr ist sie nur durch den besonderen Geschmack des Baumeisters bedingt. Anders liegt es bei Kriegsschiffen, wo der nach rückwärts fallende Steven als sogenannter Rammsteven gerechtfertigt ist.

Ueber die veränderte Gestalt, welche die Bodenwrangen vermöge der eigenthümlichen Form des Vorderschiffes erhalten, haben wir seiner Zeit schon im dritten Kapitel gesprochen. — Die ersten drei bis vier Spanten erhalten eine so scharfe Form, dass die Spantwinkel nur durch einfache Platten miteinander verbunden werden können, die an ihrer Oberkante also nicht in der Weise durch Winkelisen verstärkt werden, wie das bei den gewöhnlichen Bodenwrangen der Fall ist. Die Gegenspanten lässt man daher einfach noch auf eine Distanz von 0,5 bis 1 m, dem Verlaufe des Spantes entsprechend, unter die Oberkante des die Bodenwrangen ersetzenden Bleches herabreichen. Diese Verbindungsweise ist in Fig. 21 auf Taf. XV deutlich dargestellt. — Weiter nach hinten zu nehmen die Spanten bezw. Bodenwrangen eine Form an, wie sie Fig. 9 auf Taf. III zeigt. Hier ist schon genügend Raum vorhanden, um ein gewöhnliches Trägerkielschwein auf den Bodenwrangen anbringen zu können.

Das Kielschwein wird, welche Construction es auch haben mag, möglichst weit nach vorn und hinten geführt. Man lässt es erst dort enden, wo die Spanten zu scharf in der Form werden, um noch genügenden Raum für dessen Anbringung geben zu können. Die Entfernung, bis zu welcher das Kielschwein nach den Schiffsenden zu angebracht werden kann, hängt daher auch zum Theile mit von der Bauweise desselben ab. Am weitesten lässt sich ein Mittelplatten-Kielschwein nach vorn und hinten fortsetzen und man kann daher dasselbe auch in den meisten Fällen mit den Laschen des Vorder- und Hinterstevens in Verbindung bringen.

Die bei einem Mittelplatten-Kielschweine auf der Oberkante der Bodenwrangen liegenden horizontalen Platten können nicht in der vollen Breite nach vorn laufen, sondern müssen an den Enden so weit verschmälert werden, bis sie nur noch die Breite der Winkeleisen-Schenkel, welche an der Oberkante der Mittelplatte angebracht sind,

besitzen. In vielen Fällen lässt man auch an dem äussersten Ende des Kielschweins die horizontalen Platten ganz wegfallen.

Die Mittelplatte wird im Vorderschiffe (und ebenso hinten) nicht unbeträchtlich höher gemacht, so dass ihre Oberkante nach den Enden zu in einer nach oben aufsteigenden Linie verläuft. Diese Anordnung ist, wie wir schon früher in dem Kapitel über die Kielschweine erwähnt haben, deshalb geboten, um zwischen den im Vorder- und Hinterschiffe sich nach oben erweiternden Spanten noch genügend Raum für die Anbringung der oberen Kielschweinwinkeleisen zu lassen.

Das Mittelplatten-Kielschwein lässt man, ebenso wie die übrigen Kielschweinconstructionen, meistens an dem vordersten Schott, dem Collisionsschott, aufhören, mit dem es durch zwei verticale Winkeleisen verbunden wird. Wenn man die Mittelplatte noch weiter nach vorn durch das Schott hindurch reichen liesse, so würde man mit der Abdichtung desselben Schwierigkeiten haben. Da nämlich das betreffende Spant nach unten sehr spitz zuläuft, wenigstens bei scharfen Schiffen, so könnten die Winkeleisen zur Abdichtung des Schottes mit der Mittelplatte nicht ganz bis hinunter auf den Kiel laufen, wodurch Undichtigkeiten entstehen würden.

Dort, wo die Mittelplatte zu Ende geht, wird auch am besten die Lasche für den Vordersteven angebracht. Dieselbe besitzt eine Form, wie wir in Fig. 13 und 14 auf Taf. I dargestellt haben. — Bei Anwendung des Mittelplattenkiels wird die Laschung des Vorderstevens daher häufig gerade unter das Collisionsschott fallen müssen. Dies bedingt, wenn dasselbe verhältnissmässig weit nach hinten liegt, einen Vordersteven, dessen unterer horizontaler Theil von beträchtlicher Länge ist. Bei grösseren Schiffen wird, um dies zu vermeiden, die Mittelplatte auch noch um einige Spantendistanzen vor das Collisionsschott fortgesetzt.

Man hat auch die Mittelplatte in manchen Fällen noch weiter nach vorn fortgeführt, so dass dieselbe ganz in den Vordersteven übergeht, so wie das in Fig 3 auf Taf. XVII dargestellt ist. Neben der Mittelplatte sind auch hier zwei starke Eisenschienen angeordnet, die mit ersterer zusammen dieselbe Dicke besitzen, wie ein gewöhnlicher massiver, geschmiedeter Steven. Der Vordersteven hat somit im Querschnitte genau dieselbe Form wie der Kiel selbst. — Es unterliegt keinem Zweifel, dass diese Bauweise eine ausserordentlich starke ist; dieselbe bietet jedoch in der Ausführung insofern Schwierigkeiten, als durch das Vorhandensein der Mittelplatte der

Raum ganz vorn im Innern des Schiffes so beschränkt wird, dass das Einbringen der Niete für die Verbindung der Längsnähte in der Aussenhaut theilweise unmöglich wird. Man kann sich hierbei nur in der Weise helfen, dass man den ganzen vorderen Theil der Aussenhautplatten, nachdem dieselben vorher in der üblichen Weise an das Schiff angepasst und mit Schrauben angeheftet waren, abnimmt, unter sich durch Schrauben wieder verbindet und vollständig mit Ausnahme der Spantniete vernietet. Diese ganze Fläche der Aussenhaut wird dann in einem Stücke an die Spanten geklappt und hierauf am Steven ganz wie gewöhnlich vernietet. Es ist dann nur noch erforderlich, die Aussenhaut mit den Spanten zu vernieten. An den Stellen, wo der Raum in der Nähe des Kiels oder des Stevens zu eng wird, um Niete zur Befestigung der Aussenhaut an den Spanten anbringen zu können, müssen sie ganz fortfallen oder man muss zu einem anderen Hilfsmittel greifen. Man schweisst dann nämlich an den unteren Theil der Spantwinkeleisen massive, keilförmig gestaltete Stücke an, welche den Raum zwischen der Mittelplatte und der Aussenhaut genau ausfüllen, bohrt durch die Aussenhaut, die erwähnten Füllstücke und die Mittelplatte einige Nietlöcher, von einer Schiffsseite zur anderen reichend, und bringt dann Niete ein, welche auf beiden Seiten einen versenkten Kopf haben. Diese Methode ist jedoch insofern mangelhaft, als die Niete eine bedeutende Länge, von 20 cm und mehr bekommen und erfahrungsmässig nur schlecht dicht halten. Es empfiehlt sich mehr, Gewinde in die Aussenhaut zu schneiden und statt der Niete Schrauben anzuordnen, die an beiden Enden kalt umgenietet werden.

Auch bei Anordnung einer anderen Form des Kielschweins lässt man dasselbe gewöhnlich, wie schon vorhin angegeben, beim Collisionsschott aufhören und nach vorn zu mehr oder weniger aufsteigen, um genügend Raum zwischen den Spanten zu gewinnen. Die Verbindung mit dem Collisionsschott wird gewöhnlich durch eine Vernietung mit den rechtwinkelig umgebogenen Kielschweinwinkeln hergestellt und noch durch passend angeordnete Knieplatten verstärkt.

In Fig. 2 auf Taf. XVI ist die Verbindung eines Trägerkielschweins mit dem Collisionsschott dargestellt. Dieselbe ist so einfacher Natur, dass es wohl nicht nöthig ist, auf diese Sache näher einzugehen.

Manche Baumeister legen einen grossen Werth darauf, dass das Kielschwein, ungeachtet der entstehenden Schwierigkeiten, bis ganz

nach vorn und hinten geführt wird. Es liegt jedoch hierfür durchaus kein stichhaltiger Grund vor. An den Schiffsenden haben sowohl die Kielplatten als auch die sich an diese anschliessenden Plattengänge mit ihren Breitendimensionen eine nahezu verticale Lage und in Folge dessen können alle etwa auf den Kiel einwirkenden verticalen Kräfte direct von der Beplattung aufgenommen werden, so dass ein an diesen Stellen wirklich vorhandenes Kielschwein durch locale Beanspruchungen gar nicht in Mitleidenschaft gezogen würde. — Es ist daher in den meisten Fällen mehr als genügend, wenn das Kielschwein nur bis zum Collisionsschott geführt wird.

Bei jeder Bugconstruction ist es besonders wichtig, die Spanten in geeigneter Weise von einer Schiffseite zur anderen gehörig abzustützen, da bei schwerem Seegange durch den Andrang des Wassers ein ausserordentlich starker Druck auf die Schiffswände des Vordertheiles ausgeübt wird. Es ist sehr häufig in der vorderen Piek grösserer Dampfer zu beobachten, dass sich die Spanten in dem Augenblicke, wenn der Bug in einen Wellenberg eintaucht, einbiegen, um dann bei dem Austauchen wieder zurückzufedern. Um dieser Beanspruchung gehörig zu begegnen, müssen zunächst die Stringerplatten aller Decks bis ganz nach vorn zum Steven geführt werden, wo der Steuerbord- und Backbordstringer durch eine der Schiffsform entsprechend gestaltete Platte miteinander verbunden sind, wie das in Fig. 1 auf Taf. XVIII dargestellt ist. Ist das betreffende Deck mit einer eisernen Beplattung versehen, so ist diese bis ganz nach vorn fortzusetzen. — Da nun die Decks meistens in einem verticalen Abstände von ungefähr nur 2 bis 2,5 m angeordnet sind; so ist auch durch die Stringerplatten der obere Theil des Buges meistens hinlänglich versteift. Unterhalb der untersten Balkenlage werden die vorderen Bugspanten bei kleineren Schiffen durch den Kimmstringer verstärkt, welcher stets durch das Collisionsschott hindurch bis zum Vordersteven reicht und noch häufig an seinem vorderen Ende durch ein Wulsteisen versteift wird. Einige Classifications-Institute schreiben z. B. dieses Wulsteisen auf eine dem achten Theile der Schiffslänge entsprechende Strecke vor. Unmittelbar hinter dem Steven werden die Backbord- und Steuerbordseite dieses Stringers gleichfalls durch eine keilförmig gestaltete Platte, ein sogenanntes Bugknie oder Bugband, miteinander verbunden. Um die Vernietung des Wulsteisens mit dem Bugband herzustellen, lässt man ersteres noch ungefähr für eine Spantendistanz auf dieser

Platte entlang laufen, wobei zur Ermöglichung einer guten Verbindung die Wulst auf der Seite, mit welcher das Wulsteisen aufliegt, abgehauen wird. Das Ganze erhält dann das Aussehen, wie in Fig. 4 auf Taf. XVII dargestellt ist. — Eine gefälligere, aber auch etwas kostspieligere Anordnung lässt sich erreichen, wenn die beiden Wulsteisen, ähnlich wie die Decksbalken, mit angeschweissten Knien versehen werden, mit welchen sie stumpf gegen das Bugband stossen, so dass sie mit diesem durch eine doppelte Lasche verbunden werden können. Diese Construction ist in Fig. 2 auf Taf. XVIII dargestellt und ist wohl ohne Weiteres aus der Figur verständlich. — Die Winkeleisen des Stringers sind, wie auch in den beiden zuletzt angezogenen Figuren deutlich ersichtlich, nur mit den Gegenspannten vernietet und nur die Platte des Bugkniees wird gewöhnlich so an den Spanten ausgeschnitten, dass dieselbe an die Aussenhaut anstösst, mit der sie durch kurze, von Spant zu Spant reichende Winkeleisen verbunden ist. Bei grossen Schiffen werden auch die betreffenden Stringerwinkeleisen durch eingeschobene Platten mit der Aussenhaut verbunden.

Gewöhnlich ist die Fortführung des Kimmstringers bis zum Vorderstegen nicht genügend, um den Bug des Schiffes hinreichend zu verstärken. Bei Schiffen mit sehr starkem Sprunge des Deckstrakes wird nämlich die Entfernung zwischen der unteren Lage der Decksbalken und dem Kimmstringer im Vorderschiffe bisweilen so bedeutend, dass man die Spanten auf dieser Höhe nicht ohne Unterstützung lassen kann. Es macht sich daher in diesen Fällen die Einschaltung einer besonderen Stringerplatte in ungefähr der halben Höhe zwischen dem unteren Deck oder dem etwa vorhandenen Raumstringer und dem Kimmstringer erforderlich. Diesen eingeschalteten Stringer setzt man, je nach Umständen, noch eine grössere oder geringere Strecke hinter das Collisionsschott fort und versteift dort beide Schiffseiten gewöhnlich durch mehrere starke Raumbalken. Man geht mit diesem Stringer meistens so weit nach rückwärts, dass das hintere Ende desselben noch um etwas hinter die Vorderkante der vordersten Luke fällt und dass kurz vor der Vorderluke noch einige Raumbalken angebracht werden können. Letztere werden bisweilen mit einem Holzbelage versehen, um ein regelrechtes Stück Deck zu bilden. Vor dem Collisionsschott ist der betreffende Stringer in der üblichen Weise angeordnet und endigt ebenso wie die Deckstringer in ein Bugband. Soll die Construction eine sehr starke sein, so muss dieser Stringer ebenso wie die übrigen durch

kurze, zwischen den Spanten angebrachte Winkeleisen mit der Aussenhaut verbunden werden. Vor dem Collisionsschott sind auch, wenn die Entfernung bis zum Steven eine sehr grosse ist, die beiden Seiten des Stringers durch Raumbalken gegeneinander abzustützen.

Im Allgemeinen hält man es für Frachtdampfer mit geringer Geschwindigkeit als genügend, wenn die zur Verstärkung des Buges angeordneten Stringer an keiner Stelle des Vorderschiffes, auf dem Umfang der Spanten gemessen, weiter als etwa 1,20 bis 1,50 m voneinander entfernt liegen.

Das eingeschobene Seitenkielschwein wird gewöhnlich, da dasselbe im Schiff sehr tief liegt, nicht durch das Collisionsschott hindurchgeführt, sondern mit diesem durch eine starke Knieplatte in zuverlässiger Weise verbunden.

Für grosse Passagierdampfer, welche eine bedeutende Geschwindigkeit besitzen, reichen die oben erwähnten Verstärkungen im Vorderschiffe noch nicht aus, denn diese Schiffe werden dadurch, dass sie bei jedem Wetter gegen die See ankämpfen müssen, ungemein in Anspruch genommen. — Für derartige Dampfer empfiehlt es sich, im Vorderschiffe so viele Decks übereinander einzubauen als irgend möglich, so dass der untere Raum nur eine Höhe von 2,4 bis 2,7 m erhält. Diese Decks, auch das unterste, müssen sich, wenn irgend thunlich, ganz bis zum vorderen Kesselraumschott erstrecken. Zwischen den Stringern der unteren Decks müssen dann noch weitere Stringer angeordnet werden, die aus zwei Rücken an Rücken genieteten Winkeleisen in ähnlicher Weise wie die Kimmstringer hergestellt sind und unter Umständen noch mit Wulsteisen oder wirklichen Stringerplatten verstärkt werden. Besonders wichtig ist es jedoch, noch einige weitere Querschotte in nicht zu grosser Entfernung hinter dem Collisionsschott anzubringen, da diese unter allen Umständen die wirksamste Versteifung des Buges gegen die Beanspruchung durch die See bieten.

Bei Anwendung aller hier erwähnten Vorsichtsmaassregeln finden sich aber trotzdem in den grossen transatlantischen Passagierdampfern bisweilen noch Zeichen von Schwäche. Ungefähr an der Stelle, wo die Wasserlinien auf halber Höhe des Tiefganges von der concaven Form in die convexe übergehen, zeigt sich häufig ein Lockern der Vernietung der Balkenkniee der unteren Decks, ja sogar die Nietung der dort befindlichen Querschotten löst sich mit der Zeit. — Es kann daher nicht genug empfohlen werden, das Vorderschiff grosser, in der trans-

atlantischen Fahrt beschäftigter Dampfer in der sorgfältigsten Weise durch die Anbringung von Raumstringern und Schotten zu verstärken. Besonders wichtig ist dabei, dass alle Stringerplatten und Raumstringer durch eingeschobene Platten mit der Aussenhaut verbunden sind.

Solche Schiffe, welche dazu bestimmt sind, häufig durch Eis zu fahren, wie das bei allen im nördlichen Europa beschäftigten Schiffen der Fall ist, erhalten bisweilen noch weitere Bugverstärkungen. Dieselben bestehen zum Theile darin, dass man die Spantendistanzen wesentlich verringert und dass man noch weitere Stringer anbringt, die möglichst genau in der Höhe der Wasserlinie liegen. Durch die dicht angeordneten Spanten wird es meistens unmöglich, die Stringer mit der Aussenhaut zu verbinden, und da die Abstützung derselben dennoch sehr wünschenswerth ist, so hilft man sich bisweilen in der Weise, dass man den Raum zwischen dem Stringer und der Aussenhaut auf eine Höhe von circa 30 cm mit Teakholz auskeilt. Zweifellos bietet diese Construction einen sehr wirksamen Schutz, um das Durchstossen der Aussenhaut durch Eis zu verhindern; sie hat jedoch den Nachtheil, dass diese Holzverkeilung öfters entfernt werden muss, um die Eisenplatten unter derselben mit einem neuen Anstrich zu versehen, denn andernfalls würde sich dort bald eine starke Rostschicht entwickeln.

Wie schon in dem Kapitel über die Aussenhaut erwähnt wurde, bringt man bei Schiffen, die im Eise fahren sollen, in der Höhe der Wasserlinie häufig eine Verdoppelung der Bugbeplattung an. Es ist kein Zweifel, dass dies eine wesentlich grössere Sicherheit bietet; es empfiehlt sich jedoch, die Dicke der betreffenden Bugplatten zu vergrössern, anstatt die Beplattung zu verdoppeln. Eine Verdoppelung hat immer den Nachtheil, dass die Festigkeit in den Längsnähten eine viel geringere ist, als diejenige bei einer Beplattung, deren Dicke gleich der Summe der beiden betreffenden Plattendicken ist.

Sowohl Dampfer als Segelschiffe besitzen sehr häufig eine sogenannte Back (engl. *Forecastle*), d. h. eine Erhöhung des Vorderschiffes, welche mit einem regelrechten Deck versehen ist und je nach Umständen auf eine mehr oder weniger grosse Entfernung nach hinten reicht. In vielen Fällen ist der hierdurch gebildete Raum nach hinten zu offen, namentlich bei Segelschiffen, wo unterhalb des Backdecks meistens nur das Spill aufgestellt ist und die Closets für die Mannschaft angeordnet sind, oder er ist nach hinten mit einem eisernen Querschott verschlossen, in welchem Falle er meistens das Mannschaftslogis enthält.

Für die ganze Länge der Back reichen die Spantwinkeleisen bis zum Stringer der Back hinauf, und bei grossen Schiffen werden

auch die Gegenspannten bis nach oben geführt. — Die Dicke der Aussenhaut-Bepplattung der Back ist immer etwas schwächer als diejenige der Schiffsseite selbst; sie wird nur selten stärker als 10 bis 12 mm gemacht, und die letztere Dicke kann selbst für grössere Schiffe als ausreichend angesehen werden; nur die Dampfer mit sehr hoher Geschwindigkeit erhalten gewöhnlich eine grössere Dicke der Backbepplattung. Da die Bepplattung der Back der Höhe nach gewöhnlich aus zwei Plattengängen besteht, so kann der obere Gang gewissermassen als Scheergang angesehen werden (ähnlich wie bei Schiffen mit einem Sturmdeck) und er wird deshalb nicht selten auch um 1 bis 2 mm dicker genommen als der untere Gang. — Mindestens jedes zweite Spant erhält ebenso wie bei jedem anderen Deck einen Balken, der durch ein angeschweisstes Knie oder mit Hilfe einer besonderen Knieplatte mit dem Spant verbunden ist. Die Balkenconstruction selbst ist die nämliche, wie wir sie bei den Decks kennen gelernt haben; dieselbe besteht bei grossen Schiffen aus Wulsteisen mit angenieteten Winkeln oder aus Wulst-T-Eisen, während für kleinere Fahrzeuge Wulstwinkeleisen oder gewöhnliches Winkeleisen angewendet wird. Die Querschnittsdimensionen sind ungefähr dieselben oder etwas grössere, als man gewöhnlich für die Sturmdecks wählt. Die Balken müssen stets gut abgestützt werden, damit das Deck nicht durch die überbrechende See eingedrückt werden kann. — Die Stringerplatte des Backdecks wird gleichfalls in ganz ähnlicher Weise und in nahezu gleichen Dimensionen wie bei einem Sturmdeck angeordnet. Es wird auch hier meistens ein Wasserlauf gebildet der mit Cement ausgefüllt ist, wie bei allen anderen Oberdecks. Zu erwähnen ist noch, dass man gewöhnlich die Scheergangplatte der Back nicht sehr weit über den Stringerwinkel hervorragen lässt. — Auf den Decksbalken werden ebenso wie bei den anderen Decks Lukenstringer angebracht; nur wenn das Spill oder ein Gangspill u. s. w. auf dem Backdeck aufgestellt ist, bringt man an diesen Stellen eine Bepplattung auf den Decksbalken unterhalb des hölzernen Decks an, und in solchem Falle müssen auch die Backdecksbalken mit besonders starken Stützen versehen werden. Gewöhnlich erhält dann auch jedes Spant einen Balken. Ueber die Anbringung des hölzernen Decks ist nichts weiter zu erwähnen, als dass dasselbe etwas schwächer als das Oberdeck hergestellt wird.

Da, wie schon erwähnt, die Spanten bis zu dem Stringer der Back ununterbrochen hinauflaufen, so erfordert die Abdichtung derselben an der Durchdringung der Oberdeckstringerplatte die grösste Aufmerksam-

keit, besonders wenn die Back, wie das bei Segelschiffen grösstentheils der Fall, hinten ganz offen ist. — Die Art und Weise dieser Abdichtung ist verschieden. Einige Baumeister führen zunächst die Gegenspanten ungefähr auf eine Strecke von 250 bis 300 mm über die Oberdeckstringerplatte hinauf. Ferner wird jedes zweite Spant, bei welchem sich unter Umständen das Gegenspannt nicht bis zum Oberdeck erstreckt, gleichfalls mit einem Gegenwinkeleisen von 250 bis 300 mm Länge versehen. Auf diese Weise wird es möglich, auf der Innenseite der Spantwinkeleisen eine Klappplatte von ungefähr 250 mm Höhe anzubringen, ähnlich wie das in Fig. 16 und 17 auf Taf VIII dargestellt wurde. Die Klappplatte ist durch ein an der unteren Kante derselben entlang laufendes Winkeleisen mit der Stringerplatte vernietet. Die letztere ist an den Spanten ausgeschnitten und durch kurze zwischen denselben angebrachte Winkeleisen mit der Aussenhaut verbunden. Die eigentliche Abdichtung wird nun dadurch bewirkt, dass der Raum zwischen Klappplatte und Aussenhaut mit Cement ausgefüllt wird. Derselbe bildet zwar einen ganz zuverlässigen Abschluss; das Wasser hat jedoch noch an einigen anderen Stellen Zutritt zu den unteren Räumen. Es findet nämlich zwischen dem Spantwinkeleisen und dem Gegenspannt einen Weg nach unten und kommt alsdann erst viel tiefer unten im Raume, zwischen Spant- und Gegenspanntwinkeleisen, wieder zum Vorschein. Um dem aus dem Wege zu gehen, ist es am zweckmässigsten, die Gegenspanten und die kurzen Stücke Gegenwinkeleisen, welche zur Befestigung der Klappplatte dienen, mit ihrer Oberkante ungefähr um 25 mm unter der Oberkante der Klappplatte endigen zu lassen, so dass es möglich ist, die Endflächen der Gegenspanten mit Cement vollständig zu bedecken. — Das Wasser kann jedoch auch noch seinen Weg zwischen den Spantwinkeleisen und der Aussenhaut-Bepattung hindurch nehmen, und dem kann in wirksamer Weise nur dadurch vorgebeugt werden, dass man zwischen Spant und Bepattung ein mit dicker Mennigfarbe getränktes Stück Segeltuch legt. Die Spanten müssen an dieser Stelle gewöhnlich stark ausgewinkelt sein, und in Folge dessen ist der an der Bepattung anliegende Schenkel meistens ziemlich hohl, so dass bisweilen gar nicht einmal eine einfache Lage Segeltuch genügt.

Viele Baumeister stellen die Abdichtung der Stringerplatte unter der Back in anderer Weise her. Die Gegenspanten bleiben hierbei alle unterhalb der Oberdeckstringerplatte und nur die Spantwinkeleisen laufen bis zum Stringer der Back hinauf. Auf der oberen Seite der Stringerplatte sind zwischen den Spanten kurze Stücken Winkel-

eisen angebracht, welche an ihren Enden rechtwinkelig umgebogen und so gestaltet sind, dass sie sich an die Spanten genau anschliessen. Diese Abdichtungswinkel sind in Fig. 3 auf Taf. XVIII deutlich veranschaulicht. Die Anfertigung solcher Winkel ist allerdings eine ziemlich schwierige und diese Methode der Abdichtung daher kostspielig; jedenfalls ist es aber die zuverlässigste und solideste, während man bei der vorher beschriebenen Abdichtungsart immer befürchten muss, dass durch einen Stoss gegen das Schiff der Cement gelockert und eine Undichtigkeit hervorgerufen wird.

Die Scheergangsplatte der Back, welche sich unmittelbar an den Steven anschliesst, oder die erste Platte des Schanzkleides in den Schiffen, die keine Back besitzen, wird an ihrem Vorderende gewöhnlich um 30 bis 50 cm höher gemacht als die übrigen Platten, um in einer nach unten gebogenen Curve in den Strak des weiter nach hinten liegenden Theiles des betreffenden Plattenganges auszulaufen, so dass sie das Aussehen erhält, wie in Fig. 2 auf Taf. XVI dargestellt ist. Einen besonders hervorragenden Zweck hat dieses Ueberstehen der Bepattung nicht, vielmehr wird diese Anordnung mehr aus Rücksichten für das äussere Aussehen des Schiffes getroffen. Bei kleineren Fahrzeugen mag man wohl hierbei im Auge gehabt haben, das Vorderschiff etwas mehr gegen die überkommenden Wellen zu schützen, woraus dann schliesslich auch für die grösseren Schiffe diese ziemlich allgemein angenommene Form entstanden ist. Diese Erhöhung der vordersten Platte wird übrigens nicht immer mit der Scheergangsplatte der Back aus einem Stücke hergestellt, sondern wird auch bisweilen als besondere Platte aufgesetzt. An der Oberkante wird sie gewöhnlich durch ein an der äusseren Seite angebrachtes Halbrundeisen versteift, und in vielen Fällen wird an jeder Seite ein Ausschnitt angebracht, welcher eine entsprechend geformte Holklampe aus Gusseisen aufnimmt. Diese Anordnung ist in Fig. 1, Taf. XVI dargestellt. — Einige Constructeure bringen mit Hilfe eines Winkeleisens an der Oberkante dieses überstehenden Plattentheiles ein horizontales Blech von 20 bis 30 cm Breite an, welches unmittelbar hinter dem Steven mit dem entsprechenden Bleche der anderen Schiffseite verbunden ist, so dass das Ganze eine Gestalt annimmt, wie in den Figuren 4, 5 und 6 auf Taf. XVIII dargestellt ist. Auf diese durch Rundeisenstützen oder durch Blechwinkel an der Innenseite versteifte Platte werden die gusseisernen Holklampen aufgeschraubt.

Das bisher Gesagte bezog sich zunächst auf die Bugconstruction mit sogenanntem geraden Steven. Besitzt das Schiff einen mit einem

Gallion versehenen überfallenden Steven, so gestalten sich die Verbände an dem oberen Theile des Buges etwas anders, während die Anordnung der Stringer und Bugbänder im unteren Theile ganz dieselbe bleibt.

Jedes mit einem Gallion versehene eiserne Schiff erhält am obersten Ende des Vorderstevens eine aus Holz hergestellte Figur oder Verzierung. Da nun die Vorderkante dieser Holztheile mit der Vorderseite des Stevens, des besseren Aussehens wegen, einen guten Strak bilden muss, so ist man genöthigt, den Steven an der betreffenden Stelle, wo diese Theile beginnen, etwas zurücktreten zu lassen, wie das z. B. in Fig. 3 auf Taf. XVII angedeutet ist, welche den Bug eines scharfgebauten Dampfers darstellt. Die Aussenhaut-Beplattung reicht am äussersten Ende des Vorderstevens nicht bis zur Höhe des Strakes der Reling aa' hinauf, sondern bleibt um einen gewissen Betrag darunter, wie das in der Figur durch die Linie bb' veranschaulicht ist. Der Grundriss der Linie bb' (vergl. Fig. 5 auf Taf. XVII) hat eine etwas concave Form und schliesst sich bei b an die Curve der Schanzkleidbeplattung tangirend an. Letztere läuft jedoch nicht bis zum Vorderstevan, sondern die Platten von Backbord vereinigen sich mit denjenigen von Steuerbord in der Linie aa' in Form einer abgestumpften Kegelfläche, deren Spitze nach unten gerichtet ist. Auf der Reling wird bei dieser Construction gewöhnlich eine hölzerne Klampe angebracht, durch welche das Bugspriet hindurchgeführt wird. Die Lagerung desselben am hinteren Ende erfolgt, wie in der Figur angedeutet, durch eine hölzerne Stütze, die bis zum Zwischendeck hinunter reicht. Der von der Gallionbeplattung gebildete leere Raum AA wird entweder mit Cement ausgefüllt oder wird von oben durch eine horizontale Platte, die in der Richtung bb' verläuft, wasserdicht abgeschlossen.

Bei Segelschiffen ist die Construction gewöhnlich eine von der soeben beschriebenen etwas abweichende, da hier auf eine besonders solide Lagerung des Bugsprietes Rücksicht genommen werden muss. — In Fig. 6 auf Taf. XVII ist das Vordertheil eines Segelschiffes mit der am meisten üblichen Bugsprietlagerung dargestellt. Bei aa' ist ein starkes Querschott angeordnet, durch welches das Bugspriet hindurchläuft. Die erforderliche Oeffnung ist an der äusseren und inneren Seite mit starken Winkeleisenringen versehen, in welchen das Bugspriet verkeilt wird. Die Stringerplatten des Oberdecks sind an dem Punkte a' schon zu einer einzigen Platte miteinander vereinigt. Man kann dieselbe entweder ununterbrochen bis zum Vorder-

steven durchlaufen lassen, und dann muss das Schott aa' bei a' unterbrochen werden, oder das letztere besteht aus einem Stück und es muss die Decksbeplattung, bezw. die Stringerplatte bei a' durchschnitten werden; man kann aber auch die Stringerplatten an dem Schott endigen lassen, so wie das in unserer Zeichnung dargestellt ist. — An seinem inneren Ende wird das Bugspriet an dem sogenannten Bugsprietstuhl befestigt, dessen Construction gleichfalls aus der Figur ersichtlich ist. Er besteht aus einer 12 bis 15 mm dicken und, je nach dem Durchmesser des Bugsprietes, 60 bis 80 cm breiten Platte, welche so aufgestellt ist, dass sie unten auf einer besonders zu diesem Zwecke angebrachten Beplattung des Hauptdecks und oben an einem Balken des Backdecks befestigt ist. Die beiden verticalen Kanten dieser Platte werden durch zwei starke, zur Symmetrieebene des Schiffes parallel liegende Platten versteift, die mittels Winkeleisens mit der querschiffs liegenden Platte verbunden sind. Auf diese Weise entsteht ein verticaler, hinten offener Kasten, der oben und unten mit den betreffenden Decks gut verbunden ist. Auf der vorderen, dem Bugspriet zugekehrten Seite des Kastens ist ein starker Winkeleisenring angebracht, in welchem das Bugspriet mit seinem inneren Ende lagert. Bei der durch die angezogene Zeichnung dargestellten Anordnung bildet der erwähnte Kasten gleichzeitig einen Theil des Sülles für die Luke zur Vorderpiek. — Es ist besonders wichtig, dass das Deck unterhalb des Bugsprietstuhles sehr gut unterstützt ist, da beim Stampfen des Schiffes das Bugspriet immer das Bestreben hat, sich in verticaler Richtung zu bewegen. Es ist daher sehr zweckmässig, die Anordnung so zu treffen, dass die Vorderseite des Bugsprietstuhles gerade über dem Collisionsschott liegt. Ist das jedoch nicht möglich, so müssen an der betreffenden Stelle besonders starke Deckstützen angebracht werden, die namentlich auch in der Lage sein müssen, eine Zugspannung aufnehmen zu können.

Englische Baumeister stellen den Bugsprietstuhl häufig in einer etwas einfacheren Weise her, indem sie nur einen aus mehreren Platten zusammengesetzten Bock auf dem Hauptdeck anbringen, ohne dass derselbe mit dem Deck der Back in irgend einer Weise verbunden wird. Diese Construction ist in Fig. 7 und 8 auf Taf. XVII dargestellt. — Wenn überhaupt keine Back vorhanden, so ist man unbedingt genöthigt, eine ähnliche Anordnung zu wählen.

Jedes Schiff besitzt an jeder Seite ziemlich dicht neben dem Steven mindestens eine Klüse, durch welche die Ankerketten fahren.

Grosse Schiffe und namentlich Kriegsschiffe haben wohl auch an jeder Seite zwei, also im Ganzen vier Klüsen.

Der Durchmesser derselben richtet sich ganz nach der Dimension der Ankerkette, und es kann als ganz genügend angesehen werden, wenn man den lichten Durchmesser 1,6 bis 2 mal grösser wählt, als die grösste Breite des betreffenden Kettengliedes beträgt.

Man kann im Allgemeinen zwei verschiedene Constructionen der Klüsen unterscheiden. Bei der einfacheren Construction liegt die Klüsenöffnung noch über dem Deck, auf welchem sich das Spill befindet. Ist das letztere z. B. unter der Back aufgestellt, wie das bei Segelschiffen meistens der Fall ist, so befindet sich die Klüse noch oberhalb des Hauptdecks und besteht aus einer einfachen Oeffnung in der Beplattung, die mit einer starken gusseisernen Wulst eingefasst ist und durch welche die Ankerkette hindurchläuft. Die Oeffnung selbst ist nicht kreisrund, sondern elliptisch, wie das der Durchdringung eines Cylinders von dem Durchmesser der Klüse und der schräg liegenden Bugbeplattung entspricht. Die Entfernung der beiden Klüsen voneinander wird ebenso gross gemacht, wie der Abstand der beiden Kettenrollen auf der Spillwelle.

In Fig. 4, 6 und 7 auf Taf. XVIII, welche das Vordertheil eines kleineren Dampfers mit dem Schanzkleide veranschaulichen, ist eine derartige Klüse dargestellt. Die Klüsenöffnung ist mit einem sehr starken gusseisernen Ringe ausgefüttert, welcher nach unten in einen rechtwinkelig umgebogenen Flansch übergeht, der im Rinnsteine auf der Stringerplatte befestigt ist. Die Schanzkleidplatte ist an der betreffenden Stelle entweder verdoppelt oder sie ist von Haus aus wesentlich dicker hergestellt. Dem unteren Rande des Gussstückes, welcher auf der äusseren Seite des Schanzkleides hervorragt, giebt man eine möglichst abgerundete Form, damit die Ankerkette, wenn sie eingewunden wird, dort nicht zu viel Widerstand findet. Wie sich leicht übersehen lässt, bedingt dies jedoch bei der in Fig. 6 auf Taf. XVIII dargestellten Construction eine ziemlich grosse Oeffnung in der Beplattung. Um dem auszuweichen, wendet man daher nicht selten eine Form an, wie sie in Fig. 8 auf derselben Tafel dargestellt und bei welcher ein Rand zur Befestigung des Gussstückes auf der äusseren Seite angebracht ist. Da hierbei die Anordnung eines umgebogenen Flansches auf der inneren Seite zur Unterstützung der Klüse auf der Stringerplatte nicht möglich ist, so vereinigen auch manche Baumeister die Construction von Fig. 6 mit der von Fig. 8, d. h. sie wenden zwei ganz voneinander getrennte Gussstücke an,

eines, welches auf der inneren Seite angebracht und mit einem Flansch für die Befestigung auf der Stringerplatte versehen ist, und ein äusseres, welches mit einem Rande durch die Oeffnung im Schanzkleid hindurch ein wenig in das innere Gussstück hineinfasst. — In allen Fällen muss das Klüsenfutter durch starke Bolzen, deren Köpfe auf der äusseren Seite versenkt sind, mit der Beplattung verschraubt oder vernietet werden.

Die oben beschriebenen Klüsenconstructionen werden jedoch im Allgemeinen nur für kleinere Schiffe ausgeführt. Bei grossen Schiffen mit unter der Back befindlichen Klüsen, also namentlich auch bei Segelschiffen, bringt man auf der inneren Seite der Beplattung eine starke Fütterung von Teakholz an, in welcher die gusseisernen Klüsenrohre, so wie in den Fig. 9 und 10 auf Taf. XVIII dargestellt, eingelagert werden. Das Rohr selbst ist mit dem äusseren Flansch aus einem Stücke gegossen, und das innere Ende desselben schneidet mit der Innenfläche der Holzfütterung ab, über welche eine gusseiserne Platte gelegt ist. Diese letztere ist sowohl mit dem äusseren Flansch, als auch mit der verdoppelten Aussenhaut in geeigneter Weise verbolzt. Der Achse der Klüsenöffnung giebt man immer eine Neigung nach vorn, damit die Kette des Ankers nicht einen zu kurzen Knick bilden muss, wodurch eine grössere Kraft beim Aufwinden desselben erforderlich sein würde. — Sehr grosse Schiffe erhalten, wie in Fig. 10 auf Taf. XVIII angegeben, auf jeder Seite zwei Klüsen. Bisweilen ist wohl auf einer Seite (meistens Steuerbord) nur eine vorhanden, während man auf der anderen Seite zwei anbringt. Kleine Schiffe erhalten dagegen nur ausnahmsweise zwei Klüsen auf jeder Seite.

Bei grossen Dampfern ist die Anordnung der Klüsen gewöhnlich so getroffen, dass die betreffende Oeffnung in der Aussenhaut unterhalb desjenigen Decks liegt, auf welchem das Spill aufgestellt ist. Hierdurch macht es sich nothwendig, der Klüse die Form eines starken gusseisernen Rohres zu geben, welches unter einer Neigung von 30 bis 40 Grad von dem betreffenden Deck aus durch den vorersten Theil des Schiffsraumes nach der Ausmündungsstelle am Bug läuft. — Da, wo das Rohr durch das Deck nach unten tritt, wird, wenn nicht überhaupt ein eisernes Deck vorhanden ist, eine Beplattung auf den Decksbalken angebracht, die sich bis unter das Spill fortsetzt. Die hölzernen Decksplanken werden an der betreffenden Stelle durch eine 15 bis 25 cm dicke Aufklotzung von Eichen- oder Teakholz ersetzt, die gut mit der Decksbeplattung verbolzt ist und auf welcher der obere Flansch des Klüsenrohres durch vier

oder sechs starke, durchgehende Bolzen befestigt wird (vergl. Fig. 4 auf Taf. XVI). — Da die Durchdringung des Klüsenrohres mit dem Deck gewöhnlich unter einem sehr spitzen Winkel erfolgt, so entsteht auch in der Decksbeplattung eine sehr langgestreckte, ovale Oeffnung. Letztere ist gewöhnlich so gross, dass ein Decksbalken in der Mitte unterbrochen werden muss. Beide Theile des Balkens werden dann durch eine Platte verbunden, die zwei halbkreisförmige Ausschnitte erhält, in welche sich die Klüsen lagern (vergl. Fig. 1 und 3 auf Taf. XVI). Beim Aufwinden des Ankers wird gegen den oberen Flansch der Klüse ein nicht unbeträchtlicher Druck nach unten ausgeübt werden, weil hier die Kette in gespanntem Zustande einen scharfen Knick bilden muss, um in nahezu horizontaler Richtung nach dem Spill zu gelangen. Es ist daher wichtig, den betreffenden Decksbalken in sehr solider Weise abzustützen.

Bei der in Fig. 1 auf Taf. XVI dargestellten Anordnung ist das Klüsenrohr mit dem unteren Flansch aus einem Stücke hergestellt. Es muss demnach von unten durch die Oeffnung in der Aussenhaut geschoben werden und so weit hinaufreichen, dass es mit der Oberkante der Aufklotzung genau abschneidet, wo es durch den oberen Klüsenflansch bedeckt wird. Diese Construction, welche an sich sehr solid ist, hat indessen den kleinen Nachtheil, dass das obere Ende des Rohres nur schwer im Deck abgedichtet werden kann.

Die in Fig. 2 auf Taf. XVI anschaulich gemachte Construction umgeht diesen Uebelstand, indem das Rohr selbst in halber Höhe getheilt ist. Der untere Theil ist mit dem unteren Klüsenflansch aus einem Stücke gegossen und der obere Theil ist in ähnlicher Weise gestaltet. An der Stelle, wo die beiden Rohre stumpf zusammenstossen, ist über dieselben eine starke gusseiserne Muffe geschoben. Letztere ist gewöhnlich nur mit einigen Stiftschrauben mit den beiden Rohren verbunden und durch Eintreiben von Rostkitt zwischen Rohr und Muffe abgedichtet. Wenn die Klüse sehr lang wird, was nicht selten der Fall ist, so unterstützt man gewöhnlich das Rohr durch ein starkes Winkeleisen, welches unmittelbar unter der Verbindungsmuffe von einer Schiffsseite zur andern läuft, also gewissermassen einen Raumbalken bildet. An die Muffen sind geeignete Ansätze angegossen, welche mit dem Winkelbalken verschraubt sind.

Bei sehr scharfen Schiffen kann es vorkommen, dass die Klüsenrohre ungewöhnlich lang werden müssen. In solchen Fällen wendet man wohl auch schmiedeeiserne Rohre an, die an ihren Enden mit der

Aussenhaut und der betreffenden Decksbeplattung vernietet sind. Selbstverständlich müssen auch bei dieser Constructionsweise die eigentlichen Klüsenöffnungen mit einer starken guss- oder schmiedeeisernen Wulst eingefasst werden, um die Kanten möglichst abzurunden.

Wenn, wie das in neuerer Zeit bei Dampfern häufig ist, sogenannte stocklose Anker zur Anwendung gelangen, so ist auch die Anordnung der Klüse eine etwas andere. Da der Schaft des Ankers in diesem Falle in das Klüsenrohr hineingezogen werden muss, so ist letzteres von einem wesentlich grösseren lichten Durchmesser herzustellen, ausserdem muss es aber auch in einer möglichst steilen Lage angeordnet werden, um beim Aufwinden des Ankers das Einholen des letzteren in das Klüsenrohr möglichst zu erleichtern.

B. Die Construction des Hinterschiffes.

Die Construction des Hinterschiffes hat zwar in manchen Punkten eine Aehnlichkeit mit der des Buges oder Vorderschiffes; durch die Anordnung des Hecks sind jedoch auch wesentliche Abweichungen bedingt.

Für die Hinterschiffe von Räderdampfern und Segelschiffen kommen die einfacheren Constructionen zur Anwendung. Die in beiden Fällen übliche Form des Hinterstevens ist schon auf S. 27 besprochen und in Fig. 8 auf Taf. II dargestellt worden.

Die dem Hinterstevan zunächst liegenden Spanten haben bei den Schiffen älterer Construction in ihrem unteren Theile fast ausnahmslos eine concave Form, wodurch die Breite des Spantenquerschnittes unmittelbar oberhalb des Kiels so beschränkt wird, dass es hier gewöhnlich nicht möglich ist, den in der Spantenebene liegenden Schenkel des Spantwinkeleisens, in derselben Weise wie das im Vorderschiffe der Fall ist, mit den Bodenwrangen vernieten zu können. Man lässt daher die letzteren hier nicht bis auf den Kiel hinunterreichen, sondern je nach Umständen in einer Höhe von 1 bis 1,4 m über dem Kiel aufhören. Unterhalb dieses Punktes legt man die beiden querschiffs liegenden Schenkel der Spantenwinkel einfach übereinander, um sie durch einige Nieten verbinden zu können, so wie das in Fig. 12 und in dem mit Fig. 13 auf Taf. XVIII bezeichneten Schnitt dargestellt ist. Das in Fig. 12 gezeichnete Spant ist ein solches, welches sich sehr nahe dem Steven befindet. Manche Constructeure lassen die

Spantwinkeleisen überhaupt nur bis zu dem Punkte herunterreichen, wo es noch möglich ist, dieselben mit der Bodenwrange verbinden zu können, und von da ab nach unten zu laschen sie dann ein der Form der betreffenden Spantenebene entsprechendes, keilförmiges Stück Schmiedeeisen an. Der untere Theil eines in dieser Weise hergestellten Spantes ist in Fig. 14 auf Taf. XVIII anschaulich gemacht. Die Befestigung der Aussenhautplatten geschieht hier in der Weise, dass man mehrere Niete durch den erwähnten massiven Keil und durch beide Seiten der Beplattung führt.

Diese soeben geschilderte Construction der hintersten Spanten bietet jedoch immer einige Schwierigkeiten. Um letzteren aus dem Wege zu gehen, giebt man deshalb in neuerer Zeit dem unteren Theile der hinteren Spanten eine schwach convexe Form, so dass es fast bis ganz am Hinterende möglich ist, die Spantwinkel in der gewöhnlichen Weise durch Bodenstücke untereinander zu verbinden.

Dieselben Umstände, die die Fortführung eines Mittelplattenkielschweins bis ganz nach vorn gewöhnlich hindern, erschweren auch seine Fortsetzung bis an den Hintersteven. Das Kielschwein wird meistens nach hinten zu in einer flachen Curve aufgezogen (ebenso wie im Vorderschiffe) und endigt an einem in nicht zu grosser Entfernung vom Hintersteven angebrachten Querschott. Nur ausnahmsweise kommt es bei Anwendung einer Mittelplatte vor, dass man sie bis an den Hintersteven fortsetzt und mit diesem verbindet. Der verticale Theil des Stevens muss in diesem Falle an seiner Innenkante eine einseitige, vorspringende Leiste erhalten, an die die Mittelplatte angenietet wird. Die Querschnittsform des Hinterstevens ist dann eine solche, wie in Fig. 15 auf Taf. XVIII dargestellt ist. In diesem Falle muss der untere Theil der hintersten Spanten durch massive, schmiedeeiserne Keilstücke gebildet werden.

In Segelschiffen und Räderdampfern ist nicht immer in der Nähe des Hinterstevens ein dem Collisionsschott im Vorderschiffe entsprechendes Schott angebracht, da man dasselbe hier aus Gründen der Sicherheit nicht für unbedingt erforderlich hält, indem für ein Leckwerden des Hinterschiffes weniger Gefahr vorliegt. Man lässt daher das Kielschwein sehr oft bloss an einer besonders starken und hohen Bodenwrange endigen, mit der es, in ähnlicher Weise wie im Vorderschiffe mit dem Collisionsschott, durch ein aufrecht stehendes Knie verbunden ist.

Die Anbringung eines Schottes in der Nähe des Hinterstevens erscheint jedoch mit Rücksicht auf die Erzielung der erforderlichen

Querschiffsfestigkeit sehr wünschenswerth. Ein Blick auf die Fig. 11 und 12 auf Taf. XVIII zeigt sofort, dass eine am Kiel angreifende, seitlich wirkende Kraft, z. B. der Druck des Ruders, eine Formveränderung hervorzubringen geeignet ist, der sich am besten durch ein bis ganz an das Oberdeck reichendes Schott vorbeugen lässt. Allerdings stellen sich der Durchführung desselben bis ganz nach oben öfters Schwierigkeiten in den Weg, da gerade der Raum unter dem Oberdeck zu Kajüten verwendet werden muss, bei welchen eine Theilung durch ein Schott sehr störend sein würde. Da jedoch der S-förmig gebogene Theil des Spantes, welcher zwischen dem obersten und zweiten Deck liegt, am meisten zu einer Deformation geneigt ist, so sollte sich das erwähnte Schott oberhalb des zweiten Decks wenigstens in Form von Rahmenspanten fortsetzen. Aus den gleichen Gründen empfiehlt es sich, bei den hinteren fünf bis zehn Spanten alle Gegenspanten bis zum Oberdeck hinaufreichen zu lassen, selbst wenn mitschiffs alle oder jedes zweite Gegenspannt nur bis zum Zwischendeck geführt sein sollte.

Auch im Hinterschiffe werden, ebenso wie im Vorderschiffe, die Stringerplatten der unteren Decks zu einer gemeinschaftlichen Platte vereinigt, die, wenn irgend thunlich, bis zur Vorderkante des Hinterstevens reicht. Dieselbe ist unbedingt an den Spanten mit Ausschnitten zu versehen, so dass sie mit der Aussenhaut durch kurze, von Spant zu Spant reichende Winkeleisen verbunden werden kann. — Die Stringerplatte des zweiten Decks läuft bei grösseren Schiffen gewöhnlich nicht mehr in eine keilförmige Platte aus, wie das im Vorderschiff der Fall ist, sondern nimmt eine mehr halbkreisförmige Gestalt an, während diejenige des Oberdecks genau in der Curve des Hecks verlaufen muss. Gewöhnlich wird, von dem am Hintersteven befindlichen Decksbalken angefangen, nach hinten zu eine Decksbeplattung angebracht, wenn nicht etwa schon ein ganzes eisernes Deck vorhanden ist. Auch die Kimm- und Raumstringer werden, in einer der Construction des Vorderschiffes ganz analogen Weise, bis ganz nach hinten fortgesetzt und dort durch Platten unter sich verbunden.

Ein wichtiger Constructionstheil des Hecks aller eisernen Schiffe ist die zur Verstärkung des unmittelbar am Hintersteven liegenden Spantes dienende Platte, welche den Namen **Heckbalken-** oder **Transomplatte** führt. Diese Platte ist in der am meisten üblichen Ausführung in Fig. 16 auf Taf. XVIII dargestellt. Das Spantwinkeleisen ist hier mit einer je nach Umständen mehr oder weniger starken Platte vernietet,

welche gewissermassen die Bodenwrange ersetzt und an der Oberkante durch ein Winkeleisen verstärkt ist. Wie in der Zeichnung angegeben, wird dieselbe gewöhnlich mit grossen Erleichterungslöchern versehen. Da sich das betreffende Spant an den Hintersteven dicht anschliessen muss, so ist hier die Anwendung eines Deckbalkens von Wulst-T-Eisen nicht zweckmässig. Der betreffende Balken wird daher entweder bloss aus einem starken Winkeleisen oder aus Wulsteisen mit nur einem Winkeleisen an dessen Oberkante hergestellt. In beiden Fällen liegt der horizontale Flansch des Winkels nach vorn, wie auch aus Fig. 17 auf Taf. XVIII hervorgeht. Dieser Balken ist in der Mitte durch ein starkes verticales Blech mit der Heckbalkenplatte verbunden. In Fig. 16 ist dasselbe von beiden Seiten halbkreisförmig ausgeschnitten dargestellt. Von der Oberkante dieses Bleches angefangen nach unten bis an die Unterkante der Heckbalkenplatte laufend, werden zwei verticale Winkeleisen angebracht, mittels welcher das Ganze mit dem Hintersteven vernietet ist. Diese Verbindung ist deutlich aus Fig. 18 auf Taf. XVIII ersichtlich.

Die Beplattung des Hecks wird durch die sogenannten **Gillingspanten**, auch wohl **Heckspanten** genannt, versteift. Dieselben bestehen in der Regel aus Winkeleisen von dem Profile der Spanten, welche der Form des Hecks entsprechend gebogen und ausgewinkelt sind. Mit ihren unteren Enden sind sie durch Kniebleche mit der Heckbalkenplatte verbunden, während an den oberen Enden unter der Stringerplatte Winkeleisen angebracht sind, welche sowohl mit den Gillingspanten als auch mit der Oberkante der Heckbalkenplatte durch Kniebleche verbunden sind und gewissermassen mehrere mit Bezug auf den Deckstrak radial liegende Decksbalken bilden. Diese Construction ist gleichfalls aus Fig. 18, Taf. XVIII ersichtlich. Wie schon weiter oben erwähnt, ist es vielfach üblich, die Decksbalken der Gillingspanten bis auf eine kurze Entfernung vor dem Balken der Heckbalkenplatte mit einer Decksbeplattung zu versehen, so wie es in Fig. 18, Taf. XVIII, durch eine punktirte Linie angegeben ist. Das ganze Heck erhält hierdurch eine grosse Festigkeit, und diese Decksbeplattung bietet namentlich auch eine sehr gute Unterlage für die hier zu befestigenden Theile des Steuerapparates.

Bei der in Fig. 16, Taf. XVIII, dargestellten Construction des am Hintersteven befindlichen Spantes ist der freie Raum zwischen den Decksbalken und dem Spantwinkeleisen selbst so hoch, dass die Heckbalkenplatte nur bis zur halben Höhe hinaufreicht. Sehr häufig liegt jedoch das Deck ziemlich genau in der Höhe des Knicks am Heck

und in diesem Falle wird die Höhe des Spantes am Hintersteven so beschränkt, dass die Heckbalkenplatte bis zum Decksbalken hinaufreichen muss und also gewissermassen in ein Schott übergeht. So würde z. B. bei dem in Fig. 4 auf Taf. XV dargestellten Heck die Heckbalkenplatte eine Form erhalten müssen, wie sie in Fig. 21, Taf. XVIII, veranschaulicht ist. Bisweilen liegt das Deck auch in halber Höhe zwischen Heckknick und Reling und dann erhält die Heckbalkenplatte die in Fig. 22 auf Taf. XVIII gezeigte Form.

Es ist hier noch des sogenannten **Kokers** Erwähnung zu thun, d. h. der rohrartigen Umhüllung des Ruderschaftes, welche dazu dient, das Eindringen von Wasser an der Stelle, wo der Ruderschaft in das Innere des Schiffes eintritt, zu verhindern. Die aus den Fig. 17 und 18, Taf. XVIII, ersichtliche Construction ist die üblichste. — Eine Platte aus Eisen von besonders guter Qualität wird zu einem Rohre gebogen, welches die in Fig. 19 auf Taf. XVIII dargestellte, eigenthümliche, längliche oder kreisrunde Querschnittsform hat. An den Enden wird das Rohr so umgefianscht, dass es sich unten genau an die Form der Gillingsbeplattung und oben an das Deck anschliesst, während die beiden vorderen Lappen der schlitzförmigen Oeffnung des Rohres den Hintersteven umfassen und mit diesem vernietet werden. Das Rohr selbst muss immer einen beträchtlich grösseren Durchmesser als der Ruderschaft haben, damit man letzteren, beim Aus- und Einhängen des Ruders, in der erforderlichen Weise seitlich oder nach hinten neigen kann. Je höher das Heck, bzw. je länger der Koker, desto grösser muss dessen lichte Weite sein, um genügend Spielraum beim Aushängen des Ruders gewähren zu können. — Die Herstellung eines solchen Kokers aus Schmiedeeisen bietet natürlich nicht unerhebliche Schwierigkeiten und namentlich das Umfianschen an den Enden ist besonders schwer auszuführen. Manche Baumeister dichten daher den Koker an seinem unteren und oberen Ende durch einen entsprechend geformten Winkeleisenring ab. Noch andere führen den ganzen Koker in Gusseisen oder Stahlguss aus. In neuerer Zeit sind sogar schon mehrfach Hintersteven aus Stahlguss hergestellt worden, bei denen der Koker gleich angegossen war. — Eine andere Kokerconstruction ist in Fig. 20 auf Taf. XVIII veranschaulicht. Der Koker ist hier nur aus geraden Platten und Winkeleisen zusammengesetzt, so dass dessen Ausführung schon durch weniger geübte Arbeiter möglich ist.

Die Construction des Hinterschiffes von Schraubendampfern wird wegen des hier erforderlichen Schraubenrahmens und Wellenlagers eine wesentlich complicirtere.

Die üblichste Form des Schraubenrahmens war schon in Fig. 10 auf Taf. II dargestellt worden. — Wir verweisen noch mit Bezug hierauf auf Fig. 4 auf Taf. XV und Fig. 1 auf Taf. XIX.

Um für den Austritt der Welle am Schraubenstegen in dem unteren scharfen Theile des Schiffes den nöthigen Raum zu gewinnen, müssen die hinteren Spanten an der betreffenden Stelle eine kreisförmige Ausbauchung erhalten, wie das in Fig. 23, Taf. XVIII, und Fig. 2 auf Taf. XIX dargestellt ist, und zwar veranschaulicht die letztere Figur ein Spant, welches fast unmittelbar vor dem Schraubenstegen steht, während Fig. 3 auf Taf. XIX ein weiter nach vorn zu liegendes zeigt, bei welchem die Anschwellung um die Welle schon weniger stark ist. — Die mit den Spanten vernieteten Bodenwrangen (in diesem Theile des Schiffes auch Piekstücke genannt) sind in der Höhe der Welle mit einer kreisförmigen Oeffnung versehen, durch welche das sogenannte **Wellenrohr** (Stevenrohr, Sternbüchse) hindurch läuft. Das Wellenrohr selbst wird gewöhnlich als in das Bereich des Maschinenbaues gehörig betrachtet und deshalb soll hier auf die Construction desselben nicht näher eingegangen werden. Es sei hier nur flüchtig erwähnt, dass dasselbe in den meisten Fällen aus Gusseisen hergestellt und nur ausnahmsweise bei besonders sorgfältigen Ausführungen, z. B. bei Kriegsschiffen, aus Bronze angefertigt wird. Das Hinterende des Rohres ist im Schraubenstegen durch eine grosse Mutter befestigt und das Vorderende, an welchem sich eine Stopfbüchse zum wasserdichten Abschluss der Welle befindet, ist durch einen Flansch mit einem dort angebrachten wasserdichten Schott, dem sogenannten **Stopfbüchschenschott** (in Fig. 4 auf Taf. XV mit *SS* bezeichnet) verbunden.

Die kreisförmige Oeffnung in den Piekstücken der Spanten ist gewöhnlich um ca. 30 bis 50 mm grösser im Durchmesser als das Wellenrohr, so dass letzteres frei durch die Oeffnungen hindurch geschoben werden kann. Bei sehr scharf gebauten Schiffen erhält das Wellenrohr eine sehr grosse Länge und die meisten Constructeure erachten es dann als nothwendig, dasselbe in der Mitte in geeigneter Weise zu unterstützen. Zu diesem Zwecke wird gewöhnlich das Piekstück desjenigen Spantes, welches ungefähr in der Mitte zwischen dem Schraubenstegen und dem Stopfbüchschenschott liegt, von etwas grösserer Dicke hergestellt und mit einer etwas kleineren Oeffnung als die der übrigen Piekstücke versehen, welche genau concentrisch zur Wellenachse ausgebohrt ist. Das Wellenrohr ist an der betreffenden Stelle mit einem ringförmigen Ansatz versehen, welcher genau auf den Durchmesser der Oeffnung in dem erwähnten Piekstücke abgedreht wird, so dass das

Rohr an dieser Stelle festgelagert ist. Diese Anordnung ist deutlich aus Fig. 4 auf Taf. XV ersichtlich.

Die Ansichten über die Zweckmässigkeit dieser Construction sind sehr getheilt. Es wird nämlich von Vielen der Einwand erhoben, das Wellenrohr sei durch die heftigen Vibrationen des Hinterschiffes hierbei mehr der Gefahr eines Bruches ausgesetzt, weil es an drei Punkten festgehalten ist und in Folge dessen nicht so frei federn kann, als wenn es bloss hinten und vorn befestigt wäre. — Andere heben wieder als einen Vortheil dieser Anordnung hervor, dass durch dieselbe das Hinterschiff versteift werde, was wohl eingeräumt werden kann; jedoch ist dies eben nur auf Kosten der Beanspruchung des Wellenrohres selbst möglich.

Da man die Materialstärke an der Peripherie des Auges am Schraubenstegen möglichst gering wählt, um die wegen des Wellenrohres erforderliche Anschwellung im Durchmesser möglichst zu verringern, so ist auch leicht verständlich, dass der Raum, welcher unmittelbar vor dem Schraubenstegen zwischen dem Wellenrohre und der Aussenhaut vorhanden ist, nur sehr gering sein kann, und zwar wird derselbe meistens so klein, dass am ersten Spant vor dem Hinterstegen nicht einmal der Schenkel des Spantwinkeleisens in seiner vollen Breite Platz findet. Das Spant erhält daher eine Gestalt, wie es in Fig. 23 auf Taf. XVIII veranschaulicht ist. An der Ausbauchung des Spantes am Wellenrohre muss also von dem querschiffs liegenden Schenkel des Spantwinkeleisens etwas abgehauen werden. Sowohl unmittelbar ober- als auch unterhalb des Rohres sind die beiden Theile des Spantes durch eine Platte miteinander verbunden. Bei den von dem Schraubenstegen weiter entfernt liegenden Spanten gehen diese beiden Platten in eine einzige über, um dann ein gewöhnliches Piekstück mit der mehrfach erwähnten Oeffnung zur Aufnahme des Wellenrohres zu bilden. Da hier das Spantwinkeleisen an der Ausbuchtung in voller Breite stehen bleiben kann, so wird auch an dieser Stelle die Piekstückplatte mit dem Spantwinkel vernietet.

Ogleich bei Schraubenschiffen der Kiel an seinem hinteren Ende, bezw. der untere, die Fortsetzung desselben bildende Theil des Schraubenrahmens, eine wesentlich grössere Dicke als mittschiffs besitzt, so ist dieselbe doch nicht genügend, um den Schenkeln des unteren Theils der letzten Spanten in ihrer vollen Breite auf dem Kiele Platz gewähren zu können, wie das aus Fig. 3 auf Taf. XIX und Fig. 23 auf Taf. XVIII ersichtlich ist. Man legt daher bisweilen die Schenkel der Spantwinkel übereinander, wie die zuletzt erwähnte Figur zeigt,

oder man lascht ein massives Stück an das Spant, wie durch Fig. 14, Taf. XVIII, erläutert. Bei kleinen Schiffen lässt man diese Spanten überhaupt gar nicht bis auf den Kiel hinunterreichen, wobei man den hierdurch veranlassten Mangel an Festigkeit der Construction durch Anwendung einer stärkeren Beplattung auszugleichen sucht.

Da der wasserdichte Abschluss der Welle, wie schon erwähnt, durch eine Stopfbüchse am inneren Ende des Wellenrohres hergestellt werden muss, so würde bei einem Bruche des letzteren eine Leckage entstehen, die das Schiff in Gefahr bringen könnte. Um den Folgen eines solchen Unfalles vorzubeugen, bringt man daher stets am inneren Ende des Wellenrohres ein wasserdichtes Schott, das Stopfbüchschenschott, an, welches entweder um eine hinreichende Distanz über die Wasserlinie hinaufreicht, oder, wenn die Hinaufführung desselben wegen der Eintheilung der Räumlichkeiten nicht möglich sein sollte, sich an ein wasserdichtes Deck anschliesst. Der letztere Fall ist der am häufigsten vorkommende und ist auch in Fig. 4 auf Taf. XV und Fig. 1 auf Taf. XIX dargestellt. Sollte das Wellenrohr wirklich einmal brechen — ein Fall, der unter Berücksichtigung des Umstandes, dass dasselbe von Gusseisen hergestellt wird, nicht ausgeschlossen ist —, so kann sich nur der von dem Stopfbüchschenschott und dem wasserdichten Deck eingeschlossene Raum mit Wasser füllen.

Die Herstellung des wasserdichten Abschlusses dieses Decks bietet, wie leicht erklärlich, nicht geringe Schwierigkeiten und gehört mit zu den Arbeiten bei dem Baue eines Schraubenschiffes, welchen die meiste Aufmerksamkeit zuzuwenden ist.

Die einfachste Art und Weise der Ausführung ist in Fig. 23, Taf. XVIII, dargestellt. Die Spanten und Gegenspanten laufen hierbei ununterbrochen durch das eiserne Deck nach unten, und zwar die Gegenspanten gewöhnlich nur bis oberhalb des Wellenrohres, wenigstens an den hintersten Spanten. Das Deck ist an den Spanten ausgeschnitten und durch kurze, von Spant zu Spant reichende Winkeleisen mit der Aussenhaut verbunden. Auf der Innenseite der Gegenspanten wird eine sogenannte Klappplatte, die je nach Umständen eine Höhe von 15 bis 25 cm besitzt, angebracht und an ihrer Unterkante durch ein Winkeleisen mit dem eisernen Deck verbunden, wie das auch aus der Figur ersichtlich ist. Der Raum zwischen der Klappplatte und der Aussenhaut wird zur Erzielung des wasserdichten Abschlusses mit bestem Portland-Cement ausgefüllt. — Wenn nun auch der auf diese Weise erzielte Abschluss zwischen der Klapp-

platte und der Aussenhaut ein ziemlich guter ist, so würde trotzdem das Wasser seinen Weg zwischen Spantwinkel und Aussenhaut, zwischen Spant und Gegenspant und zwischen Klappplatte und Gegenspant finden können, wenn nicht an diesen Stellen eine gute Abdichtung durch eine Zwischenlage von mit Mennigfarbe getränktem Segeltuch hergestellt wird.

Für kleinere Schiffe und für Frachtdampfer mit geringer Maschinenkraft mag diese Art der Abdichtung genügen; für grosse Dampfer jedoch, welche mit einer kräftigen Maschine versehen sind und bedeutenden Erschütterungen am Hinterschiffe ausgesetzt sind, erscheint diese Construction nicht mehr zulässig, da die durch die Schraube bei stürmischem Wetter hervorgerufenen Stösse sehr bald den Cement so lockern würden, dass ein wasserdichter Abschluss nicht mehr vorhanden ist. Man muss in diesem Falle zu anderen Constructionen seine Zuflucht nehmen, von welchen hier die üblichsten erläutert werden sollen. — In Fig. 3 auf Taf. XIX sind zwei verschiedene Arten der Abdichtung dargestellt. Bei der auf der linken Seite der Figur gezeigten Methode ist das Spant und das Gegenspant an der betreffenden Stelle ganz unterbrochen, so dass ein auf dem wasserdichten Deck entlang laufender Winkel dieses direct mit der Aussenhaut verbinden kann. Oberhalb des Decks sind die Spanten durch Knieplatten und Winkeleisen mit der Decksbeplattung verbunden, die auf der Oberkante der Piekstücke ruht, mit welchen sie durch Winkeleisen vernietet ist. Die ganze Anordnung hat demnach im Grundgedanken viel Aehnlichkeit mit derjenigen, welche wir bei Besprechung der Doppelbodenconstruction kennen gelernt haben. — Der auf diese Weise erzielte wasserdichte Abschluss ist ohne Zweifel ein sehr vollkommener. Die Festigkeit des Hinterschiffes kann jedoch durch die Unterbrechung der Spanten nur nachtheilig beeinflusst werden, da die Anbringung der Knieplatten doch hierfür immer nur einen sehr mangelhaften Ersatz bietet. Die eintretende Verschwächung ist gerade eine solche, welche wegen der von der Schraube hervorgerufenen Erschütterungen für die Festigkeit am nachtheiligsten ist. Die hierbei in Frage kommende Beanspruchung besteht aus abwechselnd in entgegengesetzter Richtung auftretenden und seitlich zum Kiel wirkenden Kräften, die sich bei Schiffen mit hoher Geschwindigkeit oft sehr stark fühlbar machen, so dass alle erdenklichen Mittel angewendet werden müssen, um das Hinterschiff nach dieser Richtung hin in geeigneter Weise zu verstärken.

Bei sehr grossen Schiffen lässt man daher sowohl die Spant-,

als auch die Gegenspant-Winkeleisen ununterbrochen bis nach unten durchlaufen, so wie das auf der rechten Seite der Fig. 3 auf Taf. XIX dargestellt ist. Die Abdichtung in dem eisernen Deck erfolgt dann ganz so, wie wir das in Fig. 7 und 8, Taf. VII, für den Doppelboden gezeigt haben. Auch hier muss natürlich, aus den gleichen Gründen wie früher schon erwähnt, zwischen Spant und Aussenhaut sowohl, als auch zwischen Spant und Gegenspant mit Mennigfarbe getränktes Segeltuch gelegt werden. — Diese Construction, die noch in Fig. 3 auf Taf. XXII in der Ansicht von oben dargestellt ist, ist eine der besten, die man für diesen Zweck wählen kann. Die Anfertigung und das Einpassen der Dichtungswinkel erfordert jedoch einen sehr geschickten Arbeiter. — Um diese Arbeit etwas zu erleichtern, versieht man das kleine eiserne Deck über dem Stevenrohre bisweilen mit einer besonderen schmalen Stringerplatte, die nicht horizontal, sondern so geneigt angebracht wird, dass sie möglichst in eine rechtwinkelige Lage zur Aussenhaut kommt, so wie das in Fig. 4 auf Taf. XIX gezeigt ist. Die Construction erhält dadurch eine noch grössere Aehnlichkeit mit derjenigen, welche wir bei Besprechung des Doppelbodens aufgeführt haben. Die Dichtungswinkel können hierbei ihren rechtwinkelligen Querschnitt beibehalten und müssen nur genau nach der Schmiegun g des Spantes bearbeitet werden. Diese Construction hat jedoch den Nachtheil, dass man nur schwierig das eiserne Deck über dem Stevenrohre mit dem betreffenden Stringer in einem Strak verlaufen lassen kann, wie das weiter unten gezeigt werden soll. — Da das Schmieden der Dichtungswinkel immer viele Schwierigkeiten macht, so hat man dieselben auch bisweilen aus schmiedbarem Gusseisen oder aus Stahlguss hergestellt. Für jeden Winkel wird hierbei ein besonderes hölzernes, gut angepasstes Modell angefertigt, wodurch ermöglicht wird, dass sich die gegossenen Theile im Allgemeinen sehr gut an die Spanten anschliessen und überall die gleiche Dicke erhalten, was bei geschmiedeten Winkeln nicht zu erreichen ist. Die gegossenen Dichtungswinkel sind daher den geschmiedeten vorzuziehen.

Eine andere Construction ist noch in Fig. 1 und 2 auf Taf. XXII dargestellt. Die Spantwinkeleisen laufen auch hier ohne Unterbrechung bis zum Kiele hinunter, während die Gegenspantwinkel in einer Entfernung von 30 bis 50 cm oberhalb des wasserdichten Decks in einer Curve nach innen abgebogen und an der Oberkante einer hohl ausgeschnittenen Platte *P*, welche beide Spantwinkel miteinander verbindet, vernietet sind. Der wasserdichte Abschluss ge-

schiebt durch Winkeleisen, welche sich in Form eines trapezförmig gestalteten Rahmens an die Aussenhaut und die Verbindungsplatte *P* so anschmiegen, wie das durch Fig. 2 dargestellt ist. Bei den weiter nach vorn zu liegenden Spanten, wo das eiserne Deck schon eine beträchtliche Breite erlangt, wird die Verbindungsplatte der beiden Spanten durch zwei Knieplatten ersetzt, wie das durch Fig. 5 auf Taf. XIX näher erläutert ist. — Unterhalb des Decks befindet sich auch hier, ebenso wie bei den vorher beschriebenen Constructionen, an jedem Spant ein starker, mit angeschweissten Knien versehener Winkeleisenbalken, oder die Piekstücke reichen direct bis an das Deck und sind dann mit grossen Mannlöchern versehen, wie auf der rechten Seite der Fig. 3 auf Taf. XIX angedeutet ist.

Die soeben beschriebene Construction des wasserdichten Decks über dem Wellenrohre ist eine sehr gute. Das Hinterschiff wird auf diese Weise ganz ausgezeichnet verstärkt und der wasserdichte Abschluss ist so vollkommen wie möglich. Sie wird deshalb namentlich auch bei grossen, mit kräftigen Maschinen versehenen Dampfern angewendet, bei denen eine gute Versteifung des Hinterschiffes — wie erwähnt — von grosser Bedeutung ist.

Das Stopfbüchenschott wird ebenso wie jedes andere wasserdichte Schott zwischen doppelten Spantwinkeleisen befestigt. Die Plattendicke wird jedoch hier immer beträchtlich grösser gewählt als die der übrigen Schotte, und in der Höhe der Welle wird gewöhnlich eine besonders starke Platte von 20—25 mm und mehr Dicke angebracht, um für das vordere Ende des Wellenrohres eine solide Befestigung zu haben, da die Stopfbüchse auch die Stelle eines Lagers für das innere Ende der Schraubenwelle vertreten muss. Damit der abgedrehte Flansch des Wellenrohres gut und gleichmässig an dem Schott anliegen kann, nietet man um die betreffende Oeffnung im Stopfbüchenschott, mit Hilfe von versenkten Nieten, einen 25 bis 30 mm dicken Ring, welcher gleichzeitig mit dem Auge des Schraubenstevens genau ausgebohrt und auf der vorderen, dem Innern des Schiffes zugekehrten Seite sorgfältig abgefräst wird.

Da es, wie schon weiter oben erwähnt, die Eintheilung der Räumlichkeiten im Hinterschiffe meistens unmöglich macht, das Stopfbüchenschott bis zum Oberdeck oder auch nur bis zum zweiten Deck hinauf zu führen, so geht hierdurch ein sehr wirksames Versteifungsmittel des Hinterschiffes verloren. Um diesen Verlust einigermaßen zu ersetzen, führt man häufig an dem oberen End-

punkte des Schottes, an jeder Schiffsseite ein starkes Rahmenspant bis zum Ober- oder zweiten Deck hinauf, wie das in Fig. 6 auf Taf. XIX angedeutet ist.

Das wasserdichte Deck oberhalb des Wellenrohres wird gewöhnlich noch um vier bis acht Spantendistanzen nach vorn fortgesetzt und an seinem vorderen Ende wieder mit einem wasserdichten Schott verbunden, in welches der sogenannte Wellentunnel einmündet. In Fig. 1 auf Taf. XIX ist diese Anordnung, auf welche wir noch später bei Besprechung des Wellentunnels zurückkommen werden, dargestellt.

Am Ruderstevens der Schraubenschiffe ist ganz in derselben Weise wie bei Segelschiffen und Räderdampfern eine Heckbalkenplatte angebracht; dieselbe besitzt jedoch hier eine noch grössere Bedeutung, und deshalb ist auf ihre Anordnung besondere Aufmerksamkeit zu richten. — Die seitlichen Beanspruchungen des Ruderstevens, welche durch die von der Bewegung der Schraube herrührenden Vibrationen und durch den Ruderdruck hervorgerufen sind, können vermöge der eigenthümlichen Form des Hinterschiffes in wirksamer Weise nur durch die Heckbalkenplatte aufgenommen werden. Man trachtet deshalb, derselben eine möglichst grosse Höhe in der Mitte zu geben und construirt dieselbe, wenn irgend thunlich, als vollständiges Querschott, welches bis zum obersten Deck reicht und mit einzelnen Erleichterungslöchern versehen ist; also ähnlich wie in Fig. 22 auf Taf. XVIII dargestellt. Die Dicke der Heckbalkenplatte wird meistens so gross wie diejenige der Bodenwrangen gewählt.

Die Verbindung des Ruderstevens mit der Heckbalkenplatte ist in der solidesten Weise herzustellen. Dieselbe wird ganz ähnlich ausgeführt, wie wir es bei den Segel- und Raderschiffen besprochen haben. Es werden nämlich an beiden Seiten des Stevens zwei starke Winkeleisen angenietet, welche wieder mit der Heckbalkenplatte verbunden sind.

Zur Erzielung der nöthigen Steifigkeit in der Verbindung des ganzen Hinterschiffes ist es unbedingt erforderlich, den Ruderstevens so hoch als irgend möglich zu führen, und zwar so, dass man auch noch in dem Falle, wo es aus besonderen Gründen unthunlich sein sollte, die Heckbalkenplatte als ein bis zum Oberdeck reichendes Schott herzustellen, das obere Ende des Stevens in ähnlicher Weise wie in Fig. 16 auf Taf. XVIII dargestellt, mit dem Decksbalken in zuverlässiger Weise verbinden kann. Bei Schiffen mit Sturm- oder

Poopdeck muss man allerdings bisweilen von der Erfüllung dieser Bedingung absehen, da in diesen Fällen der Ruderstevan eine zu grosse Höhe erhalten würde, wenn er bis zum Oberdeck hinaufreichen sollte.

Der Ruderstevan selbst muss an der Stelle, wo er aus dem Innern des Schiffes heraustritt, also in der Gegend des Kokers, seinen grössten Querschnitt, bezw. seine grösste Dicke besitzen. Von da nach unten sowohl, als auch nach oben zu, können seine Querschnittsdimensionen etwas reducirt werden, ohne der Festigkeit des Ganzen Eintrag zu thun. Wir haben übrigens speciell dieses Punktes schon bei der Besprechung des Hinterstevens Erwähnung gethan.

Bei grossen Dampfern mit verhältnissmässig grosser Maschinenkraft ist die Verbindung des Ruderstevens mit der Heckbalkenplatte in der soeben beschriebenen Weise nicht mehr genügend, um dem Hinterschiffe die nöthige Steifigkeit zu sichern. Es wird hier deshalb auch der Schraubenstevan, d. h. der vordere verticale Theil des Schraubenrahmens, mit einer nach oben gerichteten Verlängerung versehen, wie das schon früher in Fig. 1 auf Taf. III gezeigt war und auch aus Fig. 1 auf Taf. XIX ersichtlich ist. In den meisten Fällen reicht diese Fortsetzung, so wie das in der Figur dargestellt ist, nur bis zum zweiten Deck; bisweilen wird sie jedoch auch bis zum Oberdeck hinaufgeführt. An der Vorderkante dieses verlängerten Schraubenstevens wird nun, und das ist die Hauptsache, gleichfalls eine Heckbalkenplatte angebracht und an dem Schraubenstevan solid befestigt, so dass hier die Construction eine ganz ähnliche ist wie diejenige, die wir für die Heckbalkenplatte am Ruderstevan kennen gelernt haben. Wie leicht zu übersehen, wird hierdurch eine vorzügliche Versteifung des Schraubenrahmens in seitlicher Richtung erzielt, und alle grösseren Dampfer werden jetzt in dieser Weise ausgeführt. An den seitlichen Endpunkten dieser Heckbalkenplatte bringt man häufig Rahmenspannen an, welche sich bis zum Oberdeck fortsetzen.

Die Spannen, welche oberhalb des Schraubenrahmens liegen und welche eine durch Fig. 8 und 10 auf Taf. XV dargestellte Form haben, werden in ganz ähnlicher Weise wie die mittschiffs gelegenen Spannen mit einer Bodenwrange versehen, an deren Oberkante ein Gegenwinkleisen angebracht ist, was auch aus den beiden soeben angezogenen Figuren hervorgeht.

Bei jedem Schraubendampfer ist es besonders wichtig, dass alle

Stringer möglichst bis ganz nach hinten geführt werden. Das Oberdeck wird, wenn nicht etwa schon eine ganze eiserne Beplattung vorhanden ist, auch hier, von seinem hinteren Ende angefangen, bis etwa eine Balkendistanz vor dem Kopfe des Ruderstevens beplattet. Es wird auf diese Weise der Balken am sogenannten Perpendikelspant (das Spant der Heckbalkenplatte) in der solidesten Weise versteift und so ein guter Stützpunkt für den Kopf des Ruderstevens geschaffen. Für Schraubenschiffe von sehr schlanker Form, die für grosse Geschwindigkeiten berechnet sind, empfiehlt es sich jedoch immer, auch wenn dieselben eine nur geringe Länge haben, das ganze Oberdeck zu beplatten, um dem Schiffe die nöthige Steifigkeit des Hinterschiffes zu sichern.

Wenn trotzdem einige Baumeister aus Sparsamkeitsrücksichten von einer Beplattung des hinteren Endes des Decks in der angegebenen Weise absehen, so wird gewöhnlich als Ersatz hierfür eine breite Platte auf den letzten zwei Decksbalken angebracht, die mit der Stringerplatte am Heck durch eine Lasche verbunden ist, wie in Fig. 24 auf Taf. XVIII dargestellt. Diese Platte ist mit dem oberen Ende des Kokers vernietet und bildet eine solide Unterlage für die Aufstellung des Steuerapparates sowohl, als auch für die Befestigung des Lagers des Ruderschaftes. Die auf dem Oberdeck vorhandenen Lukenstringer schliessen sich meistens an diese Platte an.

Der Stringer des zweiten Decks läuft, je nach der Form des Schiffes, am hinteren Ende spitz aus, oder er nimmt eine mehr halbkreisförmige Gestalt an. Im ersteren Falle vereinigen sich die beiden Stringerplatten zu einer einzigen dreieckigen Platte. Da die Stringer auch hier in der üblichen Weise durch kurze von Spant zu Spant reichende Winkeleisen mit der Aussenhaut verbunden sind, und in diesem Theile des Schiffes die Seitenbeplattung eine sehr ausfallende Form hat, so müssen die soeben erwähnten Verbindungswinkel gewöhnlich sehr stark ausgewinkelt werden, und deshalb empfiehlt es sich, die letzteren durch entsprechend gebogene Blechstreifen zu ersetzen. — Ist eine Verlängerung des Schraubenstevens vorhanden, wie beispielsweise in Fig. 1 auf Taf. XIX angegeben, so wird auch hier das betreffende Deck, an welchem der Schraubenstevan endet, auf eine kurze Distanz vom Ruderstevan ab nach vorn zu beplattet. Dasselbe gilt vom dritten Deck bei grösseren Schiffen.

Man trachtet immer danach, die Anordnung so zu treffen, dass eines der unteren Decks den wasserdichten Abschluss des Raumes

über dem Wellenrohre bildet. Wenn dieses Deck nicht schon in seiner ganzen Länge mit einer eisernen Beplattung versehen ist, so reicht das wasserdichte Deck nur bis zum Stopfbüchsen- bzw. zum Tunnelschott und ist mit den Stringerplatten gut verbunden. Kann das Stopfbüchsen-schott nicht bis zu einem der Decks hinaufreichen, so bringt man die wasserdichte Plattform über dem Wellenrohre am besten in einer solchen Höhe an, welche gestattet, den Raumstringer in dieselbe übergehen zu lassen. In beiden Fällen wird die Oberansicht dieser Verbindung sich so gestalten, wie in Fig. 3 auf Taf. XXII veranschaulicht ist. Auf diese Weise wird die beste Versteifung des Hinterschiffes in horizontaler Richtung ermöglicht. — Wie schon früher erläutert, hat es für die Längsschiffsfestigkeit grosser Schiffe in verticaler Richtung fast gar keinen Werth, die unteren Decks mit einer eisernen Beplattung zu versehen, einestheils deshalb nicht, weil diese Decks fast genau in der neutralen Achse des Bruchquerschnittes liegen, andernteils weil sie im Maschinenraume gewöhnlich ganz unterbrochen werden müssen. Dessenungeachtet empfiehlt es sich, bei grossen Schraubendampfern im Hinterschiffe eine eiserne Beplattung der unteren Decks anzubringen, da dies das beste Mittel ist, eine starke Versteifung in horizontaler Richtung zu schaffen.

Die Kimmstringer und das Kimmkielschwein endigen in den meisten Fällen an dem Stopfbüchsen-schott. Die längsschiffs laufenden Winkeleisen werden an dieser Stelle rechtwinkelig umbogen, mit einer Knieplatte versehen und dann mit dem Schott vernietet. Ist die Höhe, in welcher das wasserdichte Deck über dem Wellenrohre angebracht ist, einigermaßen beträchtlich, so ist es wohl auch möglich, den Kimmstringer durch das Stopfbüchsen-schott hindurch und bis nahezu an den Schraubensteven zu führen.

Wie wir früher besprochen haben, wird von den Classifications-Instituten in manchen Fällen vorgeschrieben, die Kimmstringer und Kimmkielschweine in der Mitte des Schiffes für eine Strecke, die der Hälfte oder zwei Drittel der Schiffslänge entspricht, mit einem Wulst-eisen zu verstärken. Hiernach würde der hintere Endpunkt des Wulst-eisens noch immer in einer ziemlichen Entfernung von dem Stopfbüchsen-schott liegen können. Es empfiehlt sich jedoch sehr, diese Verstärkung aus den schon mehrfach erwähnten Gründen so weit nach hinten zu führen, wie dies überhaupt thunlich ist.

Das Kielschwein, welche Form es auch immer haben mag, lässt man gleichfalls in den meisten Fällen bei dem Stopfbüchsen-schott en-

digen, mit dem es in ähnlicher Weise wie mit dem Collisionsschott verbunden wird. — Da der schwache Punkt der Construction des Hinterschiffes, wie schon wiederholt angedeutet, in dessen geringer Widerstandsfähigkeit gegen eine seitliche Beanspruchung besteht, so ist auch mit Bezug hierauf die Weiterführung des Kielschweins nach hinten ohne grossen Werth.

Aus dem, was im Vorstehenden über die Construction des Hinterschiffes in Schraubendampfern gesagt wurde, geht hervor, dass in dem Theile, der zwischen Stopfbüchenschott und Schraubenrahmen liegt, besondere Längsverbindungen nicht mehr angebracht werden können. Es ist das ein grosser Uebelstand, da die Beanspruchungen durch die von der Schraube hervorgerufenen Vibrationen bei Schiffen mit verhältnissmässig grosser Maschinenkraft sehr beträchtlich sind und erfahrungsmässig bald eine mehr oder weniger bemerkbare Lockerung der Vernietung der Aussenhaut-Beplattung zur Folge haben. Ein Mittel, welches man zur Verfügung hat, diesem Nachtheile einigermaßen zu begegnen, besteht darin, der Aussenhaut-Beplattung in diesem Theile des Schiffes eine grössere Dicke zu geben und alle Quernähte drei- oder vierfach zu vernieten. In neuerer Zeit hat man auch angefangen, die Längsnähte bei grossen Dampfern dreifach zu vernieten. — Bei den grossen transatlantischen Postdampfern erweisen sich jedoch häufig alle diese Verstärkungen als ungenügend und es giebt wohl nur wenige derartige Dampfer, bei welchen sich nicht nach einem mehrjährigen Dienste in diesem Theile Zeichen von Schwäche bemerkbar machen. Die Quernähte der Platten fangen bald an sich zu öffnen, und es bleibt gewöhnlich nichts anderes übrig, als nachträglich äussere Laschen auf den Stossfugen anzubringen.

Um diesen Uebelstand noch mehr abzuschwächen, bringt man namentlich bei sehr grossen Schiffen ein starkes schmiedeeisernes Rohr an, welches an dem einen Ende mit dem Auge des Hinterstevens verbunden und, in der Achsenrichtung der Schraubenwelle bis zum Stopfbüchenschott laufend, mit diesem durch einen starken Winkeleisenring vernietet wird. Die ganze Anordnung ist aus Fig. 1, 2 und 3 auf Taf. XIX deutlich ersichtlich. Das Rohr wird durch entsprechende in den Piekstücken befindliche Oeffnungen geschoben und mit jedem derselben durch einen das Rohr umfassenden Winkeleisenring verbunden. Im Inneren dieses schmiedeeisernen Rohres ist dann das gewöhnliche gusseiserne Wellenrohr angebracht. Der hinter dem Stopfbüchenschott liegende Theil des Hinterschiffes ist dadurch ohne Zweifel in einer sehr wirksamen Weise versteift. Ein Mangel dieser Construction besteht je-

doch noch immer darin, dass dieselbe sich nicht über das Stopfbüchenschott hinaus, weiter nach vorn erstrecken kann; und da hier gleichfalls gewöhnlich die Kimmstringer und Kimmkielschweine endigen, so bleibt an diesem Schott noch eine schwache Stelle. Trotzdem ist die Anordnung eines solchen schmiedeeisernen Wellenrohres bei jedem grossen Schraubendampfer zu empfehlen.

Die bei Zweischrauben-Schiffen vorkommenden Constructionen des Hinterschiffes werden in dem Kapitel besprochen werden, das diese Schiffsgattung besonders behandelt.

•Elftes Kapitel.

Die Maschinenfundamente.

Mit dem Ausdrücke **Maschinenfundament** bezeichnet man diejenige Zusammensetzung von Platten und Winkeleisen, welche im Innern eines Dampfers zu dem Zwecke angebracht ist, um die Maschine in zuverlässiger Weise befestigen und mit dem Schiffskörper in innige Verbindung bringen zu können. Es bildet also gewissermassen das Vermittelungsglied zwischen Maschine und Schiffskörper. Die Construction des Maschinenfundamentes ist daher einestheils von dem Systeme und der Gestalt der Maschine, und andernteils von der Anordnung und Form der Bodenwrangen, der Kielschweine, des Doppelbodens u. s. w. abhängig. In der Hauptsache werden wir die Maschinenfundamente für Schiffe mit und ohne Doppelboden, sowie für Schrauben- und Räderdampfer unterscheiden müssen. Von jeder einzelnen Gattung sind nun allerdings wieder eine grosse Menge verschiedener Arten vorhanden, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann, und wir müssen uns daher damit begnügen, nur die am häufigsten vorkommenden Constructionen zu besprechen.

Die Gesichtspunkte, welche in der Hauptsache für die Anordnung eines Maschinenfundamentes maassgebend sind, betreffen neben der zuverlässigen Befestigung noch die gute Vertheilung des Gewichtes der Maschinen und der von ihnen hervorgerufenen, auf den Schiffskörper zu übertragenden Kräfte. Diese letzteren bestehen hauptsächlich in dem von der Maschine entwickelten Torsionsmoment und in den durch die hin- und hergehenden Massen hervorgerufenen Kräften und Kräftepaaren. Speciell die zuletzt aufgeführten Kräfte sind häufig diejenigen, welche eine starke Beanspruchung und allmähliche Lockerung des Maschinenfundamentes verursachen. Die von der

Maschine hervorgebrachte, das Schiff vorwärts treibende Kraft greift gewöhnlich nicht am Maschinenfundamente, sondern an anderen Stellen des Schiffes an und sie kommt daher hier nicht in Betracht.

Bestimmte Principien lassen sich für die Construction der Maschinenfundamente kaum aufstellen. In den meisten Fällen ist die Maschine nur auf dem Schiffsboden befestigt, und die Aufgabe für Herstellung eines soliden Maschinenfundaments ist daher gleichbedeutend mit einer guten Versteifung des Schiffbodens, so dass derselbe geeignet ist, sowohl das Gewicht der Maschine, als auch die auftretenden sonstigen Kräfte, deren wir vorhin Erwähnung thaten, auf die beiden Schiffsseiten, welche ja gewissermassen als lange, das Schiff selbst bildende Träger angesehen werden können, zu übertragen. In diesen Fällen wird es also nur darauf ankommen, den Quer- und Längsverband im Schiffsboden genügend stark zu machen. — Es kommen jedoch Fälle vor, bei denen die Maschine nicht allein auf dem Schiffsboden befestigt, sondern auch noch in ihrem oberen Theile mit dem Schiffe verbunden ist, wie z. B. bei den meisten Räderdampfern und bei manchen grossen Schraubenschiffen. Diese Construction empfiehlt sich namentlich in den Fällen, wo die Breite des Maschinenfundamentes eine verhältnissmässig geringe ist und wo in Folge dessen die, durch das von der Maschine entwickelte Torsionsmoment auf das Maschinenfundament übertragenen Beanspruchungen zu gross ausfallen, um von dem Schiffsboden allein aufgenommen werden zu können. Die grossen verticalen Schraubenschiffs-Maschinen haben im Verhältnisse zu ihrer Höhe eine wesentlich geringere Breite des Maschinenfundamentes, als dies bei kleineren Maschinen der Fall ist. Während bei letzteren die Höhe ungefähr nur $1\frac{1}{2}$ Mal die Breite beträgt, ist dieselbe bei grösseren Maschinen von 1500 und mehr Pferdestärken zweimal so gross als die Breite und mit zunehmender Grösse ändert sich dieses Verhältniss in demselben Sinne noch mehr. In solchen Fällen ist es zweckmässig, wenn man die Maschine in der Höhe der Cylinder mit den Decksstringern durch Zugstangen verbindet. — Vertical oscillirende Räderschiffs-Maschinen besitzen gleichfalls eine verhältnissmässig sehr schmale Auflagerungsfläche und deshalb werden dieselben auch meistens mit ihren oberen Rahmen zwischen zwei starken, kastenförmig construirten Decksbalken befestigt.

Das Maschinenfundament einer verticalen Schraubenschiffs-Maschine für ein Schiff ohne Doppelboden bietet im Allgemeinen die einfachste Anordnung. Man kann hierbei zwei verschiedene Hauptconstructionen unterscheiden. Entweder werden die Bodenwrangen

unter der Maschine bis zur erforderlichen Höhe hinaufgeführt, so dass die Maschine sozusagen auf den Bodenwrangen steht (Fig. 1 auf Taf. XXIII zeigt den Querschnitt, Fig. 2 den Längsschnitt und Fig. 3 den Grundriss eines solchen Fundamentes), oder es werden auf den Bodenwrangen kastenartige Längsträger aufgebaut, auf welchen die gusseiserne Grundplatte der Maschine aufruhrt (Fig. 4 auf Taf. XXIII).

Bei der zuerst erwähnten, in Fig. 1, 2 und 3 auf Taf. XXIII dargestellten Construction ragen die erhöhten Bodenwrangen unter der Maschine noch um ein Beträchtliches über die Oberkante des Trägerkielschweins hinaus, sind aber neben der Maschine bis zu ihrer normalen Höhe abgeschrägt, wie aus der Figur ersichtlich. An der Oberkante sind diese Bodenwrangen mit zwei Winkeleisen versehen und von einer starken, gewöhnlich 18 bis 25 mm dicken Platte bedeckt, auf welcher die gusseiserne Grundplatte der Maschine befestigt ist. — Nur in seltenen Fällen werden die Bodenwrangen der Höhe nach aus einem Stücke hergestellt, weil dies in der Ausführung viele Schwierigkeiten verursacht. Da nämlich die üblichen Längsverbände auch im Maschinenraume ohne Unterbrechung durchlaufen müssen, so kann das bei dieser Bauweise nur dadurch ermöglicht werden, dass man für das Mittelkielschwein sowohl, als auch für die Winkeleisen der Seitenkielschweine entsprechende Oeffnungen in den Bodenwrangen anbringt, um die genannten Theile hindurchschieben zu können, was eine sehr mühsame Arbeit ist.

Es spricht aber auch noch ein anderer Umstand gegen diese Anordnung. Der Baumeister ist nämlich nicht in der Lage, mit der Bestellung der für die Bodenwrangen bestimmten Platten so lange warten zu können, bis die Zeichnungen für die Maschine und das Maschinenfundament definitiv festgestellt sind. In den meisten Fällen werden daher die Bodenwrangen unter der Maschine in der gewöhnlichen Höhe und Form hergestellt und werden durch Anlaschen oder Aufsetzen von einzelnen Platten in der erforderlichen Weise erhöht. — Dieses Anlaschen kann auf verschiedene Weise geschehen. Hat die betreffende Bodenwrange genau dieselbe Höhe wie die übrigen, so vernietet man mit den nämlichen Nieten, welche die Gegenwinkeleisen mit der Oberkante der Bodenwrangen verbinden, auch gleichzeitig die betreffende Platte, so dass der Durchschnitt eine Form annimmt, wie in Fig. 6 auf Taf. XXIII dargestellt ist. Die Niete müssen demnach vier verschiedene Schichten miteinander verbinden, und hierin liegt jedenfalls ein Nachtheil, da, wie schon vielfach erwähnt, die Festigkeit einer Nietverbindung um so geringer ausfällt, je mehr einzelne Schichten zu verbinden sind. Bei der in Fig. 8 im Durchschnitte dargestellten Bodenwrange

ist die aufgesetzte Platte durch zwei Winkeleisen verbunden, welche mit den Gegenwinkeln an der Oberkante vernietet sind. Auch gegen diese Construction lassen sich Einwendungen machen, da die Verbindung mit Hilfe der Winkeleisen jedenfalls keine so starre ist, als wenn die betreffenden Platten einfach überlappt wären. — Die in der Fig. 7 auf Taf. XXIII dargestellte Construction ist daher jedenfalls den beiden vorher beschriebenen vorzuziehen. Die Bodenwrangen haben hier unter der Maschine eine um circa 8 bis 15 cm grössere Höhe als die übrigen, so dass sie oberhalb der Gegenwinkel mit der betreffenden Platte verlascht werden können, wobei die Niete nur durch zwei Plattenlagen zu fassen brauchen. Es müssen allerdings auch hier die Bodenwrangen unter der Maschine bei der Materialbestellung besonders berücksichtigt werden; da es sich aber nur um eine gleichmässige Erhöhung derselben um wenige Centimeter handelt, während man die Höhe des eigentlichen Maschinenfundamentes noch immer später beliebig annehmen kann, so erwächst hieraus keine besondere Schwierigkeit.

Besitzt das Schiff ein Mittelplatten- oder eingeschobenes Kielschwein, so kann die zur Erhöhung der Bodenwrangen aufgesetzte Platte ununterbrochen von einer Schiffsseite zur anderen laufen; kommt jedoch ein Trägerkielschwein zur Anwendung, so muss die erwähnte Platte in der Mitte durchschnitten und genau an das Kielschwein angepasst werden. Dieser Fall ist in Fig. 1 auf Taf. XXIII dargestellt worden. Oberhalb des Kielschweins werden die beiden Plattenhälften durch an der Oberkante befindliche Winkeleisen miteinander verbunden. Ist zwischen letzteren und der Oberkante des Kielschweins noch hinreichend Raum vorhanden, so werden die beiden aufgesetzten verticalen Platten noch durch zwei weitere kurze Stücke Winkel, deren horizontale Schenkel mit der Topplatte des Trägerkielschweins vernietet sind, miteinander vereinigt. Wie die Figur zeigt, sind diese Platten noch ausserdem mit der Mittelrippe des Trägerkielschweins durch kurze Winkel verbunden.

Die in der oben beschriebenen Weise erhöhten Bodenwrangen werden das Bestreben haben, sich seitlich zu neigen, wenn dem nicht in geeigneter Weise vorgebeugt wird. Zu diesem Zwecke werden, je nach der Grösse und Construction der Maschine, ein oder mehrere aus eingeschobenen Platten bestehende Längsverbände angewendet, welche an ihrer Oberkante durch Winkeleisen mit der horizontalen Fundament- oder Deckplatte verbunden sind.

Die Befestigung der Grundplatte der Maschine auf dem Funda-

mente geschieht durch gewöhnliche Schraubenbolzen, welche von unten durch die horizontale Deckplatte gesteckt werden und oben auf dem Flansch der Grundplatte mit einer Mutter versehen sind. Die horizontale Deckplatte des Fundaments besitzt, selbst wenn dieselbe sehr stark gemacht wird, nicht genügende Steifigkeit, um sich beim Anziehen der Fundamentschrauben nicht durchzubiegen, wenn nicht in unmittelbarer Nähe der letzteren eine Versteifung in Form von Winkeleisen und verticalen Platten vorhanden ist. Es ist daher bei Anordnung des Maschinenfundaments besonders darauf Rücksicht zu nehmen, dass die eingeschobenen verticalen Platten möglichst nahe an dem Flansch der Grundplatte der Maschine, welcher die Fundamentschrauben aufnimmt, entlang laufen. Manche Constructeure treffen eine Anordnung, bei welcher diese Schrauben nicht allein durch die Deckplatte des Fundaments, sondern auch noch durch die Winkel an der Oberkante der erhöhten Bodenwangen und der eingeschobenen Platten reichen, wobei jedoch der horizontale Schenkel dieser Winkel eine grössere Breite besitzen muss, als sonst erforderlich sein würde. Zweifellos ist eine derartige Construction eine sehr gute. Da jedoch beim Montiren der Maschine oft eine kleine Verschiebung derselben um circa 1 bis $1\frac{1}{2}$ cm, und auch noch mehr, nothwendig wird, so können die Bolzenlöcher sehr leicht zu nahe an die Kanten der Winkeleisen fallen, wodurch die Befestigung wieder an Steifigkeit verliert oder sogar die Anbringung von Schraubenbolzen ganz unmöglich wird, wenn dieselben sich zu sehr dem verticalen Schenkel nähern. Es wird daher im Allgemeinen der Anordnung der Schraubenbolzen, wie sie in Fig. 1 auf Taf. XXIII angenommen ist, der Vorzug gegeben, da man hierbei immer in der Lage ist, die Eintheilung derart zu treffen, dass bei der Montage eine kleine Verschiebung der Grundplatte möglich ist, ohne bei der Anbringung der Schraubenbolzen auf Schwierigkeiten zu stossen.

Wenn ein Seitenkielschwein vorhanden ist, so sucht man die eingeschobenen verticalen Platten desselben, wenn irgend möglich, mit dem Maschinenfundamente in Verbindung zu bringen, so wie das z. B. auf der linken Seite der Fig. 1 auf Taf. XXIII gezeigt ist.

Bei der in Fig. 4 auf Taf. XXIII dargestellten Construction eines Fundaments für eine Schraubenschiffs-Maschine sind die Bodenwangen nicht erhöht, sondern behalten die übliche Form. Die Maschine steht hier, wie aus der Figur ersichtlich, auf zwei kastenförmig construirten Längsträgern. An jedem Spant sind starke Knieplatten angebracht, welche einestheils die Längsträger am Neigen verhindern, andernteils

noch eine bessere Verbindung zwischen den Bodenwrangen und den erwähnten Längsträgern ermöglichen sollen. Ohne diese Knieplatten würde die ganze Verbindung nur durch vier an jeder Kreuzungsstelle vorhandene Niete hergestellt werden, was unter allen Umständen ungenügend wäre.

Die unter der Maschine liegenden Bodenwrangen erhalten stets eine um 1 bis 3 mm grössere Dicke als die übrigen und werden an ihrer Oberkante nicht bloss mit einem, sondern mit zwei Kegenwinkel-eisen verstärkt. Das eine der letzteren läuft in der üblichen Weise bis zum Oberdeck bzw. Zwischendeck, während das andere gewöhnlich nur von dem Kimmstringer auf der einen Schiffseite bis zu dem auf der anderen Seite reicht.

Je nach der Grösse des Schiffes werden innerhalb des Maschinen- und Kesselraumes einige Rahmenspanten angebracht, um einen Ersatz für die hier fehlenden Raumbalken zu gewähren. Bei grossen Schiffen versieht man gewöhnlich jedes dritte Spant und bei kleineren jedes vierte oder fünfte mit Versteifungsplatten. — Die am Rahmenspant befindliche Bodenwrange hat an der Stelle, wo sich das Kimmkielschwein befindet, noch die gewöhnliche Höhe, so dass die Winkel des Kimmkielschweins noch in der gewöhnlichen Weise auf den Gegenspantwinkeln befestigt sind (vergl. Fig. 4 auf Taf. XXIII). Von dem erwähnten Punkte ab nach oben zu wird jedoch die Bodenwrange breiter, indem sie hier in die Versteifungsplatte des Rahmenspantes übergeht. Die Winkel des Kimmstringers liegen daher schon innerhalb der Gegenwinkel und sind durch eine entsprechend gestaltete Oeffnung in der Versteifungsplatte geschoben. Auf der dem Gegenspant abgewendeten Seite dieser Platte wird an der betreffenden Stelle ein kurzer Hilfswinkel so angebracht, dass die parallel zur Aussenhaut liegende Fläche des Schenkels mit der Innenkante des Hauptspantwinkeleisens abschneidet, wodurch es ermöglicht wird, den Kimmstringer durch vier Niete mit dem Rahmenspant zu verbinden. — Die Breite der Versteifungsplatte des Rahmenspantes wird im Minimum gleich der dreifachen Breite des breiteren Schenkels des Spantwinkeleisens gewählt. — Da, wo eine Stringerplatte das Rahmenspant kreuzt, muss letzteres unterbrochen werden. Die Versteifungsplatte wird alsdann an dieser Stelle in der durch Fig. 4, Taf. XXIII, dargestellten Weise so weit verbreitert, bis ihre Innenkante mit derjenigen der Stringerplatte zusammenfällt. Ueber die Kreuzungsstelle des mit Winkeleisen verstärkten Stringers und Rahmenspantes wird eine mit abgestumpften Ecken versehene, rhombenförmige Platte gelegt, um die durch

die Unterbrechung der Versteifungsplatte bedingte Verschwächung wieder auszugleichen. Fig. 5 auf Taf. XXIII stellt die innere Ansicht der Kreuzungsstelle dar.

Bei Dampfschiffen mit sehr scharfem Boden, wie er namentlich bei Schlepp- und Lootsendampfern vorkommt, ist die Construction des Maschinenfundaments von der soeben beschriebenen etwas abweichend. Man ist dort gewöhnlich genöthigt, die Bodenwrangen in einem Stücke bis zur Höhe der Fundamentplatte hinaufzuführen. Bei der in Fig. 4 bis 7 auf Taf. XXII veranschaulichten Anordnung eines Maschinenfundaments ist genau an dem hinteren und vorderen Ende der gusseisernen Grundplatte eine Bodenwrange angebracht. Um eine solche Construction möglich zu machen, wird es meistens erforderlich sein, die Spantendistanz für die Länge der Maschine etwas zu verändern. Grosse Abweichungen sind jedoch nicht zulässig, da hierbei die regelrechte Eintheilung der Aussenhautplatten gestört würde. — Wie aus den Figuren auf Taf. XXII ersichtlich, sind auch hier die an der Vorder- und Hinterkante der Maschine befindlichen Spanten als Rahmenspanten construirt, obgleich es in diesem Falle, wegen der geringen Höhe des Fahrzeuges, nicht der Zweck sein kann, auf diese Weise die Raumbalken entbehrlich zu machen, weil auch im übrigen Schiffsraum keine solchen vorhanden sind. Die Rahmenspanten haben hier nur den Zweck, einem Durchbiegen der Spanten vorzubeugen, bezw. einer seitlichen Bewegung des Maschinenfundaments entgegenzutreten, die bei Schiffen mit scharfem Boden erfahrungsmässig sehr leicht vorkommt, weil sich hier die Bodenwrangen nicht, wie bei flachen Schiffen, bis zum oberen Theile der eigentlichen Kimm erstrecken, sondern nur über beiläufig die halbe Schiffsbreite reichen. — Fig. 7 auf Taf. XXII zeigt ein unter der Maschine liegendes Spant, dessen Bodenwrange halbkreisförmig ausgeschnitten ist, um für die nach unten schlagenden Kurbeln der Maschinenwelle Raum zu schaffen. — Fig. 8 derselben Tafel stellt ein unterhalb des Kessels eines scharfbodigen Schiffes befindliches Spant dar.

Bei den Schiffen, die einen sich durch den Maschinenraum fortsetzenden Doppelboden besitzen, kann man im Allgemeinen zwei verschiedene Methoden der Fundamentirung der Maschine unterscheiden. Entweder wird die Grundplatte direct auf den Doppelboden aufgeschraubt, und in diesem Falle muss letzterer natürlich eigens hierzu construirt sein, oder es werden auf der Tankdecke besondere, aus Winkel-eisen und Blech construirte Längs- und Querträger angebracht, auf welchen die Maschine befestigt wird.

Liegt die Grundplatte unmittelbar auf der Tankdecke, so kann von einem Maschinenfundamente in dem Sinne, wie früher besprochen, eigentlich nicht die Rede sein. Die Tankdecke wird hierbei nur an der betreffenden Stelle aus besonders starken Platten, je nach der Grösse des Fahrzeuges, von 15 bis 22 mm Dicke hergestellt und wird in besonders solider Weise mit den Bodenwrangen und Längsträgern im Doppelboden verbunden. Die Fundamentschrauben für die Grundplatte müssen hierbei immer so angeordnet sein, dass sie unbedingt von allen Winkeleisen frei gehen, damit die Schraubenköpfe im Innern des Doppelbodens gut verpackt werden können. Um gegen eine Bewegung der Maschine ganz gesichert zu sein, empfiehlt es sich auch hier, möglichst nahe neben den Fundamentschrauben, an der unteren Seite der Tankbeplattung eingeschobene Platten zur Versteifung derselben anzubringen.

Für grosse Schiffe kann diese Fundamentconstruction nicht mit Vortheil angewendet werden, weil hier die Wellenmitte in zu grosser Höhe über der Tankdecke liegt, wodurch eine unförmig hohe Grundplatte erforderlich würde. Für kleinere Schiffe mit Doppelboden eignet sich jedoch diese Fundamentirung der Maschine sehr gut.

Handelt es sich um die Aufstellung einer grösseren Maschine in einem nach dem Bracket-Systeme erbauten Doppelbodenschiff, so wird die Anwendung eines besonderen auf der Tankdecke erbauten Fundaments erforderlich. Es kommen für dasselbe in der Hauptsache zwei Constructionen zur Anwendung. Die eine besteht aus zwei starken, auf der Tankdecke angebrachten Längsträgern, und dies ist die am meisten übliche Anordnung, die zweite besteht aus mehreren Querträgern.

Die zuerst erwähnte Construction ist in Fig. 1, 2 und 3 auf Taf. XXIV dargestellt. Wie aus der Zeichnung ersichtlich, sind hier die beiden kastenförmigen Längsträger durch querschiffs liegende, eingeschobene Platten und Kniee seitlich abgestützt. Die meisten Constructeure suchen die Anordnung derart zu treffen, dass die Niete, welche die längsschiffs laufenden Befestigungswinkel der Längsträger mit der Tankdecke verbinden, ausschliesslich durch die Tankbeplattung gehen, weil sich auf diese Weise am bequemsten ein wasserdichter Abschluss erzielen lässt. Wie leicht zu übersehen, hängt in diesem Falle die Steifigkeit der ganzen Construction (wenigstens soweit ein Widerstand gegen ein Heben des Fundaments in Frage kommt) von der Widerstandsfähigkeit der unter der Maschine befindlichen Tankbeplattung ab. Diese muss daher besonders stark gewählt werden,

und eine Dicke von 25 mm und mehr ist bei grossen Schiffen nichts Seltenes. — Andere Constructeure ordnen hingegen die Niete möglichst so an, dass sie nicht allein durch die Tankbeplattung, sondern auch noch durch die Winkel der Längs- und Querträger fassen, auf welchen die Tankbeplattung ruht. Da nun die oben aufliegenden Längsträger des Maschinenfundaments gewöhnlich nicht mit den Längsspanten in eine Verticale fallen, so können im Allgemeinen nur diejenigen Niete, welche an den Kreuzungsstellen der oberen Längswinkel mit den Gegenwinkeln der Bodenwrangen liegen, gleichzeitig die oberen und unteren Winkel fassen. Man legt daher, wenn irgend thunlich, die seitlichen Knieplatten und die zwischen die Längsträger eingeschobenen Querverbindungen unmittelbar über die Bodenwrangen, um eine directe Verbindung der oben aufliegenden Winkel mit den Gegenwinkeln der Bodenwrangen zu ermöglichen. Aber auch eine solche Anordnung halten viele Baumeister noch nicht für genügend, um ein steifes Fundament zu erzielen, und sie bringen deshalb bisweilen unmittelbar unterhalb der Längsträger, von einer Bodenwrange zur anderen reichend, eingeschobene Platten an, die durch Winkeleisen mit der Tankdecke in der Weise verbunden sind, dass die Niete gleichzeitig den oberen und unteren Winkel fassen. Diese eingeschobenen Platten können nicht bis auf den Schiffsboden hinunterreichen, da sie die Zugänglichkeit der einzelnen Zellen des Doppelbodens verhindern würden. — Bei dem in Fig. 1 auf Taf. XXIV dargestellten Fundamente ist zu dem gleichen Zwecke noch eine besondere, verticale Verstärkungsplatte genau über dem neben dem Kiel liegenden Längsspant angebracht.

Die Enden der Längsträger werden in möglichst solider Weise mit den Querschotten verbunden und zu diesem Zwecke bisweilen mit Knieplatten versehen, so wie in Fig. 2 auf Taf. XXIV angedeutet. Es wird dadurch ermöglicht, eine grössere Anzahl Niete zur Befestigung anbringen zu können, als es der Fall sein würde, wenn die Verbindungswinkel am Schott etwa nur bis zur Höhe des Längsträgers hinaufreichten.

Wie wir schon bei Besprechung der Spantenconstruction erwähnt haben, erhält bei den nach dem Bracket-Systeme construirten Schiffen jedes Spant unter Maschine und Kessel eine Bodenwrange, während sonst nur jedes zweite in dieser Weise verstärkt wird.

Das bis jetzt Gesagte gilt im Allgemeinen auch für die Maschinenfundamente von Zweischrauben-Schiffen. Die Maschinen sind fast ausnahmslos parallel nebeneinander angeordnet und jede hat gewöhn-

lich ihr eigenes Fundament, das in ganz ähnlicher Weise wie bei Schiffen mit nur einer Maschine hergestellt ist.

Da das Zweischrauben-System vorzugsweise für Schiffe mit verhältnissmässig geringerem Tiefgange und demgemäss für solche mit Schrauben von vergleichsweise kleinerem Durchmesser angewendet wird, so liegt bei dieser Schiffsgattung das Wellenmittel gewöhnlich etwas tiefer als bei den Schiffen mit nur einer Schraube. Es ist deshalb in vielen Fällen zulässig, die Fundamentplatte der Maschine unmittelbar auf der Decke des Doppelbodens zu befestigen. Die Anordnung wird dann so, wie Taf. XXV in Fig. 1 und 2 zeigt, wo die Fundamentirung von zwei viercylindrigen Maschinen dargestellt ist. Eine eingehende Erklärung der Zeichnung dürfte nicht erforderlich sein. Wie schon angedeutet, ist die Doppelbodendecke unterhalb der Maschinen wesentlich dicker als in den übrigen Theilen des Schiffes hergestellt. Die einzelnen Platten der Doppelbodendecke stossen stumpf aneinander und sind durch unterhalb liegende Stossstreifen mit doppelter, versenkter Vernietung miteinander verbunden. Auf diese Weise bildet der Doppelboden an seiner oberen Seite eine glatte Fläche, die eine zuverlässige Auflagerung der Fundamentplatten ermöglicht.

Wie aus Fig. 2, Taf. XXV, ersichtlich, sind die eingeschobenen Längsträger im Doppelboden unterhalb der Maschine etwas dichter angeordnet, um eine grössere Steifigkeit in der Längsrichtung, namentlich mit Rücksicht auf eine starke Beanspruchung des Schiffsbodens zu sichern, was bei einem etwaigen Aufgrundkommen von Wichtigkeit ist.

Schon zu Anfang dieses Kapitels deuteten wir darauf hin, dass es sich empfiehlt, bei grossen verticalen Schraubenschiffs-Maschinen, die im Verhältnisse zur Breite ihrer Grundfläche eine sehr grosse Höhe erhalten, am oberen Theile seitliche Zugstangen anzubringen, welche mit einem Stringer, am besten einem Decksstringer, verbunden sind. Es ist dies das wirksamste Mittel, um ein seitliches Wanken der Maschine zu verhindern. Die Anordnung sollte immer derart getroffen werden, dass diese Zugstangen genau in horizontaler Richtung laufen, und also nicht etwa von den Schiffsseiten nach dem Cylinder zu ansteigen oder fallen. Auch sollten die Stangen in einem Stücke von einer Schiffseite zur anderen geführt werden, so dass die durch eine „Begebung“ des Schiffes hervorgerufene Spannung in den Zugstangen von diesen allein aufgenommen wird, ohne die Festigkeit der Gussstücke in Anspruch zu nehmen. Die Verbindung der Maschine mit diesen Zugstangen wird alsdann in der Weise hergestellt, dass man an einer geeigneten Stelle der ersteren starke, mit ihrer Achse quer-

schiffs liegende Büchsen angiesst, durch welche die Stangen hindurchlaufen. Letztere sind an dieser Stelle mit Gewinde und zwei Muttern versehen, die gegen die erwähnte Büchse angezogen werden. Gewöhnlich wird ein solcher querschiffs liegender Anker am vorderen und ein zweiter am hinteren Ende der Maschine angebracht. Bei den grossen dreicylindrigen Maschinen der transatlantischen Passagierdampfer sind gewöhnlich vier querschiffs liegende Anker vorhanden, nämlich je einer am hinteren und vorderen Ende der Maschine und je einer zwischen zwei Cylindern. Ausserdem giebt man solchen Maschinen auch wohl noch zu jeder Seite der Cylinder einen längschiffs laufenden Anker, der mit dem hier stets vorhandenen eisernen Deck verbunden ist.

Es kommen für die Handelsdampfer wohl auch in vereinzelt Fällen horizontale Maschinen vor, doch brauchen wir hierauf nicht näher einzugehen, da dieselben doch nur grosse Ausnahmen bilden.

Während bei Schraubenschiffen fast immer nur ein und derselbe Maschinentypus zur Verwendung gelangt, finden wir bei Räderdampfern hierin eine grössere Abwechslung. Neben einer ganzen Reihe verschiedenartiger Constructionen kommen hier namentlich die vertical oscillirenden und die schräg liegenden Maschinen in Betracht, und um nicht zu weitschweifig zu werden, wollen wir hier auch nur die Fundament-Constructionen dieser beiden Systeme eingehender besprechen.

Das Fundament, sowie das Radlager und der Radkasten einer vertical oscillirenden Maschine sind auf Taf. XXVI, XXVII und XXVIII dargestellt. — Die gusseiserne Grundplatte der Maschine ist an der vorderen Seite sowohl wie an der hinteren auf zwei aufeinander folgenden erhöhten Bodenwrangen, die durch eine horizontale Deckplatte miteinander zu einem starken querschiffs liegenden Träger verbunden sind, gelagert. Die lichte Entfernung zwischen den beiden Trägern kann nicht immer so gewählt werden, dass sie genau einem Vielfachen der Spantendistanz entspricht, und in einem solchen Falle müssen daher die betreffenden Spanten um eine Kleinigkeit verrückt werden. Grössere Verschiebungen sind nicht zulässig, da dadurch die Eintheilung der Stösse der Aussenhaut gestört würde. Der bei oscillirenden Maschinen vorhandene obere Maschinenrahmen ist zwischen zwei starken, kastenförmig construirten Decksbalken *bb* (vergl. Taf. XXVII) befestigt, und zwar wird die Anordnung am besten so getroffen, dass die verticalen Seitenwände dieser Maschinenbalken an den nämlichen Spanten angebracht werden, an welchen sich die

unteren Querträger befinden. Das betreffende Spant wird dann mit einer Platte, deren Innenkante mit doppelten Winkeleisen versehen ist, verstärkt, so dass ein Rahmenspant entsteht (vergl. Taf. XXVI). Die Maschinenbalken *bb* werden durch zwei oder drei aus Blech und Winkeleisen I-förmig construirte Stützen (in der Figur auf Taf. XXVII mit *V* bezeichnet) in horizontaler Richtung gegen die Radkastenbalken *BB* abgestützt. Es hat das namentlich den Zweck, einer durch das Arbeiten der Maschine etwa entstehenden Bewegung der Maschinenbalken vorzubeugen.

Die Radwelle tritt meistens unmittelbar unterhalb der Oberdeckstringerplatte (wie auch in der Figur angedeutet) nach aussen, wodurch eine entsprechende Oeffnung in dem Scheergange bedingt ist. — Zur Unterstützung des äusseren Radlagers muss an der Aussenseite der Schiffswand eine stark construirte Console *L* (vergl. Fig. 1 auf Taf. XXVI und Taf. XXVIII) angebracht werden. Die obere horizontale, trapezförmig gestaltete Decksplatte derselben wird gewöhnlich sehr dick gemacht, um das Radlager direct darauf befestigen zu können. Da das ganze Radgewicht an der Aussenkante der Console nach unten wirkt, so ist auf eine besonders gute Verbindung der horizontalen Deckplatte mit der Schiffsseite Bedacht zu nehmen. Man bringt zu diesem Zwecke zwei starke Knieplatten *ll* (vergl. Fig. 1 und 2, Taf. XXVI) an, die sich an der inneren Radkastenwand nach oben bis zu einem Punkte fortsetzen, der durch die Brückendecksbalken gehörig seitlich versteift ist. Sind Brückendecksbalken zwischen den Radkasten nicht vorhanden, so ist die Anwendung der erwähnten Knieplatten nur von untergeordnetem Werthe. — Die unterste Ecke der Console wird einen starken Druck auf die Schiffsseite nach innen ausüben, und deshalb ist letztere an der betreffenden Stelle sorgfältig zu versteifen. Zu diesem Behufe bringt man gewöhnlich noch zwei weitere Rahmenspanten *rr* (vergl. Taf. XXVII) an, und ausserdem trachtet man die Anordnung so zu treffen, dass die Fortsetzung des Zwischendeck- oder Raumstringers innerhalb des Maschinenraumes möglichst genau in die Höhe der Unterkante der Console fällt (vergl. Fig. 1 auf Taf. XXVI). An der Kreuzungsstelle der Rahmenspanten und des Stringers muss natürlich der eine dieser beiden Theile durchschnitten werden. In den meisten Fällen wird es sich empfehlen, die Rahmenspanten ununterbrochen von unten nach oben laufen zu lassen, wobei man die hierbei entstehende Verschwächung der Stringerplatte durch starke, auf der Innenkante des Stringers entlang laufende Plattenstreifen *pp* (Taf. XXVII) auszugleichen sucht.

Die Detailconstruction der Radlagerconsole ist in Fig. 2 und 3 auf Taf. XXVI erläutert, und zwar stellt die letztere Figur die Oberansicht der Console mit abgehobener Deckplatte dar.

Das Fundament vertical oscillirender Maschinen besteht übrigens nicht immer aus zwei Querträgern, wie in unserer Figur angegeben ist. Manche Constructeure geben der unteren Maschinen-Grundplatte oft eine solche Form, welche ein aus vier längsschiffs laufenden Trägern bestehendes Fundament bedingt. Die Träger werden in diesem Falle genau unter den Lagern für die Schwingzapfen der Cylinder angebracht und haben meistens eine kastenartige Form. — Bei dem grossen, wegen seiner ausserordentlichen Geschwindigkeit bekannten Dampfer „Ireland“, welcher zwischen Holyhead und Kingstown in Fahrt ist, wurde sogar, um Raum zu sparen, die ganze untere Grundplatte der Maschine weggelassen, und die Lager für die Schwingzapfen der Cylinder direct auf vier starken, längsschiffs laufenden, in das Schiff eingebauten Trägern montirt.

Räderschiffs-Maschinen mit schräg liegenden Cylindern, mögen dieselben oscillirend oder feststehend sein, werden meistens auf vier über den Bodenstücken längsschiffs liegenden Trägern von kastenförmigem Querschnitte erbaut. Der obere Maschinenrahmen fällt hier häufig ganz weg, da nur ein starker Decksbalken erforderlich ist, welcher, von den Cylindern aus gerechnet, auf der entgegengesetzten Seite der Hauptwelle angebracht wird und als Stützpunkt für die längsschiffs liegenden Gestelltheile der Maschine dient. Es wird jedoch auch bei diesem Maschinensysteme bisweilen ein oberer Rahmen angewendet, der aber eine unsymmetrische Form erhalten muss. Derselbe wird ebenso, wie früher beschrieben, zwischen zwei starken Decksbalken befestigt. — Es giebt auch Räderschiffs-Maschinen, welche mit ihren oberen Gestelltheilen nicht gegen das Deck abgesteift sind. Alle von der Maschine ausgehenden äusseren Kräfte müssen daher bei dieser Construction nur von der unteren Grundplatte der Maschine aufgenommen werden, von welcher sie sich wieder auf den Schiffsboden übertragen. Das Maschinenfundament wird daher in diesem Falle stärker construirt sein müssen, als wenn die Maschine noch mit dem Deck verbunden ist.

Bei Räderdampfern mit nebeneinander angeordneten Cylindern bedingt die für das Maschinenoberlicht erforderliche Decksöffnung eine wesentliche Schwächung des Hauptspant-Querschnitts, weil die Breite der Stringerplatte nur eine beschränkte sein kann. Auch die Anwendung eiserner Oberdecks behufs Erzielung einer grösseren Längsschiffsfestigkeit ist, wie leicht ersichtlich, bei dieser Schiffs-

gattung ganz zwecklos, da das Deck gerade in dem gefährlichsten Querschnitte ganz durchschnitten werden muss. Man ist daher bei grossen Räderdampfern genöthigt, sich darauf zu beschränken, die Dicke der Stringerplatten neben dem Maschinen-Oberlichte möglichst gross zu wählen. Wenn man trotzdem in den meisten Fällen eine eiserne Decksbeplattung angewendet findet, so kann damit nur der Zweck erreicht werden, dem Schiffe an seinen Enden eine grössere Widerstandsfähigkeit gegen Beanspruchung auf Verwinden zu geben, als dies durch die Anwendung von Diagonalbändern erreicht werden kann, und das Leckwerden der Decksbeplankung zu verhindern.

Bei allen Maschinenfundamenten, welcher Construction sie auch sein mögen, ist es von ganz besonderer Wichtigkeit, dass sie gleich von Haus aus eine mehr als genügende Festigkeit und Steifigkeit besitzen, so dass eine durch das Arbeiten der Maschine verursachte Lockerung der Vernietung von vornherein ganz ausgeschlossen ist. Nur durch sorgsame Beachtung dieser Vorsicht ist es möglich, der so häufig mit der Zeit eintretenden Lösung der einzelnen Verbindungen vorzubeugen. Ist einmal eine Lockerung der Nietung eingetreten, so dass eine, wenn auch nur schwache Bewegung des Fundaments zu beobachten ist, so gelingt es höchst selten, dasselbe durch nachträglich angebrachte Verstärkungen oder durch theilweise Neuvernietung wieder zu befestigen. Diese Erscheinung ist dadurch erklärlich, dass die nachträglich angebrachten Theile die ganze Beanspruchung in erster Linie tragen müssen. Es wird sich deshalb auch sehr bald durch die übergrosse Anstrengung die Vernietung in der später angebrachten Verstärkung lockern und in Folge dessen wird sich das verstärkte Fundament bald ebenso stark wie früher bewegen.

Das Lockern der Maschinenfundamente hat man namentlich bei den grossen und schnellen Passagierdampfern für die nordatlantische Fahrt beobachten können und es ist mehrfach vorgekommen, dass man in einem Dampfer, um das Uebel zu beheben, die Maschine aus dem Schiffe entfernen und ganz neue Fundamente einbauen musste. Trotzdem trat in einiger Zeit wieder eine Lockerung der Maschinenfundamente ein. Es ist ein Fall vorgekommen, dass bei einem sogenannten Schnelldampfer innerhalb von 10 Jahren das Maschinenfundament, trotz sorgfältigster Ausführung, dreimal erneuert werden musste. Mit der Einführung von Maschinen mit ausgeglichener Massenwirkung, sogenannte ausbalancirte Maschinen, ist erst dieses Uebel verschwunden.

Um dem Fundamente von Haus aus die nöthige Steife zu geben,

muss man darauf Bedacht nehmen, einestheils eine möglichst grosse Anzahl Niete zur Verbindung der einzelnen Fundamenttheile anzuwenden und andernteils die Nietlöcher möglichst genau passend zu machen. Man ordnet daher, mit Rücksicht auf den ersten dieser beiden Punkte, bei einer sorgfältigen Ausführung die Niete in den Bodenwangen und Gegenspannten unterhalb der Maschine etwas dichter als in den übrigen Schiffstheilen an. Anstatt die Entfernung der Niete von Mitte zu Mitte gleich acht Nietdurchmessern zu wählen, geht man mit dieser Distanz, ebenso wie bei einer wasserdichten Vernietung, unter Umständen bis auf vier Durchmesser herab, wodurch die Nietenzahl beinahe verdoppelt und die Beanspruchung jedes einzelnen Nietes entsprechend vermindert wird. — Das genaue Aufeinanderpassen der Nietlöcher ist nicht minder wichtig, da andernfalls die Niete die Löcher nicht voll ausfüllen können, wodurch bald ein Lockern der Nietung eintritt. Bei besonders sorgsamem Ausführen werden daher, um ein genaues Passen der Löcher zu erzielen, die einzelnen Theile des Fundaments erst provisorisch durch einige Heftschrauben miteinander verbunden und der grösste Theil der Nietlöcher wird an Ort und Stelle mit Hilfe der Knarre gebohrt. Wie leicht zu übersehen, wird auf diese Weise ein sehr genaues Passen der Nietlöcher und mithin auch eine grosse Festigkeit des Fundaments erzielt.

Zwölftes Kapitel.

Radkasten, Wellentunnel, Lagerböcke und Mastspuren.

A. Die Radkasten.

Mit dem Ausdrucke Radkasten bezeichnet man die bei Räderdampfern erforderliche Umhüllung der oberen Hälfte des Schaufelrades, welche theils den Zweck hat, letzteres vor Beschädigungen und Berührung mit anderen Gegenständen zu schützen, und theils dazu bestimmt ist, zu verhindern, dass das durch die Bewegung des Rades hervorgerufene Spritzwasser auf das Deck geschleudert wird.

Während in früherer Zeit für eiserne Schiffe die Radkasten noch vielfach aus Holz hergestellt wurden, construirt man dieselben gegenwärtig ausschliesslich aus Eisen, und es soll daher auch im Folgenden nur auf die üblichsten Eisenconstructions Rücksicht genommen werden.

Der Radkasten besteht in der Hauptsache aus zwei halbkreisförmigen Wänden, einer inneren und einer äusseren und einer halbcylindrischen Mantelfläche, welche mit der Peripherie der erwähnten Wände vernietet ist. — Das Hinter- und Vorderende der Mantelfläche ruht entweder auf einem balkenartigen Träger, welcher von der Aussenkante des einen Radkastens quer über das Schiff bis zur Aussenkante des anderen läuft, oder sie stützt sich auf eine an der Schiffsseite angebrachte Console. Die zuerst angeführte Anordnung wendet man vorzugsweise bei grösseren Seedampfern an, während die Anbringung eines consolartigen Trägers mehr bei den für glattes Wasser bestimmten Dampfern zur Anwendung gelangt. Es erklärt sich dies dadurch, dass die Console behufs einer guten Befestigung an der Schiffsseite eine beträchtliche Höhe haben und deshalb ziemlich bis

zur Wasserlinie herabreichen muss, so dass sie in unruhigem Wasser der Bewegung des Schiffes ein Hinderniss in den Weg legen würde. Bei der auf den Tafeln XXVI bis XXVIII dargestellten Construction sind die Radkastenträger nach der zuerst erwähnten Methode als durchgehende, hohle, rechteckige Balken, sogenannte Radkastenbalken, ausgeführt und mit *BB* bezeichnet. Dieselben bilden, ähnlich wie die Maschinenbalken, gleichzeitig den Decksbalken und sind gewöhnlich mit einem Rahmenspant in Verbindung gebracht. Sie treten durch eine entsprechende Oeffnung im Scheergange nach aussen, wo sie bisweilen noch durch eine starke Strebe aus Rundeisen gegen die Schiffseite abgestützt werden.

Die Anordnung der Radkastenbalken bezw. Radkastenträger ist in den meisten Fällen keine symmetrische mit Bezug auf das Mittel der Radwelle, vielmehr ist die Distanz des hinteren Balkens von der Welle um ungefähr eine Spantendistanz grösser als die des vorderen, und dementsprechend liegt auch das Mittel für die Peripherie des Radkastens hinter dem Wellenmittel. Der Zweck dieser Anordnung besteht darin, auf der hinteren Seite des Rades einen möglichst grossen Zwischenraum zwischen den Schaufeln und dem Radkastenmantel zu schaffen, damit das von dem Rade aufgewühlte Wasser einen freien Abfluss nach rückwärts findet. Es ist das für die vortheilhafte Wirkung des Rades von nicht zu unterschätzender Wichtigkeit.

Die äussere Umrahmung des Radkastens wird zunächst durch einen starken längsschiffs liegenden Balken hergestellt, der das Ende des einen Radkastenbalkens mit dem des anderen verbindet. In unserer Zeichnung auf Taf. XXVI ist derselbe als hohler Balken dargestellt; bei kleineren Schiffen wird derselbe jedoch meistens nur als Doppel-T-Träger construirt. Bei seiner Construction muss besonders darauf Rücksicht genommen werden, dass er in der Lage ist, einem starken, den Radkasten in der Mitte treffenden Stoss, der beim Anlegen eines Dampfers an einem Bollwerke nicht immer zu vermeiden ist, widerstehen zu können. Da an diesem Balken bei Anwendung von Rädern mit beweglichen Schaufeln auch der sogenannte Excenter befestigt wird, der vermöge seiner Beanspruchung und seines einseitig wirkenden Gewichtes bestrebt ist, den längsschiffs liegenden Radkastenrahmen zu verdrehen, so muss auch hiergegen die nöthige Vorkehrung getroffen werden. Es geschieht das am besten in der Weise, dass man inwendig an der äusseren Radkastenwand, unmittelbar vor und hinter dem Excenter, eine mit Winkeleisen verstärkte Blechrippe aufnietet (*ff* in Fig 1 auf Taf. XXVI) und mit dem Radkastenrahmen verbindet. Die Innenkante

der Rippe ist hier vertical angenommen, während die äussere Radkastenwand eine schwache Neigung nach innen zeigt und etwas nach aussen ausgebaucht ist. Würde diese Ausbauchung nicht vorhanden sein, so erhielte die Radkasten-Stirnwand das Ansehen, als wenn sie nach innen eingebault wäre. Es handelt sich also nur um das gute Aussehen.

Die innere Radkastenwand ist immer mit der Oberkante des Scheerganges zu vernieten und, ebenso wie die äussere, durch verticale Winkeleisen in Abständen von circa 75 cm zu versteifen. — Da sich an den Radkasten gewöhnlich noch Häuser anschliessen, so erstreckt sich die innere Radkastenwand, so wie auf Taf. XXVII dargestellt ist, noch um eine entsprechende Strecke weiter nach vorn und hinten. In vielen Fällen wird auch noch ein Brückendeck zwischen den Radkasten angebracht, wie das auch in der Zeichnung angedeutet ist.

Bei kleineren Schiffen bringt man, wie schon erwähnt, als Radkastenträger meist eine an der Schiffsseite angenietete Console an, die aus einer starken Platte besteht, welche an der Ober- und Unterkante mit doppelten Winkeleisen verstärkt ist. Diese Construction ist in Fig. 4 und 5 auf Taf. XXIV veranschaulicht und erfordert wohl keine nähere Erläuterung. Der Befestigung der Oberkante der Console an der Schiffsseite ist besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden, weil hier das Moment des ganzen Radkastengewichtes am vortheilhaftesten aufgenommen werden kann. Wie in der Fig. 5 auf Taf. XXIV gezeigt, bedient man sich gewöhnlich zur Herstellung dieser Verbindung einer dreieckigen Platte, welche durch einen starken Winkel so mit der Scheergangplatte verbunden ist, dass die betreffenden Niete gleichzeitig mit durch den Stringerwinkel reichen. — Bei leicht construirten Flussschiffen ordnet man bisweilen an der inneren Seite der Console, also nahe der Schiffswand, geeignet construirte Stützen an, auf welchen in reichlicher Manneshöhe, quer über das Schiff, eine horizontale Zugstange angebracht wird, die sich von den oberen Enden der erwähnten Stützen in schräger Richtung nach den äusseren Enden der Consolen fortsetzt. Auf diese Weise wird eine sehr wirksame Versteifung der Radkastenträger erzielt.

Da einestheils das Einschneiden der Oeffnung für die Radwelle und die Radkastenbalken in den Scheergang, und andernteils die beinahe über die ganze Breite des Schiffes reichende Oberlichtsöffnung der Maschine eine Verschwächung des am meisten in Anspruch genommenen Schiffsquerschnittes bedingen, so hat der Constructeur seine ganze Aufmerksamkeit darauf zu richten, diese Verschwächung in geeigneter Weise auszugleichen. Zu diesem Zwecke empfiehlt es

sich, den Scheergang in der Gegend des Radkastens so viel dicker zu nehmen, dass die durch das Einschneiden der soeben erwähnten Oeffnungen verloren gegangene Querschnittsfläche des Scheerganges reichlich ersetzt wird; auch wird es zweckmässig sein, den unmittelbar unter dem Scheergange liegenden Plattenstrak für die Länge des Radkastens etwas dicker zu machen. — Auch die innere, mit der Oberkante des Scheerganges vernietete Radkastenwand bietet ein sehr wirksames Verstärkungsmittel und in allen den Fällen, wo man Ursache hat, das Widerstandsmoment des in der Nähe der Maschine gelegenen Schiffsquerschnittes zu vergrössern, wird es sich empfehlen, die Beplattung der inneren Radkastenwand, ähnlich wie die Aussenhaut, in horizontalen Plattengängen anzuordnen, von denen der unterste an den Scheergang anstossende eine verhältnissmässig grosse Dicke hat. Dieser unterste Plattengang der Radkastenwand ist durch eine doppelte Nietung mit dem Scheergange zu verbinden, und die einzelnen Platten desselben müssen unter sich durch dreifach vernietete Laschen, ganz so wie bei der Aussenhaut, verbunden sein. Die Thür, welche in der Radkastenwand zu dem Zwecke angebracht sein muss, um an das Rad gelangen zu können, ist natürlich oberhalb dieses verstärkten Plattenganges einzuschneiden.

B. Der Wellentunnel.

Je nach der Aufstellung der Maschine muss bei Schraubenschiffen die Welle, welche die Bewegung auf die Schraube überträgt, eine mehr oder weniger lange Strecke im Hinterraume des Schiffes durchlaufen, bis sie das Stopfbüchenschott erreicht, wo sie durch das Wellenrohr nach aussen tritt. Da nun in den meisten Fällen der Raum hinter der Maschine gleichfalls mit Ladung angefüllt werden muss, so macht sich eine starke Umkleidung dieser Transmissionswelle erforderlich, welche einestheils im Stande ist, das auf ihr ruhende Gewicht der Ladung zu tragen, und welche andernteils Raum genug bietet, um zu gestatten, dass innerhalb derselben ein Mann entlang gehen und die dort vorhandenen Wellenlager schmieren und überwachen kann. Diese Umkleidung der Transmissionswelle nennt man den „Wellentunnel“. Derselbe wird aus Platten hergestellt, deren Dicke je nach der Grösse des Schiffes von 5 bis 10 mm schwankt. Um die nöthige Zugänglichkeit zu sichern, dürfen die Querschnitts-

dimensionen des Tunnels unter eine gewisse Grenze nicht herabgehen. Als Minimalmaass kann man für eine Welle von geringem Durchmesser eine Breite von 80 bis 90 cm und eine Höhe von 1,4 m annehmen, während selbst bei den grössten Dampfern eine Breite von 1,40 m bei einer Höhe von 1,8 m in der Regel genügt. Gewöhnlich steht der Tunnel direct auf den Bodenwrangen oder bei Schiffen mit Doppelboden auf der Tankdecke. Die obere Seite ist meistens halbkreisförmig abgerundet oder bei grösseren Schiffen flach mit stark abgerundeten Ecken hergestellt. Die letztere Form hat den Vorzug, dass man bei leerem Schiffe sicherer auf dem Tunnel entlang gehen kann. Im Inneren sind die Tunnelwände durch Winkeleisenrahmen, die in Abständen von circa 75 cm angebracht sind, verstärkt. Das Profil für diese Winkel entspricht gewöhnlich dem für die Gegenspannten verwendeten. Da es genügt, wenn der Maschinist nur an einer Seite der Welle entlang gehen kann, so ordnet man das Tunnelprofil immer unsymmetrisch zur Wellenachse an (vergl. Fig. 9 auf Taf. XXII und Fig. 6 auf Taf. XXIV).

Der Tunnel wird, wenn der Dampfer keinen Doppelboden besitzt, nicht nur mit einem wasserdicht schliessenden Fussboden aus Eisen versehen, sondern auch der Anschluss desselben an das hintere Querschott des Maschinenraumes, sowie sein Abschluss im Hinterschiffe muss vollkommen wasserdicht hergestellt werden. Diese Einrichtung hat den Zweck, zu verhindern, dass sich der Tunnel mit Wasser füllt, wenn der hintere Laderaum leck geworden ist. Umgekehrt will man auch dadurch vermeiden, dass das in dem Tunnel durch das Abkühlen der Wellenlager oder durch ein Leckwerden der Stopfbüchse am Wellenrohre sich ansammelnde Wasser in den Laderaum abfliesst und dort die Ladung beschädigt.

Es wurde schon angedeutet, dass sich der Wellentunnel nach hinten zu nicht bis ganz an das Stopfbüchschenschott erstreckt. Da nämlich der Raum zwischen Hauptwelle und Schiffswand an dieser Stelle des Schiffes schon sehr beschränkt ist, so ist eine weitere Einengung desselben durch Anbringung der Tunnelwände ganz unzulässig. Man ordnet daher in einer Entfernung von vier bis zehn Spantendistanzen vor dem Stopfbüchschenschott ein weiteres wasserdichtes Schott an, welches sich gewöhnlich nach oben zu nicht viel höher als bis zur Oberkante des Tunnels erstreckt und oben durch ein wasserdichtes Deck abgeschlossen ist. Es entsteht also auf diese Weise sozusagen ein Vorraum vor dem Stopfbüchschenschott, in welchem sich der Maschinist leidlich bequem bewegen kann, um die erforder-

lichen Arbeiten an der Stopfbüchse vornehmen zu können. Das Arrangement ist schon in Fig. 1 auf Taf. XIX in der Seitenansicht dargestellt worden. Dieses zweite vor dem Stopfbüchschott befindliche Schott hat nun schon eine wesentlich vollere Form, so dass in dasselbe die dem Tunnelquerschnitte entsprechende Oeffnung eingeschnitten und der Tunnel damit verbunden werden kann. Der Querschnitt des Tunnels dicht vor diesem Schott ist in Fig. 9 auf Taf. XXII dargestellt. Wie aus der Zeichnung ersichtlich, ist hier nur die eine untere Ecke des Tunnels noch etwas abgestumpft. Bei Schiffen ohne Doppelboden müssen die Oberkanten der Bodenwrangen, auf welchen der Tunnel am Hinterende ruht, gerade Linien bilden, damit die Herstellung des Tunnelbodens weniger Schwierigkeiten macht. Ist bei solchen Schiffen ein sogenanntes Trägerkielschwein angeordnet, so wird dasselbe (wenigstens bei Schiffen von geringer Grösse) gewöhnlich im Innern des Tunnels angebracht; ist das Schiff hingegen mit einem eingeschobenen oder mit einem Mittelplattenkielschwein versehen, so kann die Anordnung sehr leicht derart getroffen werden, dass die horizontalen auf den Bodenwrangen entlang laufenden Kielschweinplatten auch die Bodenbeplattung des Wellentunnels bilden.

Die soeben beschriebenen Anordnungen für Schiffe ohne Doppelboden sind jedoch, nur bei kleinen Dampfern oder bei solchen mittlerer Grösse anwendbar, da bei grossen Schiffen die Entfernung zwischen Welle und Kiel gewöhnlich so gross wird, dass der Tunnel eine übermässige Höhe haben müsste, wenn man seine Sohle unmittelbar auf die Oberkante der Bodenwrangen legen wollte. In solchen Fällen wird daher der Tunnelboden in etwas höherer Lage angebracht, so dass unter demselben noch Raum zur Verstaung von Gütern bleibt. Der Tunnel schwebt also sozusagen frei im Schiffsraume und erhält nur an einigen Stellen (meistens da, wo die später noch zu besprechenden Wellenlager im Innern desselben angebracht sind) eine Unterstüzung. Letztere besteht gewöhnlich aus zwei querschiffs liegenden und auf benachbarten Bodenwrangen befestigten Platten. Der Tunnel wird hierdurch seitlich, sowie vertical in sehr zuverlässiger Weise versteift, so dass die Lagerung der Hauptwelle hinreichend gesichert ist. — Da sich durch das Abkühlen der Wellenlager im Innern des Tunnels ziemlich viel Wasser ansammelt, so ist es bei dieser Construction von ganz besonderer Wichtigkeit, dass die Wände absolut wasserdicht hergestellt werden, damit nicht etwa unter den Tunnelboden gestaute Waaren vom durchleckenden Wasser leiden.

Bei sorgfältiger Ausführung wird daher der Tunnel, nachdem seine Zugangsöffnung im Maschinenraumsschott durch die dort stets vorhandene wasserdicht schliessende Thür abgesperrt ist, ganz mit Wasser gefüllt, um ihn auf seine Dichtigkeit zu prüfen.

Bei Schiffen mit Doppelboden kann der Tunnel gewöhnlich unmittelbar auf der Tankdecke stehen, da letztere immer wesentlich höher liegt, als die Oberkante der Bodenwrangen in Schiffen ohne Doppelboden.

Der Tunnel ist, wie schon erwähnt, vom Maschinenraume aus durch eine Oeffnung in dem hinteren Schott desselben zugänglich. Diese Oeffnung wird gewöhnlich so angeordnet, dass sie dem Condensatordeckel gegenüber liegt, wodurch es möglich wird, die Condensatorrohre bei nothwendig werdenden Reparaturen in den Tunnel hineinziehen zu können. Zu diesem Zwecke muss aber die Tunnelthür so weit von dem Wellenmittel entfernt angebracht werden, dass sie nicht mehr innerhalb des Tunnelprofils fällt, und deshalb muss letzteres da, wo es sich an das hintere Maschinenraumschott anschliesst, entsprechend nach der Seite des Condensators zu verbreitert werden. Da ferner das sogenannte Drucklager häufig auch innerhalb des Tunnels unmittelbar hinter dem erwähnten Schott aufgestellt wird, und da seine Basis grösser als diejenige der übrigen Tunnellager zu sein pflegt, so ist auch hier eine etwas grössere Distanz zwischen Wellenmittel und Tunnelwand erforderlich. Es müssen also beide Tunnelwände etwas über das eigentliche Tunnelprofil hinausgerückt werden. Diesen Bedingungen wird in der Weise genügt, dass man an das hintere Maschinenraumschott anschliessend eine Vorkammer für den Tunnel anbaut, wie das aus Fig. 1 und 3 auf Taf. XIII deutlich ersichtlich ist. Die längsschiffs liegende Dimension der Kammer richtet sich entweder nach der Distanz, bis zu welcher die Condensatorrohre beim Herausziehen in die Tunnelkammer hineinreichen, oder nach der Länge und Aufstellung des Drucklagers. — Hat das Schiff einen Doppelboden, so lässt man die Tunnelkammer gleichfalls unmittelbar auf der Tankdecke ruhen; bei Dampfern ohne Doppelboden legt man jedoch den wasserdichten Fussboden der Tunnelkammer gern etwas höher als die Oberkante der Bodenwrangen, um den Bilgeraum an dieser Stelle zugänglich zu erhalten. Ist ein Trägerkielschwein vorhanden, so kann man den Fussboden am besten in gleicher Höhe mit dessen Oberkante legen.

Mag die Construction der Tunnelkammer sein, welche sie wolle, immer muss die Maschinenwelle durch das hintere Maschinenraum-

schott wasserdicht hindurchgeführt werden, was in der Weise geschieht, dass eine aus zwei Theilen bestehende Stopfbüchse an dem Schott angebracht wird, wie das schon früher auf S. 54 erwähnt wurde. Auf die Construction dieser Stopfbüchse selbst braucht hier nicht näher eingegangen zu werden, da dieselbe dem Maschinenbauer überlassen werden muss; Fig. 4 und 5 auf Taf. XIII geben übrigens ein hinreichend klares Bild davon.

Die im hinteren Maschinenraumschott befindliche Zugangsöffnung zum Tunnel wird, wie schon mehrfach angedeutet, immer mit einer wasserdicht schliessenden Thür versehen. Dieselbe wird gewöhnlich als ein grosser, durch eine nach dem Oberdeck führende Schraubenspindel vertical bewegbarer, gusseiserner Schieber ausgeführt.

Unterhalb der Ladeluken wird der Tunnel an seiner oberen Seite mit Planken aus hartem Holze von 5 bis $7\frac{1}{2}$ cm Dicke bekleidet, um eine Beschädigung der Tunnelbeplattung durch etwa herabfallende schwere Gegenstände zu vermeiden. Die einzelnen Planken werden mit Hilfe von Mutterschrauben, ähnlich wie die Decksplanken auf einem eisernen Deck, an der Tunnelbeplattung befestigt. Selbstverständlich müssen die einzelnen Schrauben gut im Innern des Tunnels verpackt werden, damit die Wasserdichtigkeit desselben nicht in Frage gestellt wird. Diese Art der Befestigung hat jedoch den Nachtheil, dass eine grosse Anzahl von Schraubenlöchern in dem Tunnel angebracht werden muss, weshalb man vielfach eine andere Methode vorzieht. Dieselbe besteht darin, dass man etwas unterhalb der Stelle, wo die obere Ab- rundung des Tunnels in die verticale Wand übergeht, an jeder Seite desselben ein horizontales Winkeleisen anbringt, gegen welches die Planken stossen. In Abständen von circa 1 m werden dann Bänder aus Flacheisen über die Planken gelegt und an ihren Enden durch mehrere Niete mit dem verticalen Theile der Tunnelwand verbunden. Die Planken sind also in ähnlicher Weise wie die Dauben eines Fasses durch Reifen zusammengehalten. Die erwähnten Bänder können dann noch mit Löchern versehen werden, um die einzelnen Planken durch Holzschrauben mit versenkten Köpfen befestigen zu können.

Bei kleineren, zur Passagierfahrt bestimmten Schraubendampfern kommt der Wellentunnel gewöhnlich in Wegfall, da der Kajüten-Fussboden hier meistens in einer sehr geringen Entfernung über dem Wellenmittel angeordnet werden muss. Gewöhnlich werden hier in dem erwähnten Fussboden nur einige Luken unmittelbar über den Wellenlagern angebracht, um es zu ermöglichen, diese Lager beaufsichtigen und schmieren zu können.

Bei Zweischraubenschiffen, mit Ausnahme sehr kleiner, sind naturgemäss auch zwei Wellentunnel erforderlich, die im Allgemeinen ähnlich construirt sind, wie bei den Dampfern mit nur einer Schraube. Der Tunnelquerschnitt wird immer so angeordnet, dass sich der für das Entlanggehen erforderliche Raum auf der inneren Seite, von der Welle aus gerechnet, befindet. Es geht dies deutlich aus den Querschnittszeichnungen hervor, die auf Taf. XXXIII und XXXIV dargestellt sind und sich auf den der Hamburg-Amerika-Linie gehörigen Dampfer „Patricia“ beziehen. Aus Fig 1 auf Taf. XXXIV, die den Querschnitt auf Spant 45 des genannten Dampfers darstellt, ist die Anordnung der beiden Tunnel klar ersichtlich. Bei Spant 29 (vergl. Taf. XXXIII) geht der eigentliche Tunnel zu Ende, indem er sich an das dort befindliche Querschott anschliesst. Weiter nach hinten zu liegt die Welle in einem Raume, der oben durch ein wasserdichtes Deck und nach der von der Schiffsmittle abgewendeten Seite durch die Schiffswand abgeschlossen wird. Nur die innere Tunnelwand setzt sich noch bis zu Spant 22 fort. Nach hinten ist der Raum durch das Stopfbüchenschott auf Spant 18 begrenzt, dessen Ansicht gleichfalls auf Taf. XXXIII dargestellt ist. Die Anordnung hat also viel Aehnliches mit der bei den Dampfern mit nur einer Schraube üblichen.

Wie aus dem in Fig. 2, Taf. XXXIII, dargestellten Grundrisse hervorgeht, ist vor dem Stopfbüchenschott, genau in der Mittellinie des Schiffes, ein Längsschott angeordnet, das die beiden Tunnelräume wasserdicht voneinander trennt, so dass, wenn sich der eine Tunnel durch irgend einen Unfall mit Wasser füllen sollte, der andere noch zugänglich bleibt. Um jedoch die Beaufsichtigung der Tunnelwellen durch das Maschinenpersonal zu erleichtern, wird häufig, wie auch in der Zeichnung angedeutet, in dem erwähnten Längsschott eine wasserdichte Thür (in Fig. 2 mit **T** bezeichnet) angeordnet. Der wachhabende Maschinist kann dann, behufs Untersuchung der Wellenleitung, in dem einen Tunnel nach hinten gehen und durch die erwähnte wasserdichte Thür durch den andern Tunnel nach dem Maschinenraume zurück gelangen.

Die Räume sowohl, die sich zwischen jedem Tunnel und der äusseren Schiffswand befinden, als auch der Raum, der zwischen den beiden Tunneln liegt, sind zum Verstauen von Ladung sehr unbequem gelegen. Es ist das ein grosser Uebelstand aller mit zwei Schrauben versehenen Frachtdampfer. — Bei solchen Zweischraubenschiffen, die ein grosses Quantum Frischwasser mitzuführen haben, also z. B.

bei den atlantischen Passagierdampfern, werden deshalb bisweilen die erwähnten Räume neben oder zwischen den Tunneln nach oben durch ein wasserdichtes Deck abgeschlossen, um auf diese Weise feste Tanks zur Aufnahme von Frischwasser zu erhalten. Durch eine solche Anordnung lässt sich der Raum in einer sehr vortheilhaften Weise ausnutzen.

Bei kleineren Zweischraubenschiffen ist es gewöhnlich unmöglich oder doch unzweckmässig, zwei voneinander getrennte Tunnel anzuordnen, da sie sehr nahe aneinander liegen würden. Man wendet in solchen Fällen daher meistens einen gemeinschaftlichen Tunnel an oder man bringt in geeigneter Höhe über den Wellen ein wasserdichtes Deck an, so dass der ganze unterhalb dieses Decks liegende Raum gewissermassen den Tunnel bildet.

C. Tunnel- und Drucklagerböcke.

Die Welle, welche in Schraubenschiffen die Kraft der Maschine auf die Schraube überträgt, die sogenannte Tunnelwelle, muss in geeigneten Abständen durch Lager innerhalb des Tunnels unterstützt werden, zu welchem Zwecke passend geformte **Lagerstühle** oder **Lagerböcke** anzubringen sind. Ihre Beanspruchung ist unter gewöhnlichen Verhältnissen eine geringe, denn sie haben nur das Gewicht der Welle zu tragen und müssen nur noch die etwa auftretenden seitlichen Vibrationen, die aber nicht von Belang sind, aufnehmen.

Der Lagerbock wird gewöhnlich als ein rechteckiger Kasten von Blech und Winkleisen in den Tunnel so eingebaut, dass die eine Seite desselben von der Tunnelwand selbst gebildet wird. Der oberen horizontalen Platte giebt man eine beträchtliche Dicke, da auf derselben das gusseiserne Lager durch Schrauben befestigt wird. Um das Durchbiegen dieser Platten zu vermeiden, wird bei grossen Schiffen in der Regel noch genau unter dem Wellenmittel eine längsschiffs liegende Stützplatte angebracht, die sich bis auf das Kielschwein fortsetzt. In Fig. 6 und 7 auf Taf. XXIV ist diese Anordnung für einen unmittelbar auf den Bodenwrangen stehenden Tunnel dargestellt. — Bei Schiffen mit Doppelboden steht der Lagerbock unmittelbar auf der Doppelbodendecke.

Das vorderste Lager der sich unmittelbar an die Kurbelwelle

anschliessenden Transmissionswelle ist meistens das sogenannte **Drucklager**, welches dazu bestimmt ist, den von der Schraube ausgeübten und auf die Welle übertragenen, nach vorwärts gerichteten Druck aufzunehmen. Ausser denselben Beanspruchungen, welchen die gewöhnlichen Tunnellager ausgesetzt sind, muss daher der Drucklagerbock namentlich auch geeignet sein, einem längsschiffs gerichteten Schub widerstehen zu können. Die Construction desselben ist im Allgemeinen ganz dieselbe wie diejenige der bereits beschriebenen Tunnellager, nur ist die obere horizontale Platte wesentlich länger und auch ihre Breite etwas grösser. Gewöhnlich ist das Drucklager, wie schon früher angedeutet, in der Tunnelkammer aufgestellt oder es ist in einer Nische im Maschinenraum-Schott eingebaut, wie in Fig. 1, 2 und 3 auf Taf. XIII dargestellt. In beiden Fällen schliesst sich dieser Lagerbock an eine Seitenwand des betreffenden Raumes an, weshalb man diese gewöhnlich etwas dicker macht, als die übrigen Wände der Tunnelkammer, bezw. der Nische. Der mittleren längsschiffs liegenden verticalen Platte des Lagerbocks fällt die Aufgabe zu, den Schub der Druckwelle aufzunehmen, und deshalb muss dieselbe besonders stark gemacht und durch eine möglichst grosse Anzahl Niete mit dem Kielschwein in Verbindung gebracht werden. — Das Drucklager wird ebenso wie die übrigen Wellenlager behufs einer genaueren Adjustirung nicht unmittelbar auf der oberen horizontalen Platte des Lagerbocks befestigt, sondern man wendet eine ungefähr 20 mm dicke Unterlage von Teakholz an, die leicht bis zur erforderlichen Dicke abgehobelt werden kann. Die Widerstandsfähigkeit des Drucklagers gegen den von der Welle ausgeübten Druck würde bei dieser Befestigungsweise nur auf der in den Auflagerungsflächen vorhandenen Reibung beruhen, wenn nicht geeignete Vorkehrungen getroffen werden, um eine Verschiebung unmöglich zu machen. Es geschieht dies am besten in der Weise, dass man einen starken Winkeleisenrahmen von etwas grösseren Dimensionen, als der Länge und Breite der Fundamentplatte des Drucklagers entspricht, auf die horizontale Deckplatte des Lagerbocks nietet. Der zwischen dem Rahmen und dem Lager bleibende Raum wird mit Teakholz ausgekilt.

Bei Zweischraubenschiffen ist die Construction der Lagerböcke, soweit ein Tunnel vorhanden ist, genau dieselbe wie bei Schiffen mit nur einer Schraube; nur der hinterste Lagerbock, der dem Stopfbüchsen-Schott zunächst liegt, muss gewöhnlich in einer anderen Form hergestellt werden. Er kann meistens nur an den Spanten und der

Aussenhaut befestigt werden, wie das aus dem Querschnitte auf Spant 20, Taf. XXXIII, ersichtlich ist.

D. Die Mastspuren.

Mit dem Ausdrucke **Mastspur** bezeichnet man die zur Unterstützung des Mastes an seinem unteren Ende erforderliche Einrichtung. Dieselbe wird in Schiffen ohne Doppelboden auf der Oberseite des Kielschweins angebracht, und ihre Construction ist daher in der Hauptsache von derjenigen des Kielschweins abhängig. Ausserdem ist hierbei auch darauf Rücksicht zu nehmen, ob es sich um einen eisernen oder hölzernen Mast handelt.

Die Spur für einen eisernen Mast eines mit einem Trägerkielschwein versehenen Schiffes ist in Fig. 10 und 11 auf Taf. XXII dargestellt. Wie aus der Figur ersichtlich, ist auf der Oberseite des Kielschweins eine starke horizontale Platte von beiläufig quadratischer Form angebracht. Zwei seitlich neben dem Kielschwein angeordnete Knieplatten haben den Zweck, den von dem Mastfusse ausgeübten querschiffs gerichteten Druck aufzunehmen und eine Neigung des Kielschweins zu verhindern. Sie sind entweder an der Oberkante der Bodenwrange angelascht oder auf letzterer mit Hilfe von zwei Winkeleisen befestigt, wie das die angezogenen Figuren zeigen. Auf der horizontalen Platte wird ein starker Winkeleisenring, dessen lichter Durchmesser demjenigen des Mastfusses entspricht, vernietet. Der verticale Flansch des Ringes muss je nach dem etwa vorhandenen „Fall“ des Mastes eine entsprechende Neigung erhalten. — Um ein Drehen des Mastes zu vermeiden, befestigt man auf der horizontalen Platte, im Innern des erwähnten Ringes, zwei in der Längsrichtung des Schiffes liegende, Rücken an Rücken genietete Winkeleisen, welche in zwei an dem unteren Ende des eisernen Mastes vorhandene Einschnitte fassen.

Besitzt das Schiff einen Doppelboden, so ist die Anbringung einer besonderen Mastspur nicht erforderlich und der Mast kann hier direct auf der Mittelplatte der Tankdecke ruhen. Da jedoch der Mast gewöhnlich jahrelang nicht aus dem Schiffe genommen wird, so würde der unter demselben befindliche Theil der Tankdecke stark durch Oxydation leiden müssen, was zu einer Leckage im Wasserballasttank führen könnte. Es empfiehlt sich daher, an der betreffenden Stelle

zum Schutze gegen Corrosion eine Doppelungsplatte auf der Tankdecke anzubringen. — Auf dieser Platte befestigt man in gleicher Weise wie bei der vorher beschriebenen Construction einen Winkeleisenring und zwei längsschiffs gerichtete Winkeleisen.

Ist ein eingeschobenes Kielschwein vorhanden, welches zwei Winkeleisen besitzt, deren vertical aneinander genietet Schenkel über die horizontalen Platten vorstehen, so kann der Mastfuss mit den oben erwähnten Einschnitten über diese beiden Winkeleisen hinwegfassen, wodurch die Anbringung besonderer Winkel, welche den Mast am Drehen hindern, überflüssig wird. Die horizontalen, auf den Bodenwrangen liegenden Kielschweinsplatten werden auch hier zum Schutze gegen Corrosion an der oberen Seite mit einer Doppelungsplatte versehen. Auf letztere wird der den Mastfuss umfassende Winkeleisenring genietet, der jedoch hier aus zwei halbkreisförmigen Theilen hergestellt werden muss, weil die über den horizontalen Platten vorstehenden Kielschweins-Winkeleisen ohne Unterbrechung durchlaufen.

Bei Schraubenschiffen können die Hintermasten wegen des Wellentunnels, bezw. der Schraubenwelle nicht bis auf das Kielschwein heruntergeführt werden. Die Mastspur wird daher in diesem Falle auf der oberen Fläche des Tunnels angebracht, der zu diesem Zwecke gehörig versteift werden muss. Es geschieht dies, indem man eine oder zwei nach der oberen Abrundung des Tunnels ausgeschnittene Platten als verticale, sattelförmige Träger quer über dem Tunnel durch Winkeleisen befestigt, wie dass in Fig. 6 und 7 auf Taf. XXIV dargestellt ist. Dieser Träger ist an seiner Innenkante durch Winkeleisen mit der Tunnelbeplattung verbunden, während er an seiner Aussenkante durch einen zweiten Winkel versteift ist. Die horizontale, die eigentliche Mastspur bildende Platte, welche auf der oberen Kante des Trägers angebracht ist, wird noch durch eine längsschiffs liegende verticale Platte unterstützt.

Für hölzerne Masten wandte man früher auch häufig eine hölzerne Mastspur an. Sie bestand im Allgemeinen aus einem starken Stücke Holz, welches auf dem Kielschwein befestigt war. Der mit einem starken Zapfen versehene Mastfuss fasste dann in eine entsprechende Oeffnung der Mastspur. — Diese Methode hatte den grossen Nachtheil, dass die betreffenden Eisentheile, wie überall, wo Holz und Eisen miteinander in Berührung kommen, sehr bald durch Oxydation zu leiden hatten, und deshalb wendet man jetzt auch für hölzerne Masten allgemein eiserne Mastspuren an. Dieselben haben ganz die-

selbe Construction wie diejenigen für eiserne Masten und unterscheiden sich nur dadurch, dass die beiden kurzen Stücke Winkeleisen wegfallen, welche dazu dienen, den eisernen Mast am Drehen zu verhindern, und dass statt des kreisrunden Winkeleisenringes auf der horizontalen Platte der Mastspur ein quadratischer Winkeleisenrahmen befestigt ist, in welchen der entsprechend geformte Fuss des Mastes fasst.

Dreizehntes Kapitel.

Das Ruder.

Bei der ältesten, jetzt aber meistens nur noch bei Segelschiffen und kleineren Dampfern angewendeten Construction, besteht das Ruder aus einem starken, mit Platten bekleideten, schmiedeeisernen Rahmen, der nach oben in den Ruderschaft von kreisrundem Querschnitte ausläuft.

Die üblichste Construction eines **Ruderrahmens** ist in Fig. 8 auf Taf. II dargestellt. Der vordere verticale Theil desselben besitzt, wie schon angedeutet, an seinem oberen Ende, mit welchem er in das Innere des Schiffskörpers hineinragt, einen kreisförmigen Querschnitt, während er unten von rechteckiger Form mit vorn abgerundeter Kante ist. Die querschiffs gerichtete Dimension des hier vorhandenen Querschnitts entspricht ungefähr $1\frac{1}{2}$ mal der Dicke des Kiels, und die längsschiffs gemessene Dimension ist nur um Weniges grösser. An der Vorderkante ist der Rahmen mit mehreren hakenförmigen Zapfen, sogenannten Fingerlingen, versehen, welche in entsprechende, am Hinter- bzw. Ruderstevan angeschweisste Oesen fassen. Am untersten Ende ist noch ein Fusszapfen vorhanden, welcher in einem Vorsprunge des Hinterstevens gelagert ist. — An der Stelle, wo der kreisrunde Querschnitt des vorderen verticalen Theiles des Ruderrahmens in den rechteckigen übergeht (das ist gewöhnlich etwas oberhalb der Wasserlinie), zweigt sich der hintere Theil des Rahmens ab und läuft in einer der Form des Ruders entsprechenden Curve nach dem unteren Ende, wo sich der eben erwähnte Fusszapfen befindet. Die Dicke dieses Theiles des Rahmens verringert sich allmählich nach dem ungefähr in halber Höhe des Ruderblattes liegenden Punkt *a* zu (vergl. Fig. 8 auf Taf. II), so dass er hier nur noch beiläufig den dritten Theil der Dicke besitzt, wie an dem oberen und unteren Ende. Die beiden Theile des Rahmens werden, wie aus der Figur ersichtlich, je nach

der Grösse des Ruders durch eine oder mehrere horizontale Querstege miteinander verbunden. Nachdem das Innere des Rahmens mit genau eingepassten Planken (am besten von Teakholz) ausgefüllt ist, wird jede Seite desselben mit einer Beplattung versehen, welche durch versenkte Niete an der Peripherie und an den Querstegen befestigt ist. — Etwas unterhalb der Stelle, wo der cylindrisch gestaltete, die Achse des Ruders bildende Theil, der sogenannte **Ruderschaft**, in den rechteckigen Querschnitt übergeht (in Fig. 10 auf Taf. II mit *bb* bezeichnet), ist an beiden Seiten ein kleiner Absatz vorhanden, gegen welchen die Oberkante der Beplattung stösst, so dass Ruderrahmen und Aussenseite der Platten eine ununterbrochene Fläche bilden. Gewöhnlich ist ein ähnlicher Absatz auch am unteren Ende des Ruders, dicht oberhalb des Fusszapfens, angebracht. Der Zweck dieser Anordnung besteht nur darin, dem Ruder ein gefälligeres Aussehen zu geben und ist daher ohne Wichtigkeit.

An der hinteren Seite des Ruderrahmens (vergl. Fig. 1 auf Taf. XIX) ist häufig noch eine Oese angeschmiedet, an welcher die „Sorgleinen“ befestigt werden.

Da das Ruder, besonders bei Schraubendampfern, starken Vibrationen ausgesetzt ist, so ist besonders auf eine gute Vernietung der Beplattung des Ruderrahmens Rücksicht zu nehmen. Es hat sich hierbei als zweckmässig erwiesen, den versenkten Nietten einen schwach gewölbten Kopf zu geben und bei grossen Schiffen eine doppelte Nietreihe in dem Rahmen anzuwenden. Wird die Beplattung aus mehreren Stücken hergestellt, so dass in derselben eine horizontale Stossfuge vorhanden ist, so ist letztere bei Schraubenschiffen mit einer starken Lasche zu versehen und dreifach, mindestens aber doppelt zu vernieten, da sich bei einer einfachen Nietung, in Folge der Vibrationen, erfahrungsmässig die Niete schnell lösen und die Stossfuge sich öffnet. Aber selbst bei Aufwendung aller Vorsicht bietet hier eine Lasche immer Anlass zu allerlei Unzuträglichkeiten und deshalb wird in neuerer Zeit die Ruderbeplattung fast stets aus einem Stücke hergestellt. — Manche Baumeister legen die horizontalen Stossfugen der Ruderbeplattung genau auf einen der Querstege, der in diesem Falle wesentlich breiter hergestellt wird, so dass er die erforderlichen Niete aufnehmen kann, durch welche die Platten befestigt sind. Der Quersteg dient also gleichzeitig als Lasche. Diese Construction bietet nicht nur keine besonderen Vortheile, sondern hat noch das Unangenehme, dass der Quersteg eine sehr grosse Breite erhält, da derselbe wenigstens vier Reihen Niete aufnehmen muss.

Das Lösen der Nietung in der Ruderbeplattung ist ein höchst lästiger Uebelstand und bildet hauptsächlich die Veranlassung, dass man in neuerer Zeit die geschmiedeten Ruder durch aus Stahl gegossene mit bestem Erfolge ersetzt. Ein solches Ruder ist in Fig. 1 auf Taf. III dargestellt. Wie aus der Zeichnung ersichtlich, besteht dasselbe aus einem einzigen Stücke, so dass also jede Vernietung vermieden ist. Der vordere verticale Theil, welcher dem Ruderstevan zunächst liegt, besitzt eine Dicke, die ungefähr derjenigen des Ruderstevens gleichkommt (vergl. die Querschnitte *GG* und *HH*). Weiter nach hinten zu nimmt die Dicke jedoch wesentlich ab und beträgt bei dem in unserer Zeichnung dargestellten Ruder an der hinteren Seite nur ungefähr 20 mm. Derartige gegossene Ruder sind schon vielfach angewendet worden und haben sich namentlich auch bei Dampfern gut bewährt.

Für grosse Dampfer wird jetzt gewöhnlich eine Ruderconstruction angewendet, wie sie durch Fig. 4 auf Taf. IV veranschaulicht ist. Das Ruder besteht hier zunächst aus einem Stahlgussstücke, das einer senkrechten Schiene von rechteckigem Querschnitte entspricht. An der Vorderkante sind starke Augen angegossen, die zur Aufnahme der Fingerlings-Bolzen dienen und an der Hinterkante ist eine grössere Anzahl von wagrechten Armen angebracht, an die eine schwere, etwa 20 bis 25 mm dicke Platte, die das eigentliche Ruderblatt bildet, vernietet wird. Wie aus der Zeichnung ersichtlich, sind diese Arme unsymmetrisch zur Mittelebene des Ruders angeordnet (vergleiche den Querschnitt in Fig. 12 auf Taf. IV), und zwar liegen sie immer abwechselnd auf Steuerbord- und Backbordseite, so dass also die das Ruderblatt bildende Platte von beiden Seiten durch die Arme gehalten wird. Die Vernietung der Letzteren mit der Platte wird demnach bei einem Ueberlegen des Ruders kaum nennenswerth in Anspruch genommen.

In ganz ähnlicher Weise ist das in Fig. 1, Taf. V, dargestellte Ruder des der Hamburg-Amerika-Linie gehörigen Dampfers „Deutschland“ construiert; die Arme sind hier jedoch mit Rippen versehen, so dass sie einen Querschnitt von der Form eines liegenden **T** besitzen. Auf diese Weise werden sie besser geeignet, um den von dem Ruder ausgeübten seitlichen Druck widerstehen zu können. Die mit *a—a*, *b—b* u. s. w. bezeichneten Querschnitte lassen die Anordnung der erwähnten Rippen deutlich erkennen. Das Ruderblatt kann hier jedoch nicht aus einer einzigen Platte hergestellt werden, weil seine Abmessungen zu gross sein würden, es ist deshalb in etwa halber Höhe, bei dem mittleren Arme, der einen kreuzförmigen Querschnitt besitzt,

getheilt. Die beiden Theile des Ruderblattes sind, wie aus der Zeichnung hervorgeht, nur durch den mittleren Arm miteinander verbunden. — Der in das Innere des Schiffes reichende Theil des Ruderschafts ist, wie in Fig. 1, Taf. V, durch punktirte Linien angedeutet, hohl (vergl. auch Fig. 4 auf Taf. V). Es wird hiermit bezweckt, dass das Gussstück an dieser Stelle nicht eine poröse Structur erhält, was leicht der Fall sein würde, wenn der betreffende, ungefähr 600 mm Durchmesser haltende Theil massiv hergestellt würde.

Mit Rücksicht auf die Möglichkeit, den erwähnten Dampfer „Deutschland“ im Kriegsfall als Hilfskreuzer zu verwenden, ist die Ruderconstruction eine solche, bei der sowohl das Ruder selbst, als auch der zu seiner Bewegung erforderliche Mechanismus ganz unter Wasser liegt und dadurch vor Beschädigungen durch feindliche Geschosse geschützt ist. Der Ruderschaft muss deshalb auch unter Wasser in das Innere des Schiffes eintreten und durch eine Stopfbüchse abgedichtet werden, um das Eindringen von Wasser zu verhindern. Die Einrichtung der erwähnten Stopfbüchse ist aus den Figuren 4 und 6 auf Taf. V ersichtlich. Unmittelbar über der Stopfbüchse ist ein aus Stahl hergestelltes Gussstück aufgekeilt, das in Fig. 4 im Schnitt und in Fig. 5 in der oberen Ansicht dargestellt ist. Dieses Gussstück bildet das zur Bewegung des Ruders dienende Ruderjoch. Es bildet einen querschiffs liegenden Doppelhebel, der an beiden Enden mit Bolzenlöchern versehen ist, um dort zwei schwere schmiedeeiserne Stangen anfassen lassen zu können, die sich, nahezu parallel zur Symmetrieebene des Schiffes liegend, horizontal nach vorn, bis zum Steuer-Apparate, erstrecken. Durch letztere werden diese Stangen in der Richtung ihrer Längsachse, aber immer im entgegengesetzten Sinne, verschoben, wodurch dann die Bewegung des Ruders entsteht.

Auch mit dem aus Stahl gegossenen Ruderrahmen hat man in vereinzelten Fällen ungünstige Erfahrungen gemacht, indem man wiederholt beobachtet hat, dass der senkrechte Theil ungefähr in halber Höhe und meistens unmittelbar unterhalb einer Oese für die Fingerlingsbolzen, gebrochen war. Wahrscheinlich sind solche Brüche durch die heftigen Vibrationen in horizontaler Richtung, denen das Ruder, namentlich bei Dampfern mit nur einer Schraube, immer ausgesetzt ist, veranlasst; in vielen Fällen mögen aber auch Gussfehler die Ursachen zu der erwähnten Erscheinung gewesen sein. Man hat deshalb in den letzten Jahren vielfach eine Ruderconstruction angewendet, wie sie durch die Fig. 5, 6 und 7 auf Taf. XXXVII veranschaulicht ist und die sich anscheinend gut bewährt.

Ein solches Ruder besteht in der Hauptsache aus einem schmiedeeisernen, senkrechten Schaft *SS* (Fig 5, Taf. XXXVII) von kreisrundem Querschnitte. In den meisten Fällen lässt man den Durchmesser nach unten zu etwas abnehmen, wie das auch in der Zeichnung dargestellt ist. Auf diesen Schaft sind mehrere horizontale, schmiedeeiserne Arme *a, a, a...* warm aufgezogen und aufgekeilt, an denen das Ruderblatt, in ähnlicher Weise wie bei den aus Stahlguss hergestellten Ruderrahmen, durch Niete befestigt wird. An der Vorderseite sind die Arme mit starken Oesen versehen, die zur Aufnahme der Fingerlingsbolzen dienen. Letztere sind in der Zeichnung weggelassen. — Die Construction dürfte aus den Zeichnungen hinlänglich verständlich sein, sodass weitere Erläuterungen nicht erforderlich sind.

Auf der zuerst angezogenen Zeichnung (Fig. 8, Taf. II) waren die Fingerlinge als mit dem Ruderrahmen aus einem Stücke bestehend dargestellt. Diese Construction, die früher die allgemein übliche war, hat den Nachtheil, dass sich nur schwierig eine Abhilfe treffen lässt, wenn sich die Fingerlinge und Ruderösen ausgearbeitet haben, was im Allgemeinen nicht lange Zeit erfordert. Man hilft sich in diesem Falle gewöhnlich durch das Einsetzen einer Stahlbüchse in die Ruderöse oder durch das Aufziehen eines Stahlringes auf den Fingerling. In beiden Fällen werden die betreffenden Theile jedoch sehr geschwächt, und gewöhnlich macht sich nach wiederholten Reparaturen in verhältnissmässig kurzer Zeit die kostspielige Neubeschaffung eines Ruders erforderlich. — Um diesem Uebelstande aus dem Wege zu gehen, wendet man jetzt eine Ruderconstruction an, welche eine bequeme Erneuerung der Fingerlinge zulässt. — Die hierbei erforderliche Einrichtung geht aus Fig. 10 auf Taf. II und aus Fig. 1 auf Taf. XIX näher hervor. Der Ruderrahmen ist an den betreffenden Stellen mit angeschweissten Oesen versehen, in welche, wie dies die Figuren zeigen, die stählernen Fingerlinge mit einem conischen Zapfen eingepasst und durch eine Mutter befestigt sind. Um eine rasche Abnutzung der Fingerlinge und Ruderösen zu verhindern, werden erstere an ihrem cylindrischen Theile mit einem Ueberzuge aus Bronze oder Weissmetall von etwa 8 bis 10 mm Dicke versehen, und die am Hinterstevan angeschweissten Ruderösen erhalten eine Fütterung von Pockholz. Diese in Fig. 1 auf Taf. XXIX in grösserem Maassstabe gezeigte Construction hat sich vorzüglich bewährt, und daher auch rasch allgemeinen Eingang gefunden. — Es muss hierbei bemerkt werden, dass es nicht zulässig ist, den Bronze- bzw. Weissmetallüberzug der Fingerlinge wegzulassen, wie das wohl von

manchen Werften versucht worden ist, weil Stahl oder Schmiedeeisen erfahrungsmässig in Berührung mit Seewasser nicht gut auf Pockholz arbeitet. — Wie aus der Zeichnung ersichtlich, ist die Einrichtung eine derartige, dass die Pockholzbüchse von unten in die Ruderöse eingeschoben werden kann und auch von unten durch eine vorgeschraubte Scheibe am Herausfallen aus der Ruderöse verhindert wird. Würde die Anordnung eine solche sein, bei welcher die Pockholzbüchse von oben eingeschoben werden muss, so würde bei der sich oft wiederholenden Erneuerung derselben jedesmal das sehr umständliche Heben des Ruders erforderlich sein. — Der Metallüberzug des Zapfens ist unten mit einem Boden versehen, um zu vermeiden, dass das Seewasser zwischen die Büchse und den Zapfen dringt, wodurch ein sehr rasches Oxydiren des Zapfens und ein Lockern der Büchse eintreten würde.

Wie aus der Fig. 10 auf Taf. II, und aus Fig. 1 auf Taf. XIX ersichtlich, springen die Augen, in welchen die Fingerlinge befestigt sind, über die Vorderkante des Ruderrahmens vor, so dass letzterer nun nicht mehr, wie bei der älteren Ruderconstruction, seiner ganzen Höhe nach dicht am Hintersteven anliegen kann. Diese Anordnung gewährt den Vortheil, ein bequemes Ausbohren der zur Aufnahme der Fingerlinge bestimmten conischen Löcher mit Hilfe einer Bohrwelle zu gestatten. — Man hat bei dieser Construction den Umstand, dass zwischen Steven und Ruder ein nicht unbeträchtlicher Zwischenraum vorhanden ist, als einen Nachtheil hingestellt, der sich namentlich in einer weniger guten Steuerkraft äussern soll. Um dem vorzubeugen, wird bisweilen die Ruderbeplattung bei dieser Construction nach vorn zu, über den Ruderrahmen hinaus, bis nahe an den Rudersteven, fortgesetzt. Zwischen die beiden vorstehenden Vorderkanten der Ruderbeplattung legt man alsdann eine Eisenschiene von der Dicke des Ruderrahmens und bringt einige durchgehende Niete an.

Wenn sich ein Schiff nach rückwärts bewegt, was namentlich bei Dampfern häufig der Fall ist, so liegt die Gefahr nahe, dass der Mann am Ruder, bezw. die Steuervorrichtung nicht mehr im Stande ist, dem auf das Ruder bei einem Ueberlegen desselben entstehenden Druck widerstehen zu können und dass dasselbe so zur Seite gedrückt wird, bis die Fingerlinge abbrechen. Es wird daher in allen Fällen eine Einrichtung getroffen, welche verhindert, dass das Ruder mehr als etwa 35 bis 40 Grad übergelegt werden kann. Man bringt zu diesem Zwecke häufig an jeder Seite des Ruders, in der Nähe des obersten Fingerlings, einen Ansatz oder Knaggen an, der sich bei

ganz übergelegter Pinne gegen den Steven stützt und so eine weitere Drehung unmöglich macht. — Die Form und Anordnung dieser gewöhnlich mit dem Ausdrucke **Ruderstopper** bezeichneten Knaggen ist verschieden. Bei der in Fig. 9 auf Taf. XXIII im Horizontalschnitt dargestellten Construction, die namentlich bei grösseren Schiffen Anwendung findet, ist das Ruder (in der Figur mit *R* bezeichnet) an jeder Seite mit einem angeschmiedeten keilförmigen Ansatz *a* und *b* versehen, der sich beim Ueberlegen gegen einen anderen an dem Steven befindlichen Ansatz *c* oder *d* anlegt. — Die in Fig. 10 auf Taf. XXIII dargestellte Construction eignet sich mehr für kleinere Fahrzeuge und besteht aus zwei starken, im stumpfen Winkel gebogenen Stücken Eisen *a* und *b* von rechteckigem Querschnitte, welche seitlich am Ruder so befestigt sind, wie das die Figur anschaulich macht. Bei dieser Anordnung braucht der Steven nicht mit Ansätzen versehen zu sein. Bisweilen wird übrigens diese Construction auch dahin abgeändert, dass die den Anschlag bildenden Eisenstücke nicht am Ruder, sondern am Steven vernietet sind. — Eine dritte Construction ist endlich bei dem in Fig. 1 auf Taf. III dargestellten gegossenen Stahlruder angewendet, die namentlich durch den Schnitt *G G* verdeutlicht wird. Eine an der Vorderkante vorhandene und concentrisch mit der Drehungsachse abgerundete Anschwellung des Ruders ist mit zwei Nasen versehen, welche sich beim Ueberlegen gegen zwei geeignet gestaltete Ansätze des Stevens stützen. Diese hier geschilderte Einrichtung ist bei dem in der zuletzt angezogenen Figur dargestellten gegossenen Ruder sogar zweimal vorhanden, einmal in der Nähe der obersten Wasserlinie und ein zweites Mal ziemlich weit unten.

Ogleich die Anwendung eines Ruderstoppers eine sehr allgemeine ist, so hat dieselbe doch ihre grossen Nachtheile, die sogar zum Verluste des Ruders führen können. Wenn nämlich beim Rückwärtsfahren das Schiff mit dem Ruder gegen irgend einen festen Gegenstand stösst, so wird wegen des geringen Abstandes, welchen der Stützpunkt des Ruderstoppers von der Drehungsachse des Ruders hat, oder mit anderen Worten: wegen des ungünstigen Hebelarmes, mit welchem der Druck auf die Stopperknaggen angreift, eine ganz bedeutende Beanspruchung der Fingerlinge eintreten müssen, welche sich leicht bis zum Bruch steigern kann. Ein solcher Unfall, der übrigens auch schon unter Umständen beim schnellen Rückwärtsfahren durch den Wasserdruck allein eintreten kann, hat gewöhnlich das Unbrauchbarwerden des ganzen Ruders zur Folge.

Aus diesem Grunde ist man daher auch in neuerer Zeit immer mehr von der Anbringung dieser Ruderstopper abgekommen. An deren Stelle bringt man gewöhnlich auf Deck zwei starke, aus Winkeleisen und Blech construirte Kniee an, gegen welche der Ruderquadrant oder die Pinne bei ganz übergelegtem Ruder anschlägt. Tritt bei dieser Einrichtung einmal eine übermässige Beanspruchung des Ruders ein, so hat man meistens nur ein Verdrehen des oberen Theiles des Ruderschaftes zu befürchten, das Ruder selbst bleibt aber gewöhnlich noch brauchbar.

In vielen Fällen setzt sich der Schaft des Ruders ununterbrochen bis in das Innere des Schiffes fort, wo er an seinem oberen Ende mit einer Pinne oder mit einem sogenannten Quadranten versehen wird. Um ein Lösen dieser auf den Ruderkopf aufgesteckten Theile zu verhindern, was namentlich durch die starken Erschütterungen bei Schraubenschiffen leicht vorkommen kann, müssen dieselben, wie der technische Ausdruck lautet, „warm aufgezogen“ werden, d. h. das Auge der Pinne oder des Quadranten erhält einen um etwa $\frac{1}{2}$ mm kleineren Durchmesser als derjenige des Ruderkopfes, und um nun die Pinne oder den Quadranten aufstecken zu können, muss das Auge stark erwärmt werden, bis es sich im Durchmesser genügend vergrößert. Beim Erkalten zieht sich das Auge wieder zusammen und sitzt ausserordentlich fest auf dem Ruderkopfe. Wenn nun im Laufe der Zeit eine Reparatur des Ruders nöthig wird, deren Ausführung ein Aushängen desselben erfordert, so ist man selbstverständlich gezwungen, die Pinne zu entfernen, was jedoch, wenn dieselbe warm aufgesetzt war, eine sehr schwierige Arbeit ist. Die Ausführung derselben gelingt nicht immer, und man ist alsdann genöthigt, das Auge der Pinne auseinander zu kreuzen. — Um diesem Uebelstande aus dem Wege zu gehen, stellt man Ruderschaft und Ruder als getrennte Stücke her, die ausserhalb des Schiffes in kurzer Entfernung unter der Gilling durch eine Kuppelung verbunden werden. Die Construction der letzteren ist verschieden. Bei Kriegsschiffen wird die Verbindung häufig in der Weise hergestellt, dass man den oberen Theil des Ruderschaftes, welcher die Pinne trägt, mit seinem unteren, eine sechseckige, etwas conische Form besitzenden Ende in eine an dem Ruderrahmen vorhandene sechseckige Büchse fassen lässt und hierin durch einen Querkeil befestigt. Eine solche Kuppelung ist jedoch sehr kostspielig, da die Anfertigung der sechseckigen Büchse und das Einpassen des Ruderschaftes eine sehr schwierige Arbeit ist.

Bei dem in Fig. 1 auf Taf. III dargestellten gegossenen Ruder ist

die Verbindung mit der oberen Verlängerung des Ruderschaftes durch eine sogenannte Scheibenkuppelung hergestellt, in ganz ähnlicher Weise, wie dies bei den Tunnelwellen in Schraubenschiffen der Fall ist. Beide Theile werden durch sorgfältig in die Kuppelungsflanschen eingepasste Schrauben miteinander verbunden, und um das Torsionsmoment besser zu übertragen, ist in die Stirnfläche des einen Flansches eine Nuthe eingehobelt, in welche eine entsprechend geformte Rippe des andern passt, wie das auch in der Zeichnung angedeutet ist. Statt der Rippe wird vielfach ein horizontaler Keil angewendet, der in entsprechende Nuthen auf den Stirnflächen der Kuppelungsscheiben fasst. Diese Construction besitzt den Vorzug, dass durch ein Bearbeiten der Stirnflächen der Kuppelungsflanschen auf der Drehbank der obere Theil des Ruderschaftes mit der Achse der Fingerlinge genau in eine gerade Linie gebracht werden kann, und sich leichter und solider ausführen lässt, als die vorher beschriebene.

Aehnliche Kuppelungen finden sich auch bei den in Fig. 4 und 8 auf Taf. IV, so wie in Fig. 5, 6 und 7 auf Taf. XXXVII dargestellten Rudern.

Die Einschaltung einer Kuppelung in den Ruderschaft bietet auch noch in anderer Hinsicht eine Erleichterung für das Aushängen des Ruders, wenn sich das Schiff im Dock oder in seichtem Wasser befindet. Da sich nämlich der Ruderschaft noch sehr hoch hinauf in das Innere des Schiffes fortsetzt, so ist das Aushängen nur dann möglich, wenn unter dem Kiel noch hinreichend Raum, bezw. wenn im Dock eine tiefe Grube vorhanden ist, so dass man das Ruder so weit herunterfieren kann, bis der Schaft aus dem Koker kommt. Steht ein derartiges Dock nicht zur Verfügung, so kann das Ruder nur herausgenommen werden, wenn sich das Schiff in sehr tiefem Wasser befindet. Ist hingegen eine Kuppelung angebracht, so kann das Ruder unter allen Umständen und bequem entfernt werden. Die Ruder grösserer Schiffe werden aus diesen Gründen fast ganz allgemein mit einer Kuppelung hergestellt.

Ausser den im Vorhergehenden beschriebenen kommen in vereinzelten Fällen noch andere Ruderconstructions zur Anwendung, von welchen wir nur die wichtigsten besprechen wollen.

Zunächst ist hier das sogenannte Balanceruder zu erwähnen. Es unterscheidet sich von dem gewöhnlichen dadurch, dass seine Drehungsachse nicht mit der Vorderkante der Ruderfläche zusammenfällt, sondern nur um Weniges vor der Mitte der letzteren oder, genauer ausgedrückt, vor dem Schwerpunkte derselben liegt. Auf diese

Weise wird es möglich, dass bei einer Verdrehung des Ruders der Druck auf den hinter der Achse gelegenen Theil nur um eine Kleinigkeit grösser ist, als auf den vorderen Theil, und dass somit nur eine sehr geringe Kraft zur Bewegung des Ruders erforderlich ist. Mit Hilfe dieser Einrichtung ist man daher im Stande, selbst sehr grosse Schiffe ohne Anwendung eines Dampfsteuerapparates zu regieren. — Gelangt diese Ruderconstruction für Schraubenschiffe zur Anwendung, so muss der Ruderstevan ganz in Wegfall kommen, und nur der Kiel setzt sich in Form eines sehr starken Armes bis hinter die Schraube fort, wo er das untere Lager des Balanceruders trägt, während eine zweite Lagerung der Ruderachse dicht unterhalb des Kokers vorhanden ist. — Es braucht wohl nicht besonders erläutert zu werden, dass diese Construction eine wesentlich geringere Widerstandsfähigkeit besitzt und weit leichter Beschädigungen ausgesetzt ist, als ein Ruder gewöhnlicher Art. Namentlich giebt der das untere Lager tragende Arm, der auf eine nicht unbeträchtliche Länge frei nach hinten ragt, Veranlassung zu Bedenken. Nachdem man in neuerer Zeit grosse Fortschritte in der Construction von Dampfsteuer-Apparaten gemacht hat, welche die rasche Bewegung eines Ruders gewöhnlicher Construction ermöglichen, wird daher das Balanceruder nur noch in ganz seltenen Fällen angewendet.

Die Eigenthümlichkeit einer anderen, allerdings auch nur selten angewendeten Ruderconstruction für Schraubendampfer besteht darin, dass das Ruder nicht wie gewöhnlich hinter der Schraube, sondern vor derselben angebracht ist. Das Schiff besitzt in diesem Falle keinen Ruderstevan, sondern nur einen Hinterstevan, der ganz ähnlich wie derjenige eines Räderschiffes construirt ist, mit dem einzigen Unterschiede, dass er mit einem Auge für den Austritt der Schraubenwelle versehen ist. Das Ruder, welches im Allgemeinen ähnlich angeordnet ist, wie bei einem Segel- oder Räderschiffe, ist in der Höhe der Schraubenwelle unterbrochen, so dass es gewissermassen aus zwei Theilen besteht, einem oberhalb der Schraubenwelle und einem unterhalb derselben. Diese beiden Theile sind jedoch an ihrer Vorderkante, also ungefähr in der Drehungsachse, durch ein starkes Auge, welches die Schraubenwelle umfasst, miteinander verbunden. — Wie leicht zu übersehen, ist diese Anordnung jedenfalls nicht so widerstandsfähig und dauerhaft als die gewöhnlich bei Schraubenschiffen angewendete, weil einestheils die Schraube in einer grösseren Entfernung von der Lagerstelle der Schraubenwelle angeordnet ist, letztere also leichter einem Bruch ausgesetzt sein wird, und dann,

weil das Ruder durch die Zweitheilung an Festigkeit verliert. Die Anordnung sichert jedoch eine viel bessere Wirkung der Schraube und ermöglicht daher eine bessere Ausnutzung der Maschinenkraft, als dies bei der gewöhnlichen Construction der Fall zu sein pflegt, wo der durch die Schraube zurückgeschleuderte und gleichzeitig in eine drehende Bewegung versetzte Wasserstrom gegen das Ruder stösst und dadurch am freien Abfluss gehindert wird. Diese Ruderconstruction ist daher vielfach dort mit Erfolg angewendet worden, wo es darauf ankommt, hohe Geschwindigkeiten zu erreichen, wie z. B. bei den Torpedobooten.

Ausser den hier erwähnten giebt es noch eine ganze Reihe anderer Constructionen, die jedoch nur einen untergeordneten Werth besitzen und auf die wir deshalb auch nicht näher eingehen wollen.

Die Bemessung des Durchmessers des Ruderschaftes, welcher erforderlich ist, damit letzterer im Stande ist, das grösste auftretende Torsionsmoment aufnehmen zu können, ist in allen Fällen von besonderer Wichtigkeit. Da man den Maximalausschlagswinkel des Ruders allgemein auf 35 bis 40 Grad feststellt, so hängt das auf den Ruderschaft wirkende Torsionsmoment nur noch von der Fläche des Ruders, dessen Gestalt, bezw. der Entfernung des Schwerpunktes der Ruderfläche von der Drehungsachse und von der Geschwindigkeit des Schiffes ab, und mit Rücksicht auf diese Grössen muss thatsächlich auch der Durchmesser des Ruderschaftes bestimmt werden. — Bezeichnet man die Höhe des Ruders mit a und die Breite mit b , so wird unter gewöhnlichen Verhältnissen und bei ähnlicher Ruderform die Ruderfläche proportional dem Product ab sein. Der auf die Flächeneinheit ausgeübte Druck ist aber auch noch abhängig von dem Quadrat der Geschwindigkeit v (in Knoten ausgedrückt), und demnach muss der auf das ganze Ruder bei einem bestimmten Ausschlagswinkel entwickelte Druck proportional dem Product abv^2 sein. Das Moment findet sich, indem man diesen Werth mit dem Abstand des Schwerpunktes der Ruderfläche von der Drehungsachse, den man als einen Bruchtheil von b ausdrücken kann, multiplicirt, und es ergiebt sich demnach, dass das auf das Ruder wirkende Moment proportional dem Werth ab^2v^2 sein muss. — Da sich der Durchmesser einer auf Verdrehung in Anspruch genommenen Welle nach den Gesetzen der Festigkeit im Verhältniss der dritten Wurzel aus dem wirkenden Moment ändert, so lässt sich der Durchmesser des Ruders stets aus einer Formel bestimmen, welche folgende Gestalt hat:

$$d = \varphi \sqrt[3]{ab^2v^2}$$

und worin φ ein Coëfficient ist, der einestheils den bei der Bestimmung des Wasserdruckes in Rücksicht zu ziehenden Factor und andernteils die Materialfestigkeit enthält. Aus dem Vergleiche der Durchmesser der Ruderschäfte von einer grossen Anzahl von Schiffen ergibt sich der Coëfficient φ zu 1,79 für Metermaass und 0,216 für englisches Maass. Wenn daher folgende Bezeichnung eingeführt wird:

- d = Durchmesser des Ruderschafte in Centimetern oder engl. Zollen,
 a = die Höhe des Ruders in Metern oder englischen Fussen,
 b = die Breite des Ruders in Metern oder englischen Fussen,
 v = die Geschwindigkeit des Schiffes in Knoten,

so ist für Metermaass: $d = 1,79 \sqrt[3]{ab^2v^2}$

und für englisches Maass: $d = 0,216 \sqrt[3]{ab^2v^2}$.

Bei der Feststellung dieser Formeln ist vorausgesetzt, dass das Ruder die gewöhnliche, in unseren Zeichnungen dargestellte Form hat, dass der Maximalausschlagswinkel 40 Grad, dass die Ruderfläche ungefähr $\frac{3}{4} a \cdot b$ und dass die Entfernung des Schwerpunktes von der Drehungsachse beiläufig $\frac{2}{5} b$ beträgt.

Die Classifications-Institute schreiben auch den Durchmesser des Ruderschafte vor und machen denselben, ebenso wie die Stärkeverhältnisse der hauptsächlichsten Bautheile, von den Hauptdimensionen des Schiffes abhängig. Diese Methode basirt auf der Voraussetzung, dass einer gewissen Grösse des Schiffes auch eine bestimmte Ruderfläche entspricht, und dass der Ruderschaft, abgesehen von der durch die Geschwindigkeit des Schiffes bedingten Beanspruchung, auch den bei stürmischem Wetter durch die heftigen Schläge der See hervorgerufenen Kräften widerstehen muss. Der von den Classifications-Instituten gegebene Durchmesser ist daher nur als ein Minimum zu betrachten und sollte auch dann noch beibehalten werden, wenn die oben angeführten Formeln einen geringeren Werth ergeben.

Es bleibt noch Einiges über die Form des Ruders zu sagen. Eine allgemein angenommene Regel existirt hierfür nicht, doch giebt man meistens dem Ruder ungefähr in der Höhe der tief geladenen Wasserlinie die grösste Breite, so dass die Form des hinteren Theils des Ruderrahmens nach unten zu schlanker verläuft als nach oben. Diese Anordnung hat zunächst den Vortheil, dass der auf das untere Ende des Ruders und des Hinterstevens ausgeübte Druck bei gleicher Ruderfläche kleiner wird als in dem Falle, wo das Ruder unten breiter ist. Die seitliche Beanspruchung des Hinterstevens wird demnach auch eine vortheilhaftere. Es ist dies ein Gesichtspunkt, der namentlich bei

Schraubenschiffen Berücksichtigung verdient, weil hier die Versteifung des freiliegenden Ruderstevens schwieriger als bei Segel- oder Räderschiffen ist. Darüber, ob es mit Bezug auf die Steuerkraft bei sonst gleichen Verhältnissen vortheilhafter ist, das Ruder in der Wasserlinie oder weiter unten am breitesten zu machen, sind die Ansichten getheilt. Nach den von der englischen Admiralität und auch vom Verfasser angestellten Versuchen ist der untere Theil der Ruderfläche von wesentlich grösserer Wirkung als der obere Theil. Diese Erscheinung lässt sich wohl dadurch erklären, dass in den unteren Wasserschichten eine geringere Störung durch die Bewegung des Schiffes eintritt, als dies in der Nähe der Oberfläche der Fall ist.

Vierzehntes Kapitel.

Zweischrauben-Schiffe.

Bei den Zweischrauben-Schiffen ist bekanntlich an jeder der beiden Seiten des Hinterstevens eine Schraube angeordnet, deren Welle parallel (oder doch nahezu parallel) mit der Symmetrieebene des Schiffes in ungefähr horizontaler Richtung nach vorn führt, bis sie die Schiffshaut unter einem mehr oder weniger spitzen Winkel durchdringt, um in das Innere des Schiffes einzutreten.

Bei kleineren Dampfern hat der Hinterstevan meistens eine einfache Form und gleicht fast ganz demjenigen eines Räderdampfers oder Segelschiffes; es ist nur noch in einer kurzen Entfernung vor dem Hinterstevan, an jeder Seite ein sogenannter Wellenträger vorhanden, der das kurz vor der Schraube befindliche Wellenlager stützt.

Grössere Dampfer erhalten meistens Hinterstevan aus Stahlguss, die mit zwei seitlich angegossenen Armen, zur Unterstützung der Wellenlager, versehen sind, wie das bereits im zweiten Kapitel ausführlich besprochen worden ist.

Die Wellenlagerung an den Schrauben und die Gestaltung der Durchdringungsstelle der Welle an der Aussenhaut bilden die wesentlichsten Constructions-Details der Zweischrauben-Schiffe.

Die bei kleineren Schiffen gewöhnlich angewendeten Wellenträger (vielfach auch „Wellenböcke“ genannt) sind aus Schmiedeeisen oder aus Stahlguss hergestellt. Sie bestehen in der Hauptsache aus einem starken Auge, welches die Welle umfasst und mit zwei starken Streben versehen ist. Die eine der letzteren läuft gewöhnlich in schräger Richtung nach der Unterkante des Kieles und die andere in einer

zu der ersten Strebe ungefähr rechtwinkligen Richtung nach oben, bis sie die Aussenhaut-Bepflattung trifft, mit welcher sie in geeigneter Weise verbunden ist. Die Befestigung dieser Streben am Schiffskörper erfordert besondere Aufmerksamkeit, weil die durch die Schraube hervorgerufenen Vibrationen diese Verbindung sehr stark beanspruchen und bei Vernachlässigung der peinlichsten Vorsicht bald eine Lockerung der betreffenden Niete bewirken.

Eine der einfachsten Constructions, welche sich für Schiffe von mässig grossen Dimensionen sehr gut eignet, ist in Fig. 2 bis 6 auf Taf. XXIX dargestellt. — Der Querschnitt des horizontalen Schenkels am Hinterstevan hat an der Stelle, wo die unteren Streben der Wellenträger ihren Stützpunkt finden, eine wesentlich grössere Höhe als der Kiel, und dementsprechend ist auch an diesem Punkte die Unterkante des Kielganges beträchtlich aufgezogen, so dass die Seitenflächen des Stevenkniees, je nach Umständen, in einer Höhe von 20 bis 40 und mehr Centimeter frei zu Tage treten. Die unteren Flanschen der Wellenträger sind direct auf diesen Flächen mittels von einer Seite zur andern durchgehender Niete oder Schrauben befestigt, so wie das aus der Zeichnung zu ersehen ist. Würde der Kielgang nicht in der hier soeben angedeuteten Weise aufgezogen sein, so wäre man genöthigt, die Flanschen der Wellenträger auf der Aussenseite der Kielplatten zu befestigen, wodurch Niete erforderlich würden, welche fünf verschiedene Materialsichten miteinander zu vereinigen hätten. Auf diese Weise könnte jedoch niemals eine solide Verbindung entstehen und die Vibration der Schraube würde bald eine Lockerung hervorrufen. Zur Erzielung einer guten Auflagerung der Flanschen der Wellenträger sind dieselben, sowie die Seitenflächen des Stevenkniees, zu hobeln. — Der obere Arm des Wellenträgers erhält eine T-förmige Gestalt und ist mit Hilfe von zwei sehr starken Winkelleisen mit der Aussenhaut verbunden, so wie das aus Fig. 2 auf Taf. XXIX ersichtlich ist. Diese Winkel lässt man bei Schiffen mittlerer Grösse gewöhnlich über zwei Spantendistanzen fassen und ihre Länge beträgt daher beiläufig 1,2 m. Bei kleineren Schiffen begnügt man sich wohl auch mit der halben Länge. An der Befestigungsstelle des Trägerarmes müssen die Spanten gehörig verstärkt werden, um der Beanspruchung durch Vibration widerstehen zu können. Zu diesem Zwecke werden die Spanten, über welche die Befestigungswinkel der Wellenträger fassen, als Rahmenspanten construirt oder in anderer Weise versteift. In unserer Zeichnung ist z. B. die Verstärkung durch starke, eingeschobene Platten und durch Stringerwinkelleisen bewirkt,

welche nach vorn zu in einen Raumstringer übergehen (vergl. Fig. 4, Taf. XXIX). Diese eingeschobenen Platten sind mit Hilfe von starken Winkeleisen an die Aussenhaut in der Weise angeschlossen, dass die betreffenden Niete sowohl durch die Aussenhaut als auch durch die Befestigungswinkel der Wellenträger fassen. Das hintere Ende dieser Verstärkung stösst gegen die Transomplatte und ist mit dieser gut verbunden.

Die Winkel, durch welche der obere Arm des Wellenträgers mit der Aussenhaut verbunden ist, müssen bei grossen Schiffen einen so bedeutenden Querschnitt erhalten, dass sie meistens nicht als gewalzte Stäbe zu erhalten sind. Man sieht sich alsdann genöthigt, dieselben als Schmiedestücke herzustellen, wodurch auch eine grössere Zuverlässigkeit mit Bezug auf Haltbarkeit erzielt wird.

Sehr wichtig ist es, dass die Löcher aller Niete, mittels welcher die Wellenböcke befestigt werden, auf das Genaueste passen. Es empfiehlt sich daher, diese Löcher, nachdem der Wellenträger genau aufgestellt ist, am Platze mit der Hand zu bohren und mittels einer geeignet construirten Reibahle genau passend zu machen. Viele Baumeister ziehen vor, statt der Niete gedrehte und gut eingepasste, mit Muttern versehene Schraubenbolzen von schwach konischer Form anzuwenden, und es hat fast den Anschein, als wenn diese sich weniger leicht lockern, als die gewöhnlich verwendeten Niete von grosser Länge. Welche Construction aber auch angewendet werden möge, unter allen Umständen ist auf diese Verbindung die allergrösste Sorgfalt zu verwenden.

In dem Auge des Wellenträgers ist in ganz ähnlicher Weise wie in dem hinteren Ende des Wellenrohres bei einem gewöhnlichen Schraubendampfer eine mit Pockholz ausgefüllte Bronzebüchse angebracht, welche als Lager für die Schraubenwelle dient.

Die Abdichtung und Lagerung der Welle an der Stelle, wo sie die Aussenhaut des Schiffes durchdringt, ist bei der hier geschilderten Construction mit Hilfe eines grossen, entsprechend geformten Stahlgussstückes ermöglicht. Zwischen den Spanten 8 und 11 ist in die Schiffshaut eine lange ovale Oeffnung eingeschnitten, in welche das Wellenrohr, das mit einem grossen, unter dem erforderlichen Winkel zum Wellenmittel angegossenen Flansch versehen ist, eingepasst wird. Die Peripherie dieses Flansches wird mit der Aussenhaut vernietet, wodurch der wasserdichte Abschluss erzielt wird. — Damit die in das Bereich der genannten ovalen Oeffnung fallenden Spanten nicht gleichzeitig mit der Aussenhaut durchschnitten werden müssen, sind

dieselben, so wie aus Fig. 5 auf Taf. XXIX ersichtlich ist, nach innen ausgebogen. Trotzdem auf diese Weise der Spantquerschnitt voll erhalten bleibt, würde durch die Unterbrechung der Aussenhaut eine Schwächung an der betreffenden Stelle eintreten, die sich namentlich in einer querschiffs gerichteten Deformation äussern würde. Um dem vorzubeugen, bringt man gewöhnlich an dem Vorderende des Durchdringungsrohres ein Querschott an, welches wenigstens bis zum untersten Deck reicht. In unserer Zeichnung (Fig. 3, Taf. XXIX) ist dieses Schott bei Spant 11 angeordnet. Das Durchdringungsrohr ist, um demselben eine gute Stütze zu geben, an dieser Stelle mit einem breiten Flansch versehen, welcher mit dem Schott verschraubt wird. Um die Oeffnung in der Aussenhaut, in welche das Gussstück von aussen eingesetzt wird, nicht unnöthig gross machen zu müssen, lässt man den erwähnten Flansch nicht in gleicher Breite um das Rohr herumlaufen, sondern er wird parallel zu einer rechtwinkelig zur Aussenhaut liegenden Linie abgefacht, wie das Fig. 6 auf Taf. XXIX zeigt. Das in Rede stehende Schott wird übrigens in den meisten Fällen als ein wasserdichtes hergestellt, an welches sich gleichzeitig die Wellentunnel anschliessen. — Um dem Durchdringungsrohr auch noch an seinem hinteren Ende eine Unterstützung zu geben, wird dort bisweilen ein ähnlicher Flansch angeordnet, der mit einem Rahmenspant oder Querschott verschraubt wird.

Das Durchdringungs- oder Wellenrohr ist in ähnlicher Weise wie eine Sternbüchse an seinem vorderen Ende mit einer Stopfbüchse versehen und enthält ausserdem hinten ein mit Pockholz ausgefülltes Metallrohr, welches als Lagerung für die Schraubenwelle dient.

Um den Wellenträger noch besser abzustützen, wird derselbe bisweilen durch ein aus starken Platten geschweisstes Rohr, in welchem die Welle entlang läuft, mit dem hinteren Ende des Durchdringungsrohres verbunden, und zwar ist dieses Stützrohr an beiden Enden mit starken Flanschen versehen, welche mittels Stiftschrauben an den betreffenden Theilen befestigt sind. Auf diese Weise ist das Auge des Wellenträgers nach drei verschiedenen Richtungen hin, welche nahezu rechtwinkelig zu einander liegen, abgesteift, wodurch dessen Lage vollkommen gesichert ist.

Die hier beschriebene Construction eignet sich namentlich für Schiffe von nicht zu grosser Schärfe. Ist die Form eine sehr schlanke, so würde das Durchdringungsrohr, wie leicht begreiflich, eine sehr grosse Länge erhalten, wodurch Schwierigkeiten verschiedener Art entstehen würden.

Für sehr scharfe Schiffe wählt man daher eine andere Construction, welche in Fig. 1 und 2 auf Taf. XXX dargestellt ist.

Das Charakteristische dieser Anordnung besteht darin, dass ein aus Stahlplatten hergestelltes Durchdringungsrohr vorhanden ist, welches in eigenthümlicher Weise in den Schiffskörper eingebaut ist. — Dieses in Fig. 2 auf Taf. XXX deutlich ersichtliche Rohr tritt bei Spant 23, wo ein Querschott angeordnet ist, aus dem Schiffskörper heraus. Um dies zu ermöglichen, sind die vor Spant 27 gelegenen Spanten an der Stelle, wo sich das Rohr befindet, in eigenthümlicher Weise nach aussen gebogen, so wie das auf Taf. XXIX, Spant 29, gezeigt ist. Hinter Spant 27 sind dagegen die Spanten in entsprechender Weise eingezogen (vergl. Spant 21 und 25 auf Taf. XXIX), um dem Durchdringungsrohre den erforderlichen Raum zu gewähren. Die Ebene des Spantes 23 liegt nun in Folge dieser eigenthümlichen Ausbuchtungen der Spanten mit einer Fläche von der Form *abcd* (s. Spant 23 Taf. XXIX) an der Aussenseite der Schiffsoberfläche und das Durchdringungsrohr tritt durch eine in der erwähnten Fläche *abcd* angebrachte kreisrunde Oeffnung in das Innere des Schiffes. Das hintere Ende des Rohres ist bei Spant 17 durch einen schmiedeeisernen Bock, der auf Taf. XXIX, Spant 17, deutlicher dargestellt ist, festgehalten, um der Welle, die andernfalls auf der Entfernung von der Schraube bis zu Spant 23 gar nicht unterstützt sein würde, eine solide Lagerung geben zu können. — Das Durchdringungsrohr behält bis Spant 27, wo es sich mit Hilfe eines Winkeleisenringes an ein Schott oder an ein Rahmenspant anschliesst, seinen Durchmesser ziemlich unverändert bei. Auf der Vorderseite des Schottes bei Spant 27 setzt sich das Rohr jedoch nach vorn zu mit einem wesentlich geringeren Durchmesser fort, um auf diese Weise genügend Raum für die Spanten zwischen der Aussenhaut und dem Rohre zu schaffen. — Der Austritt des Durchdringungsrohres bei Spant 23 bietet manche Schwierigkeiten in Bezug auf den wasserdichten Abschluss der Aussenhaut. Derselbe wird hier durch eine eigenthümlich gestaltete, in der Ebene des Spantes 23 liegende Platte ermöglicht, die in Fig. 7 auf Taf. XXIX in ihrer Ansicht, von hinten aus gesehen, dargestellt ist. Die daneben gezeichneten Schnitte *AA*, *BB* und *CC*, sowie die durch Fig. 7a dargestellte Seitenansicht dürften die Form dieser Abschlussplatte wohl hinreichend klar machen. Die Kante *adc* (Fig. 7, Taf. XXIX) ist nach hinten umgeflanscht, ebenso die Peripherie der Oeffnung *hgib*; dagegen sind die Kanten *aeb* und *bfc* nach vorn zu umgeflanscht. An den Punkten *a*, *c* und *b* gehen daher die beiden Flanschnungen ineinander über und ihre Flächen

liegen annähernd parallel mit der Kiellinie, so dass sie sich an die Aussenhaut anschliessen können.

Wie nun durch diese Platte der Abschluss an der Aussenhaut ermöglicht wird, geht noch näher aus Fig. 2 auf Taf. XXX und Spant 23 auf Taf. XXIX hervor. Selbstverständlich bietet die Herstellung einer so geformten Abschlussplatte, wenn sie aus Eisen oder Stahlblech angefertigt werden soll, nicht unerhebliche Schwierigkeiten. In neuerer Zeit hat man deshalb bei ähnlichen Constructionen diesen Theil aus Stahlguss angefertigt, wodurch auch noch die Anwendung complicirterer, aber besser geeigneter Formen, als sie sich in Schmiedeeisen herstellen lassen, ermöglicht wird.

Einer der grössten Uebelstände der Zweischrauben-Dampfer besteht, namentlich wenn es sich um sehr scharfe Schiffe handelt, in der grossen Länge der ausserhalb des Schiffskörpers frei liegenden Schraubenwellen. Dieselben können hier nur schwer unterstützt werden. Bei der auf Taf. XXX dargestellten Construction hat man diesen Nachtheil dadurch abzuschwächen gesucht, dass man das Wellenrohr ausserhalb des Schiffskörpers nach hinten zu fortgesetzt hat. Die Welle ist somit nur auf der Entfernung von Spant 1 bis 17, die jedoch immer noch ziemlich beträchtlich ist, ohne Unterstützung. Unmittelbar hinter dem Ende des Wellenrohres auf Spant 17 ist eine Kuppelung angeordnet, die mit einer leichten Blechumhüllung bedeckt ist. Der in dem Wellenrohre liegende Theil der Transmissionswelle muss meistens von aussen eingeschoben werden, und deshalb ist es nothwendig, denselben an seinem inneren Ende mit einer abnehmbaren Kuppelung zu versehen. Bei der auf Taf. XXIX dargestellten, einem wirklich ausgeführten Schiffe entnommenen Construction ist die Länge dieses Wellenstückes noch grösser als die Distanz zwischen den zwei Wellenböcken auf Spant 1 und 17, und deshalb lässt sich die Welle nur in der Weise entfernen, dass man sie durch das Lager des hinteren Wellenbockes herauszieht. Das äussere Ende der Welle muss demnach auch mit einer losen Kuppelung versehen sein. Man bedarf also stets eines Docks von wesentlich grösserer Länge, als die des Schiffes selbst, wenn man bei einer Reparatur die Wellen entfernen will. Um diesem Uebelstände zu begegnen, wird die Anordnung auch häufig so getroffen, dass man die im Auge des hinteren Wellenträgers befindliche Metallbüchse mit dem Pockholzfutter nach vor- oder rückwärts aus dem Auge ziehen kann, während die Welle selbst noch an ihrem Platze ist. Letztere gewinnt hierdurch in dem Wellenträger so viel Spielraum, dass man sie mit ihrem Vorderende zur Seite bewegen und dann nach vorn zu

aus dem Auge des Wellenträgers herausziehen kann. In ähnlicher Weise kann dann auch das nächste im Wellenrohre befindliche Wellenstück entfernt werden, nachdem man dasselbe vorher bis in das Auge des Wellenbockes zurückgezogen hat.

Die losen Kuppelungen bieten, wie leicht begreiflich, mancherlei Nachtheile, zumal wenn dieselben, wie in unserer Zeichnung dargestellt, ausserhalb des Schiffskörpers liegen und also der Einwirkung des Seewassers ausgesetzt sind. Namentlich ist das Aufschieben und Entfernen derselben stets eine sehr umständliche Arbeit, die in zuverlässiger Weise nur mit Hilfe einer eigens zu diesem Zwecke construirten hydraulischen Presse bewerkstelligt werden kann, wenn man nicht Gefahr laufen will, dass sich die Kuppelungen bald auf den Wellen lockern.

Wir möchten hier noch die Aufmerksamkeit auf die Befestigung des oberen Schenkels des hintersten Wellenbockes richten. Derselbe stützt sich nicht, wie bei der vorher beschriebenen Anordnung, gegen den oberen Theil der Spanten, sondern ist an einem Vorsprunge des Hinterstevens (in Fig. 1 auf Taf. XXX mit V bezeichnet) befestigt, der in seinem horizontalen Schnitte sich genau der keilartigen Form der Wasserlinien anschliesst und also den Raum zwischen der Aussenhaut-Bepplattung von Backbord- und Steuerbordseite ganz ausfüllt. Die innere Begrenzungslinie des Hinterstevens nimmt demnach eine Form an, wie sie in der Figur durch die punktirte Linie angegeben ist. — Um die Steifigkeit der Construction noch zu erhöhen, lässt man den oben erwähnten Vorsprung V des Hinterstevens in einen horizontalen Flansch auslaufen, welchen man mittels einer oder mehrerer Nietreihen mit einer speciell zu diesem Zwecke in gleicher Höhe angebrachten Raumstringerplatte in Verbindung bringt. Der Hinterstevan wird auf diese Weise daran verhindert, durch die von den Schrauben ausgehenden Erschütterungen eine Vibration anzunehmen, welche einer Drehung um seine verticale Achse entsprechen würde. — Ein Nachtheil dieser Construction besteht darin, dass der Befestigungsflansch des oberen Schenkels des Wellenbockes nicht direct an den Vorsprung des Hinterstevens stösst, sondern von letzterem noch durch die Aussenhaut-Bepplattung getrennt ist, indem durch diese Zwischenlage das feste Anziehen der Befestigungsniete oder Schrauben erschwert wird.

Um diesen Nachtheil zu umgehen, hat man vielfach Steven aus Stahlguss hergestellt und hat dieselben an der Peripherie des mehrfach erwähnten Vorsprunges zur Befestigung des oberen Wellenträgerschenkels mit einem angegossenen Flansch versehen, der mit der Aussenhaut vernietet ist. Die seitlichen Flächen des Stevenvorsprunges sind

also nicht mehr durch die Aussenhautplatten bedeckt, sondern treten frei an die Oberfläche des Schiffskörpers, so dass der Befestigungsflansch an dem oberen Schenkel des Wellenträgers in directe Berührung mit dem Stevenvorsprunge kommt. Auf diese Weise wird eine viel solidere Verbindung ermöglicht. Die seitlichen Flächen des letzteren brauchen in diesem Falle nicht mehr in der Flucht der Schiffsoberfläche zu liegen, sondern können parallel zur Kiellinie angeordnet werden, wodurch das Anpassen der Arme der Wellenträger in ganz erheblicher Weise erleichtert wird.

Um die Schraubenwellen besser zu lagern, als das bei den bisher beschriebenen Constructionen möglich ist, verlegt man nicht selten den eigentlichen Austritt der Welle aus dem Schiffskörper verhältnissmässig weit nach hinten, indem man die um das Wellenrohr herumlaufende Ausbuchtung der Spanten auf eine möglichst grosse Länge nach rückwärts ausdehnt. Man gelangt dann zu einer Construction, wie sie im Horizontalschnitte durch Fig. 1 auf Taf. XXXI, sowie durch die den Spantenplan veranschaulichende Fig. 2 und die Spanten 10, 12, 16, 20 und 26 auf derselben Tafel dargestellt ist. Auch hier finden wir an der Stelle, wo der eigentliche Wellenaustritt erfolgt (in unserer Figur auf Spant 16) ein Querschott angeordnet. Aus der Ansicht dieses Spantes geht hervor, dass dasselbe im Vergleiche mit der vorher besprochenen Construction (Spant 23, Taf. XXIX) eine ganz wesentlich grössere Ausbuchtung hat. Von dem Schott auf Spant 16 setzt sich das Wellenrohr bis nach dem hinteren Wellenbock fort, wodurch derselbe eine sehr wirksame Stütze erhält. Dieser Theil des Wellenrohres ist jedoch noch auf der Strecke von Spant 16 bis Spant 10 mit dem Schiffskörper durch eine aus Platten hergestellte Rippe verbunden, welche auch in der Ansicht des Spantes 10 und 12 auf Taf. XXXI angedeutet ist. Wie aus den diese beiden Spanten darstellenden Figuren ferner hervorgeht, ist das Wellenrohr im Umfange aus zwei Theilen angefertigt, welche durch zwei längsschiffs laufende Winkeleisen und durch Schrauben miteinander verbunden sind. Die äussere Hälfte des Wellenrohres kann daher im Dock immer ohne Schwierigkeiten entfernt werden, so dass man an die Wellenkuppelung gelangen kann.

Es ist nicht zu verkennen, dass diese Construction eine wesentlich solidere Lagerung der Schraubenwelle giebt, als die durch Fig. 1 und 2 auf Taf. XXX dargestellte. Es ist jedoch vielfach das Bedenken laut geworden, die oben erwähnte Verbindungsrippe biete bei der Vorwärtsbewegung des Schiffes dem am Hintertheile entlang

fließenden Wasser einen bedeutenden Widerstand, und man muss wohl gestehen, dass diese Annahme nicht ganz ungerechtfertigt erscheint. — Mit Bezug auf Solidität gebührt dieser Construction jedoch der Vorzug.

Sowohl bei der auf Taf. XXX dargestellten Anordnung, als auch bei der auf Taf. XXXI gezeigten muss im Innern des aus Platten hergestellten Rohres entweder noch ein bronceenes Wellenrohr angebracht, oder es müssen doch grössere metallene, mit Pockholz ausgefüllte Büchsen eingesetzt werden.

Das in Fig. 2 auf Taf. XXX dargestellte innere Wellenrohr ist seiner bedeutenden Länge halber aus zwei Theilen hergestellt, die bei Spant 27 durch eine mit Schraubengewinde versehene Muffe, ähnlich wie Gasrohre, miteinander verschraubt sind. Da das Rohr an dieser Stelle nothgedrungen eine schwache Stelle besitzt, so muss es hier unterstützt werden. Zu diesem Zwecke wird die im Schott auf Spant 27 erforderliche Oeffnung genau auf den äusseren Durchmesser des Wellenrohres ausgebohrt, so dass letzteres, nachdem es an seinen Platz gebracht, in der erwähnten Oeffnung gelagert ist. Die Plattendicke des betreffenden Schottes beträgt in der Nähe der Welle, je nach der Grösse des Schiffes, 15 bis 30 mm.

Da sich die auszubohrende Stelle ziemlich mitten in dem Wellenrohre befindet, so würde sich das Bohrmesser ganz der Beobachtung des Arbeiters entziehen, wenn nicht an der mit *O* bezeichneten Stelle in das äussere Wellenrohr (Fig. 2 auf Taf. XXX) eine ovale Oeffnung von ca. 40 cm Länge und 30 cm Breite eingehauen würde, durch welche man die Bohrmesser während der Arbeit im Auge behalten kann. Nachdem das innere Wellenrohr eingebracht ist, wird diese Oeffnung durch einen mit Hilfe von Stiftschrauben befestigten Deckel wieder wasserdicht geschlossen.

Aehnlich verhält es sich mit der in Fig. 1 auf Taf. XXXI dargestellten Construction. Zwischen Spant 16 und 17 ist hier in das Wellenrohr eine Stahlgussbüchse eingienietet, die zur Aufnahme des inneren, bronceenen Wellenrohres auf den genauen Durchmesser ausgebohrt werden muss. Aus gleichen Gründen, wie vorhin entwickelt, wird hier ebenfalls in das äussere Wellenrohr vor Spant 17 eine grössere Oeffnung eingehauen.

Bei Schiffen von voller Form lässt man häufig den ausserhalb des Schiffskörpers liegenden Theil des Wellenrohres ganz in Wegfall kommen, weil die Wellen hier nicht von so grosser Länge werden und zwischen der Austrittsstelle und dem hinteren Wellenbock

keiner Unterstützung bedürfen. Die Anordnung würde dann im Allgemeinen dieselbe bleiben, wie in Fig. 1 auf Taf. XXXI dargestellt ist, nur käme das über die Länge von Spant 4 bis Spant 16 sich erstreckende äussere Wellenrohr nebst der oben besprochenen Verbindungsrippe gänzlich in Wegfall. Die Welle würde also bei Spant 16 an dem dort befindlichen Schott direct aus dem Schiffe heraustrreten.

Das Schott selbst muss in diesem Falle besonders stark construirt sein, und man verstärkt dasselbe deshalb gewöhnlich noch durch ein Schmiedestück, welches in Form eines Ringes die Welle umfasst. Die Anordnung wird alsdann an der Austrittsstelle eine solche, wie in Fig. 8 und 9 auf Taf. XXIX dargestellt ist.

Die grosse Schwierigkeit in der Detailconstruction eines Zweischrauben-Dampfers besteht, wie schon angedeutet, hauptsächlich in der soliden Lagerung des hinteren Wellenendes. Einmal erfordert es eine sehr gut durchdachte Anordnung der einzelnen Verbandstücke, um dem Hinterschiffe die erforderliche Steifigkeit zu geben, den Erschütterungen durch die Schrauben auf die Dauer zu widerstehen, und dann ist es besonders schwierig, die hinteren Wellenböcke oder Wellenträger so an dem Schiffskörper zu befestigen, dass sich diese Verbindung nicht lockert. Bei Schiffen mit einer Schraube ist die Welle in dem Auge des Hinterstevens, eines grossen, aus einem Stücke bestehenden, schmiedeeisernen Rahmens gelagert, welcher seiner ganzen Höhe nach mit der Aussenhaut vernietet ist; und trotzdem tritt bisweilen eine Lockerung der Verbindung des Schmiedestückes mit dem Schiffskörper ein. Um wieviel leichter muss diese Erscheinung bei dem Wellenträger von Zweischrauben-Schiffen vorkommen. — Es ist das auch derjenige Punkt, welcher seiner Zeit eines der Hauptbedenken gegen die Einführung von Zweischrauben-Schiffen in der nordatlantischen Passagierfahrt gebildet hat. Bis vor etwa 15 Jahren waren es immer nur Kriegsschiffe, welche bei Anwendung einer grossen Maschinenkraft mit zwei Schrauben ausgestattet wurden. Dieselben hatten zwar im Allgemeinen gute Resultate ergeben, da sie aber nur wenig angestrengt wurden und nur selten längere Fahrten mit voller Maschinenkraft unternahmen, so trug man Bedenken, die in den Kriegsmarinen gesammelten Erfahrungen auf den Betrieb mit schnellen Passagierschiffen für transatlantische Reisen anzuwenden.

Die auf die Vervollkommnung der Befestigung der hinteren Wellenböcke Bezug habenden Verbesserungen verdienen daher unsere

volle Aufmerksamkeit. Hierher gehören namentlich die durch die Verwendung von Stahlguss zu den Hintersteven und Wellenböcken ermöglichten Constructionen, welche wir hier in Kürze erläutern wollen.

In Fig. 3, 4, 5 und 6 auf Taf. XXXI ist ein aus Stahlguss hergestellter Hinterstevan eines Zweischrauben-Schiffes dargestellt. Der untere horizontale Schenkel des Stevenkniees, welcher die Verlängerung des Kieles bildet, ist mit zwei starken angegossenen Lappen *aa* versehen, an welche die unteren Schenkel der Wellenböcke gelascht sind. Da die Berührungsflächen einestheils sauber gehobelt werden können, da ferner die Niete verhältnissmässig kurz sind und nur durch zwei Theile fassen, und da endlich kein Hinderniss vorliegt, die erwähnten Lappen genügend gross zu machen, um eine verhältnissmässig bedeutende Anzahl Niete anbringen zu können, so entsteht auf diese Weise eine wesentlich bessere Verbindung, als bei den früher beschriebenen Constructionen. Der Umstand, dass hierbei die Verlaschungsfläche genau parallel zum Kiel gelegt werden kann, erleichtert auch die Montage des Wellenträgers wesentlich. Letzterer, der gleichfalls aus Stahlguss hergestellt ist, unterscheidet sich namentlich in der Art und Weise der Befestigung des oberen Schenkels von den früher beschriebenen Constructionen. Der obere Arm des Wellenträgers endigt nämlich hier nicht an der Aussenhaut, sondern ragt durch eine in derselben befindliche Oeffnung mit einem breiten Lappen in das Innere des Schiffskörpers hinein und ist selbst mit einem besonders zu diesem Zwecke angeordneten Längspannt verbunden. Ein an dem Arm angegossener Flansch ist mit der Aussenhaut-Beplattung vernietet und ermöglicht den wasserdichten Abschluss. Diese Befestigungsweise hat den grossen Vorzug, dass lange, durch 3 und 4 Materialschichten reichende Niete dabei vermieden sind.

Der hier dargestellte Hinterstevan bietet noch einige andere Eigenthümlichkeiten. Zunächst ist zu bemerken, dass ein Theil des Kokers sammt dem erforderlichen Flansch zur Befestigung der Aussenhautplatten mit dem Stevan als ein Gussstück hergestellt ist. Ferner finden wir noch an der Vorderkante zwei angegossene Ansätze, welche dazu dienen, mit den zur Versteifung im Hinterschiffe angeordneten eisernen Decks vernietet zu werden.

Eine andere Construction für die Befestigung des unteren Armes des Wellenträgers ist in Fig. 7, 8 und 9 auf Taf. XXXI dargestellt. — Der aus Stahlguss hergestellte Hinterstevan hat an seinem unteren

horizontalen Schenkel eine eigenthümliche Kröpfung nach oben, die in Fig. 7 mit *aa* bezeichnet ist. An dieser Stelle ist der Steven mit zwei angegossenen Lappen versehen, so dass die in Fig. 8 dargestellte Schnittfläche in der Linie *SS* die ungefähre Form eines umgekehrten *T* erhält. Die unteren Schenkel der Wellenträger ragen mit ihren Enden, so wie aus Fig. 8 ersichtlich, bei der erwähnten Kröpfung bis unter den Kiel herab, wo sie stumpf gegeneinander stossen. Die Stossfuge ist an der unteren Seite des Kiels noch durch ein Laschstück bedeckt. Die Arme der Wellenträger sind mit dem oben erwähnten Lappen *cc* (Fig. 8) des horizontalen Stevenschenkels verschraubt oder vernietet.

Die Firma Harland & Wolff in Belfast, der wir viele Neuerungen im Schiffbau zu danken haben, hat zuerst eine Construction angewendet, die selbst für die grössten Dampfer eine durchaus zuverlässige Lagerung der Schraubenwellen ermöglicht. Der Hintersteven erhält dabei eine kreuzförmige Gestalt, indem die beiden zur Aufnahme der Wellenlager dienenden Augen durch nahezu horizontal liegende Arme mit dem verticalen Theile des Hinterstevens verbunden werden, wie das schon bei dem durch Fig. 1, 2 und 3 auf Taf. V dargestellten Hintersteven des Dampfers „Deutschland“ gezeigt wurde. Die Form der Spanten, die unmittelbar vor dem Hintersteven liegen, schliessen sich der kreuzförmigen Gestalt des letzteren zunächst möglichst eng an und umfassen auch die Schraubenwellen. Weiter nach vorn zu nehmen die Spanten allmählich ihre gewöhnliche Form an, so dass die Wellen überall ganz innerhalb der Aussenhaut-Bepplattung liegen.

Die ganze Anordnung wird sich am besten an den auf Taf. XXXII bis XXXVII gegebenen Zeichnungen des Dampfers „Patricia“ der Hamburg-Amerika-Linie erläutern lassen.

Fig. 2 auf Taf. XXXIV zeigt zunächst einen Theil des Spantenrisses vom Hinterschiffe des genannten Dampfers, aus der mit Klarheit ersichtlich ist, in welcher eigenthümlichen Weise die Spanten, vom Hintersteven angefangen, ausgebaucht sind. Die auf Taf. XXXIII gegebenen Querschnitte lassen die Detail-Construction der Spanten des Hinterschiffes genau erkennen und Fig. 2 derselben Tafel zeigt einen Horizontalschnitt in der Höhe der Schraubenwellen, aus dem das Weitere ersichtlich ist. Es sind also, wie aus der zuletzt erwähnten Zeichnung hervorgeht, nicht allein die Wellen, sondern auch die Wellenrohre ganz von der Aussenhaut umschlossen.

Diese Ausbauchungen der Spanten bedingen, dass von Spant 5 bis etwa zu Spant 22 die Aussenhaut eine horizontale Rippe an jeder Seite des Hinterschiffs bildet, die das Ganze ausserordentlich versteift.

Da ferner die Aussenhaut mit den horizontalen Armen des Hinterstevens und mit den Wellenaugen vernietet oder verschraubt sind, so sind die letzteren nach jeder Richtung in der zuverlässigsten Weise unterstützt.

Der Hinterstevan hat auch hier ungefähr dieselbe Form, wie der auf Taf. V dargestellte des Dampfers „Deutschland“, nur bildet er noch unterhalb der Spanten 6 und 7 (vergl. Fig. 1, Taf. XXXIII) einen trapezförmigen Rahmen, dessen freie Oeffnung durch eine Platte ausgefüllt ist, wie das auch aus der Zeichnung des Spant 6 auf Taf. XXXIII ersichtlich ist. Der Grund für diese Anordnung besteht darin, dass man die Spanten 6, 7 und 8 nicht bis auf den eigentlichen Kiel herunterreichen lassen will, weil andernfalls der Raum zwischen den Aussenhautplatten von Backbord und Steuerbord zu eng werden würde, um Niete einzubringen und zuverlässig zu vernieten.

Ein Uebelstand aller Zweischrauben-Dampfer besteht darin, dass die Enden der in der äusseren Stellung befindlichen Schraubenflügel ziemlich weit am Schiffskörper hervorrageu und daher leicht durch andere neben den betreffenden Dampfern liegende Fahrzeuge oder durch Quaimauern beschädigt werden können. Um diese Gefahr zu verringern, hat zuerst die Firma Harland & Wolff in Belfast eine solche Anordnung getroffen, bei der die Propellerschrauben nicht genau nebeneinander liegen, bei der sich vielmehr die eine Schraube um eine kleine Strecke vor der anderen befindet. Die beiden Wellenmittel können dann, wenn man sich die von den Flügeln beschriebenen Kreisflächen etwas überdecken lässt, um ein beträchtliches Stück näher aneinander gerückt werden, so dass die Schraubenflügel nicht mehr soweit als sonst am Schiffskörper vorstehen. Dieses Ueberdecken, oder wie man sich gewöhnlich ausdrückt, Ueberlappen der Schraubenflügel, ist natürlich nur dann möglich, wenn sich die Schrauben hinter dem eigentlichen Hinterstevan befinden, und da man ausserdem auch für einen geeigneten Stützpunkt des Ruders sorgen muss, so gelangt man bei den Zweischrauben-Dampfern mit sich gegenseitig überlappenden Schrauben zu einer Form des Hinterstevens, wie bei einem Dampfer mit nur einer Schraube. Wir haben also hier gewissermaassen wieder einen Hinterstevan und einen Ruderstevan, die zu einem Rahmen verschmolzen sind, und die Flügel der beiden Schrauben schlagen zum Theile in die Oeffnung des Rahmens.

Vielfach ist die untere, horizontale Sohle des erwähnten Rahmens ganz weggelassen und man kommt dann zu einer Form des Stevens,

wie sie schon durch Fig. 4 bis 7 auf Taf. IV dargestellt wurde. Aus Fig. 6, die den Durchschnitt J J J der horizontalen Arme zeigt, geht hervor, dass das Auge der Steuerbord-Welle beträchtlich weiter nach hinten reicht, als das Auge am Backbord und dass dementsprechend auch die Steuerbord-Schraube weiter nach hinten angeordnet werden kann, als die Backbord-Schraube, wodurch ein Ueberlappen der Flügel möglich wird.

In neuester Zeit hat man jedoch das Ueberlappen der Schraubenflügel wieder aufgegeben, weil hierdurch die Wirkung der Schrauben doch etwas beeinträchtigt zu werden scheint. Man ordnet daher gegenwärtig wieder die Schrauben genau nebeneinanderliegend an, so wie das auch aus Fig. 2 auf Taf. XXXIII hervorgeht. Man behält jedoch trotzdem, wie aus Fig. 1 auf Taf. XXXIII ersichtlich, die rahmenförmige Gestalt des Hinterstevens bei, weil es auf diese Weise doch möglich ist, die Wellenmittel der beiden Schrauben noch etwas näher aneinander zu bringen, als in den Fällen, wo die Schrauben noch vor dem Hinterstevan liegen und wo alsdann noch ein Abstand zwischen den Flügelspitzen und der Aussenhautbeplattung von 150 bis 200 Millimeter und selbst mehr erforderlich ist.

Bei den Schiffen, die keinen rahmenförmigen Hinterstevan besitzen, zeigt sich sehr häufig an den Stellen der Aussenhaut, an denen die Flügelenden im kürzesten Abstände bei der Rotation der Schraube vorüber passiren, ein eigenthümlicher Verschleiss, den man nur auf die Wirkung des mit grosser Gewalt gegen die Platten geschleuderten Wassers zurückführen kann. Wahrscheinlich sind die kleinen im Wasser enthaltenen festen Bestandtheile, als Muscheltheilchen, Sand u. s. w. die Ursache für diese, einem Abschleifen sehr ähnliche Erscheinung. Aus diesem Grunde ist es, wie schon angedeutet, nöthig, die Flügel nie zu dicht an der Aussenhaut vorübergehen zu lassen, und bei grossen Dampfern mit rasch rotirenden Schrauben ist ein Abstand von 200 Millimeter das Minimum. Bei kleinen Dampfern, mit geringer Geschwindigkeit kann man bis auf etwa 100 Millimeter heruntergehen. — Häufig wird die betreffende Stelle der Aussenhaut durch eine aussen aufgenietete Doppelungsplatte geschützt.

In vereinzeltten Fällen kommen auch bei Handelsdampfern, ähnlich wie in neuerer Zeit bei manchen Kriegsschiffen, drei Schrauben zur Anwendung. Die mittlere Schraube ist dann ganz in derselben Weise wie bei Schiffen mit nur einer Schraube, in einem Schraubenrahmen angeordnet. Die beiden anderen Schrauben liegen seitlich

wie bei Zweischrauben-Dampfmaschinen und ihre Wellen sind in der früher beschriebenen Weise durch Wellenböcke gestützt. Die Anordnung ist dabei so, dass die seitlichen Schrauben etwa um eine dem Schraubendurchmesser entsprechende Strecke vor der mittleren Schraube liegen. Meistens erhalten auch die seitlichen Schrauben einen etwas kleineren Durchmesser als die mittlere.

Fünfzehntes Kapitel.

Die verschiedenen Schiffsgattungen.

Bei den eisernen Schiffen und namentlich bei den Dampfern haben sich im Laufe der Jahre verschiedene Hauptformen herausgebildet, welche sich durch die Art der Decksaufbauten und Einrichtung des Oberdecks, sowie durch die Anordnung, Anzahl, Construction und Stärke der Decks voneinander unterscheiden und mit verschiedenen Namen belegt werden.

Mit Rücksicht auf die Anordnung und Einrichtung des Oberdecks und der Decksaufbauten unterscheidet man folgende Hauptgattungen:

- a) Glattdeck-(Flushdeck-)Schiffe,
- b) Quarterdeck-Schiffe,
- c) Schiffe mit Poopdeck.

Ausserdem gehören hierher noch alle Formen, welche durch die gleichzeitige Anwendung eines sogenannten Brückendecks und einer Back denkbar sind, denen man aber gewöhnlich keine besondere Bezeichnung giebt.

Mit Bezug auf die Anzahl, Construction und Stärke der Decks unterscheidet man dagegen folgende Arten:

1. Schiffe mit einem oder zwei Decks,
2. Dreideck-Schiffe,
3. Sturmdeck-Schiffe, auch Hurricanedeck- oder Awningdeck-Schiffe genannt,
4. Spardeck-Schiffe.

Da bei einzelnen der hier aufgeführten Schiffsgattungen der Hauptunterschied in der Vertheilung der Materialstärken auf einige besonders wichtige Bautheile besteht (vergl. S. 169), so soll hier, ehe wir auf die Besprechung der genannten Schiffsgattungen selbst über-

gehen, eine kurze Erläuterung gegeben werden, in welcher Weise man in der Praxis die Materialstärken eines Schiffes bestimmt. — Es sind hierfür fast ausschliesslich die Bauvorschriften der Classifications-Institute maassgebend. Dieselben haben, gestützt auf die während einer langen Reihe von Jahren gesammelten Erfahrungen, bestimmte Regeln aufgestellt, nach welchen sich die Stärken der wichtigsten Bestandtheile eines Schiffes aus dessen Hauptdimensionen, nämlich Länge, Breite und Tiefe allein oder in Verbindung mit dem Umfange des Hauptspantes, ermitteln lassen. — Die Regeln aller Classifications-Institute stimmen darin überein, dass sie zunächst für jedes Schiff die Feststellung von zwei bestimmten Zahlen aus den oben erwähnten Elementen vorschreiben. Die eine dieser Zahlen hängt nur von der Breite und Tiefe des Schiffes, bezw. von dem Umfange des Hauptspantes ab und bildet die Grundlage für die Abmessungen der Querverbände, nämlich der Spanten, Bodenwrangen, Schotte u. s. w.; die andere grössere Zahl ist dagegen von allen drei Hauptdimensionen abhängig und bildet den Maassstab für die Längsverbände, also namentlich für die Aussenhaut, Kiel, Kielschweine, Stringer u. s. w.

Es wird genügen, wenn wir hier nur auf die Bestimmungen der erwähnten Zahlen beim Germanischen Lloyd, Brittischen Lloyd und beim Bureau Veritas als diejenigen Classifications-Institute näher eingehen, die für die deutsche Handelsmarine allein in Betracht kommen.

Bezeichnet man mit L die Länge des Schiffes in der Wasserlinie, mit B die grösste Breite des Hauptspantes, mit H die Höhe des Hauptspantes von Oberkante des Hauptdeckbalkens bis zur Oberkante des Kiels, und mit U den Umfang des Hauptspantes von der Unterkante der Hauptdeckstringerplatte auf der einen Seite bis zu dem entsprechenden Punkt auf der anderen Seite des Hauptspantes, so finden sich die erwähnten Classifications-Zahlen oder Leitnummern nach folgenden Formeln:

a) Nach den Vorschriften des Germanischen Lloyd:

Kleine Nummer zur Bestimmung der Querverbände =

$$\frac{U + B}{2}$$

Grosse Nummer zur Bestimmung der Längsverbände =

$$L \left(\frac{U + B}{2} \right).$$

b) Nach den Vorschriften des Britischen Lloyd:

Kleine Nummer zur Bestimmung der Querverbände =

$$\frac{B}{2} + H + \frac{U}{2}$$

Grosse Nummer zur Bestimmung der Längsverbände =

$$\left(\frac{B}{2} + H + \frac{U}{2}\right)L.$$

c) Nach den Vorschriften des Bureau Veritas:

Kleine Nummer zur Bestimmung der Querverbände =

$$B + H$$

Grosse Nummer zur Bestimmung der Längsverbände =

$$L \cdot B \cdot H.$$

Es ist hierbei noch zu erwähnen, dass die Länge beim Germanischen Lloyd von der Hinterkante des Vorderstevens bis zur Vorderkante des Hinterstevens in der Wasserlinie gemessen wird, während nach den Vorschriften des Bureau Veritas die Länge zwischen denselben Punkten in Ein- und Zweideck-Schiffen auf dem Oberdeck und in Schiffen mit mehr als zwei Decks auf dem zweiten Deck genommen wird. Nach den Bestimmungen des Britischen Lloyd wird hingegen die Länge für Ein-, Zwei-, Drei- und Spardeck-Schiffe auf dem Oberdeck und nur für Awningdeck-(Sturmdeck-)Schiffe auf dem zweiten Deck gemessen. — Als Höhe, oder Tiefe H ist beim Germanischen Lloyd, sowie beim Bureau Veritas das Maass von der Oberkante des Kiels bis zur Oberkante des Hauptdeckbalkens, an der Seite gemessen, zu verstehen. Beim Britischen Lloyd wird hingegen die Höhe von der Oberkante des Kiels bis zur Oberkante des Hauptdeckbalkens in der Mitte des letzteren gemessen, wodurch sich ein um die Grösse der Decksbalken-Bucht grösseres Maass ergibt.

Nachdem in Uebereinstimmung mit den oben angegebenen Formeln die Leitnummern bestimmt worden sind, kann man aus den von den Classifications-Instituten gegebenen Tabellen die Dimensionen der wichtigsten Bautheile ohne Weiteres ablesen. Die Anordnung dieser Tabellen ist eine solche, dass mit der stufenweisen Zunahme der Nummern auch die Materialstärken entsprechend wachsen.

Bei einigen der eingangs erwähnten Schiffsgattungen geschieht jedoch die Bestimmung der Leitnummern in einer etwas abweichenden Weise, die wir bei den in Betracht kommenden Fällen noch besonders erläutern werden.

Neben der Art und Weise der Bestimmung der Classifications-Nummern bilden noch die Stärkeverhältnisse der Oberdecks-Stringer-

platte im Vergleiche mit denen der übrigen Decks, sowie die Anordnung des Scheerganges ein charakteristisches Merkmal für die verschiedenen Schiffsgattungen.

Diese Bemerkungen dürften genügen, um das Verständniss für das Folgende zu ermöglichen.

Glatdeck-Schiffe.

Die einfachste und älteste Form mit Bezug auf die Einrichtung des Oberdecks repräsentiren die Glatdeck- oder Flushdeck-Schiffe. Das Oberdeck läuft hier ununterbrochen über die ganze Länge des Schiffes und ist mit keinerlei Aufbauten, die man als einen zum Schiffskörper selbst gehörigen Theil betrachten müsste, versehen. — Diese Bauart kommt im Allgemeinen selten vor und wird fast nur noch bei den älteren, für den Passagierdienst benutzten Räderdampfern und bei Lustyachten angetroffen, wo man ein möglichst freies, von vorn bis hinten durchlaufendes Deck als eine für die Schönheit des Fahrzeuges unerlässliche Bedingung ansieht.

Ein als Glatdeck-Schiff construirter Räderdampfer ist in Fig. 2 auf Taf. XXXIX dargestellt.

Ueber die Construction der Glatdeck-Schiffe ist verhältnissmässig nur wenig zu sagen. Sofern der Dampfer nur ein oder zwei Decks besitzt, wie in der Figur angegeben, sind die Materialstärken nach den Vorschriften der Classifications-Institute in Uebereinstimmung mit den Nummern festzustellen, welche in der oben angegebenen Weise gefunden werden, indem man die volle Rauntiefe, bezw. den vollen Umfang des Hauptspantes in die Formel einsetzt. Sollte das Schiff jedoch drei Decks haben, so tritt eine Reduction in den Nummern ein, auf welche wir später bei den Dreideck-Schiffen ausführlich zurückkommen werden. Das ein- und zweideckige Glatdeck-Schiff bildet also gewissermaassen den normalen Fall für die Bestimmung der Classifications-Nummern. — Die Stringerplatten des Oberdecks eines solchen Schiffes sind wesentlich breiter und dicker als diejenigen des zweiten Decks, und der oberste Plattengang, der Scheergang, ist hier, wenn es sich nicht um ein Schiff von verhältnissmässig sehr grosser Länge handelt, ungefähr 3 bis 5 mm dicker als die übrigen Platten der Aussenhaut.

Quarterdeck-Schiffe.

Bei Dampfern, die Passagiere und Ladung gleichzeitig befördern sollen, wird gewöhnlich durch die Kajüteneinrichtung im Hinterschiffe sehr viel Raum beansprucht. Der hintere Laderaum würde deshalb im Vergleiche mit dem Vorderraume zu klein sein und das Schiff würde — alle Laderäume mit einer gleichmässigen Ladung gefüllt vorausgesetzt — nothwendiger Weise vorn einen wesentlich grösseren Tiefgang bekommen, als hinten, wenn man nicht Vorkehrungen trafe, um diesen Uebelstand zu beseitigen. Dieses Ziel wird am besten durch ein Höherlegen des Decks auf dem Hinterschiffe erreicht, wodurch das sogenannte erhöhte Quarterdeck (englisch „*raised quarterdeck*“) entsteht. Ein auf diese Weise construirter Räderdampfer ist in Fig. 1 auf Taf. XXXIX dargestellt. Das Deck ist hier ungefähr für das hintere Drittel seiner Länge nur beiläufig 1,25 m (also nicht um eine volle Deckshöhe, und dies ist das Charakteristische) erhöht. Das unter dem Quarterdeck liegende zweite Deck, bezw. der Kajütenfussboden, kann dann um ebensoviel gehoben werden, wodurch derselbe vermöge der hier stark ausfallenden Form der Schiffswände eine wesentlich grössere Breite erhält. Dieser Umstand ist für Passagierdampfer von besonderer Wichtigkeit und bildet einen der Hauptvzüge der Quarterdeck-Construction, weil auf diese Weise wesentlich besser geeignete Räume für die Salons und die Passagierkammern gewonnen werden, als es ohne Quarterdeck möglich sein würde.

Bei Schraubenschiffen liegt noch ein anderer Grund vor, welcher die Anordnung eines erhöhten Quarterdecks wünschenswerth erscheinen lässt. Bei diesen Schiffen wird nämlich dem hinteren Laderaume durch den dort befindlichen Wellentunnel ein nicht unbeträchtlicher Theil seines Cubikinhaltes entzogen. Es ist daher bei Schraubenschiffen mit glattem Deck eine gewöhnliche Erscheinung, dass ein Theil des vorderen Laderaums, bei einer Beladung mit gleichartigen Gütern, leer bleiben muss, um das Schiff auf horizontalen Kiel zu legen, d. h. mit anderen Worten: der hintere Laderaum ist zu klein. Da jedoch die Höhe der Hafengebühren nach dem Tonnengehalt, d. h. dem Cubikinhalte der Laderäume bemessen wird, so ist es für den Rheder von grossem pecuniären Interesse, dass er sein Schiff mit Gütern von gewöhnlicher Schwere in allen seinen Theilen voll be-

laden kann, dass also kein leerer Raum übrig bleibt, denn für diesen würde er ebenfalls die Abgaben zu bezahlen haben, ohne dass er aus demselben einen Nutzen ziehen kann.

Wenn der Vorderraum nicht durch einen ungewöhnlich grossen Sprung in der Deckslinie übermässig gross gemacht ist, so genügt in den meisten Fällen eine Erhöhung des Quarterdecks um 0,9 bis 1,25 m, um ein solches Verhältniss zwischen Hinter- und Vorderraum zu erzielen, dass das Schiff bei ganz gefüllten Laderäumen auf nahezu ebenem Kiel liegt.

Bei solchen Schraubenschiffen, welche ausschliesslich zur Frachtfahrt construirt sind, ist es daher auch nicht gut möglich, von dem unter dem Quarterdeck befindlichen Raume einen Theil für die Unterbringung der Mannschaft abgeben zu können, da hierdurch das Gleichgewichtsverhältniss sofort wieder zerstört würde. Es ist daher üblich, unmittelbar vor dem Quarterdeck für eine Länge, welche diejenige des Maschinen- und Kesselraumes nur um Weniges überschreitet, einen Aufbau in der vollen Breite des Schiffes anzuordnen, in welchem die erforderlichen Räume für den Kapitän, die Officiere und die Maschinisten eingerichtet werden. Dieser Aufbau wird allgemein mit dem Namen „Brückendeck“ belegt. Bisweilen wird auch der Ausdruck „Brückenhaus“ gebraucht; letzterer kann jedoch zu Verwechslungen Veranlassung geben, denn wir haben es hier nicht mit einem auf Deck aufgebauten Deckshause zu thun, sondern mit einem zum Schiffskörper selbst gehörigen Theile, der durch ein besonderes Deck, das Brückendeck, geschlossen ist. Unter Brückenhaus würde man richtiger ein auf Deck aufgebautes Haus von wesentlich geringerer Breite als das Deck verstehen, auf welchem die Commandobrücke angeordnet ist.

Diese mit einem Quarter- und Brückendeck versehenen Dampfer sind fast stets am Vordertheile des Schiffes mit einem anderen Ueberbau von voller Deckshöhe versehen, in welchem das sogenannte Mannschaftslogis, d. h. die Wohnräume für die Matrosen und Heizer eingerichtet sind. Ein derartiger Ueberbau wird mit dem Namen „Back“ (englisch „*Fore castle*“) belegt. — Ein mit einem Quarter- und Brückendeck, sowie mit einer Back versehener Dampfer nimmt eine Gestalt an, wie sie in Fig. 5 auf Taf. XXXVIII dargestellt ist. — Es ist dies ein für Dampfer mittlerer Grösse sehr gebräuchlicher Typus, den man gemeinhin mit dem Namen „Quarterdeck-Schiff“ oder „Quarterdeck-Dampfer“ bezeichnet.

Indem wir zur Besprechung der Detailconstructions dieser

Schiffsgattung übergehen, müssen wir gleich auf einen grossen Mangel, der diesen Schiffen mit Bezug auf eine zweckmässige Anordnung der Verbände anhaftet, aufmerksam machen. Schon ein flüchtiger Blick auf die in Fig. 4 und 5 auf Taf. XXXVIII dargestellten Quarterdeck-Schiffe lehrt uns, dass der Oberdeckstringer, der ja einer der wichtigsten Bautheile ist, nicht ununterbrochen über die ganze Länge des Schiffes läuft, sondern bei dem Anfangspunkte des Quarterdecks durchschnitten ist. Die Springerplatte des eigentlichen Oberdecks (zum Unterschiede von dem Quarterdeck auch bisweilen „Hauptdeck“, englisch „Maindeck“, genannt) kann in seiner vollen Breite nach hinten zu nur bis zu dem sogenannten Frontschott des Quarterdecks laufen, d. h. bis zu dem Punkte, wo letzteres beginnt; von da ab wird die Breite des Stringers vermindert, bis er etwa am siebenten bis achten Spant hinter dem Frontschott ganz aufhört. — Auf dem Quarterdeck wird eine Stringerplatte von gleichen Dimensionen angebracht, deren Breite vom Frontschott nach vorn zu auf eine Entfernung von etwa vier bis fünf Spantendistanzen allmählich bis auf Null verringert wird. Die Stringerplatten des Hauptdecks und des Quarterdecks überfassen sich also auf eine Entfernung von beiläufig elf bis dreizehn Spantendistanzen. Der Hauptdeckstringer wird hinter dem Frontschott auf an den Spanten angebrachten Knieplatten befestigt, da hier keine Balken mehr vorhanden sind, und wird mit der Aussenhaut durch kurze, von Spant zu Spant reichende Winkeleisen verbunden.

Die Quarterdeck-Stringerplatte wird auf der Strecke, um welche sie sich noch vor das Frontschott erstreckt, entweder mit der Schanzkleidplatte oder mit der Seitenbeplattung des Brückendecks vernietet. Der Scheergang, der mit Bezug auf das Vorderdeck, bezw. Hauptdeck in üblicher Weise angeordnet ist, läuft ununterbrochen bis nach hinten. Am Quarterdeck bildet er also nicht mehr den obersten Plattengang.

Besondere Aufmerksamkeit ist auf die Construction des sogenannten Frontschottes zu richten, wenn dasselbe frei liegt, oder mit anderen Worten, wenn kein Brückendeck vorhanden ist. Setzt sich dieses Schott nicht weiter nach unten fort, wie auch in Fig. 1 auf Taf. XXXIX angenommen, und ist kein eisernes Deck vorhanden, was allerdings nur bei sehr kleinen Schiffen der Fall sein wird, so ist an dessen Unterkante jedenfalls ein Decksbalken anzubringen, der noch in horizontaler Richtung durch eine Platte, welche gleichzeitig die Auflagerungsfläche für die Decksplanken des Hauptdecks abgiebt, zu versteifen ist. Das Schott ist in verticaler Richtung in

Entfernungen von höchstens 0,75 m durch Winkeleisen, von der gleichen Stärke wie diejenige der Hauptspanten, zu versteifen.

Da der Oberdeckstringer in der Nähe des Frontschottes unterbrochen ist, so würde hier nothgedrungen mit Bezug auf die Längsschiffsfestigkeit ein schwacher Punkt vorhanden sein, wenn nicht in geeigneter Weise hiergegen Vorsorge getroffen würde. Es geschieht dies in der Weise, dass der Scheergang auf ungefähr zwei Plattenlängen vor und hinter dem Frontschott dicker gewählt oder verdoppelt wird. Ferner werden die Schanzkleidplatten, bezw. die Seitenbeplattung des Brückendecks vor dem Frontschott und die Seitenbeplattung unmittelbar hinter demselben gleichfalls von wesentlich grösserer Dicke hergestellt, und bisweilen wird auch der unter dem Scheergange befindliche Gang verstärkt. Die Stösse aller dieser verstärkten Platten werden dreifach vernietet, und die Laschen um $1\frac{1}{2}$ mm dicker gemacht, als die Platten, welche sie miteinander verbinden. — Man sucht also den in Folge der Unterbrechung des Oberdeckstringers entstehenden Verlust an Festigkeit durch eine Verstärkung der Aussenhaut zu ersetzen.

Da die Tiefe unter dem Quarterdeck eine grössere ist, als im Vorderschiffe, so wird auch die Anordnung der Querverbände, speciell der Decksbalken, im Hinterschiffe eine andere sein müssen, als im Vorderraume. Während man z. B. bei einem Schiffe von nicht zu grosser Tiefe unter dem Hauptdeck im Vorderschiffe keine Raumbalken anzubringen braucht, wird das im Hinterraume möglicher Weise erforderlich sein. Die Classifications-Institute schreiben mit Rücksicht hierauf vor, dass für die Anordnung der Raumbalken im Hinterraume die Tiefe unter dem Quarterdeck maassgebend sein soll, wenn die Länge desselben mehr als ein Viertel der Schiffslänge beträgt.

Der etwa im Vorderraume vorhandene Raum- oder Seitenstringer wird ununterbrochen bis ganz nach hinten geführt und, wenn erforderlich, werden unter dem Quarterdeck an diesem Stringer die Raumbalken oder die Balken für den Kajütenfussboden angebracht. In manchen Fällen verlängert man auch den Stringer des Hauptdecks noch unter dem Quarterdeck in Form von zwei Rücken an Rücken genieteten Winkeleisen, die mit der Aussenhaut durch eingeschobene Platten verbunden sind und sich bis ganz nach hinten erstrecken.

Die Querschnittsdimensionen der Decksbalken des Quarterdecks sind meistens dieselben wie diejenigen des Hauptdecks.

Die Seitenbeplattung des Quarterdecks oberhalb des Scheerganges wird von gleicher Dicke wie diejenige des übrigen Schiffskörpers gemacht.

Ist das Schiff noch mit einem Brückendeck versehen, so bildet das Frontschott des Quarterdecks auch gleichzeitig das hintere Schott des Brückendecks, und meistens setzt es sich auch noch bis ganz nach unten fort, um den Maschinenraum von dem hinteren Laderaume zu trennen, wie das in Fig. 5 auf Taf. XXXVIII dargestellt ist. Das vordere Querschott des Brückendecks, welches gewöhnlich auch „Frontschott“ genannt wird, muss an der Unterkante gleichfalls auf einem Decksbalken ruhen, und wenn kein eisernes Deck vorhanden ist, so wird in gleicher Weise, wie oben für das Frontschott des Quarterdecks beschrieben, der betreffende Balken durch eine horizontale Platte, welche als Auflagerung der Decksplanken dient, versteift. Bei mangelndem eisernen Deck ist es übrigens noch zweckmässiger, den Balken, auf welchem das Frontschott des Brückendecks steht, mit dem nächsten davor befindlichen durch eine Beplattung zu verbinden. In einer Entfernung von ungefähr 35 bis 40 cm vor dem erwähnten Schott und parallel zu demselben wird alsdann ein Winkeleisen aufgenietet, welches in ähnlicher Weise wie der Rinnsteinwinkel auf der Stringerplatte einestheils einen Stützpunkt für die Decksplanken und andernteils einen Wasserlauf bilden soll, der ebenso, wie das bei der Stringerplatte üblich ist, mit Cement ausgefüllt wird. Die Beplattung des Frontschottes am Brückendeck wird ebenso stark wie die Seitenbeplattung des Schiffskörpers gemacht und wird durch starke, in Entfernungen von höchstens 0,75 m angeordnete Winkeleisen in Verbindung mit Bulbeisen verstärkt. Diese Versteifungswinkel werden durch Knieplatten mit der eisernen Decksbeplattung verbunden. Man wendet überhaupt alle Vorsichtsmaassregeln an, um das Schott gegen den Anprall der See hinreichend widerstandsfähig zu machen. In neuerer Zeit giebt man diesem Schott häufig eine nach vorn um ca. 1 m ausgebuchtete Form. Dies setzt selbstverständlich voraus, dass eine eiserne Beplattung des Hauptdecks vorhanden ist, mit welcher die Unterkante des Schottes durch ein Winkeleisen verbunden werden kann. Der Grund für diese Anordnung ist einestheils die Erzielung eines gefälligeren Aussehens, andernteils glaubt man hierdurch die Gewalt der über das Vordertheil des Schiffes überkommenden Seen etwas zu brechen.

Die Spanten reichen sämmtlich ununterbrochen bis zum Brückendeck hinauf, während die Gegenspanten unterhalb des Hauptdeck-

stringers aufhören. Die Balken des Brückendecks sind von einem leichteren Profile als diejenigen des Haupt- und Quarterdecks und werden bei nicht zu grossen Schiffen aus Wulstwinkeleisen oder aus gewöhnlichem Winkeleisen hergestellt. Die Dicke der Aussenhautplatten des Brückendecks wird etwas geringer gewählt, als diejenige der Seitenbeplattung, und nur nach hinten zu, wo der Anschluss des Quarterdecks stattfindet, macht man die Dicke aus den schon früher angegebenen Gründen wesentlich grösser und vernietet die Stossfugen dreifach. Auf den Balken des Brückendecks werden gleichfalls Stringerplatten und Lukenstringer angeordnet.

Wir hatten schon angedeutet, dass man die Verschwächung des Schiffskörpers durch die Unterbrechung des Oberdeckstringers auszugleichen sucht, indem man den Scheergang und die übrigen in der Nähe der Unterbrechungsstelle liegenden Aussenhautplatten verstärkt. Solange es sich nur um den Ersatz für den Stringerquerschnitt handelt, kann diese Methode wohl noch als einigermaassen ausreichend angesehen werden; wenn die Dimensionen des Schiffes jedoch so gross werden, dass die Classifications-Institute zur Erzielung der nöthigen Längsschiffsfestigkeit bereits ein eisernes Deck vorschreiben, was schon bei einer Länge von ungefähr 76 m oder 250 Fuss der Fall ist, so würde die bei einem Quarterdeck-Schiffe nothwendige Unterbrechung des eisernen Decks eine so grosse Verschwächung bedingen, welche nur schwer ausgeglichen werden kann. Die für die Anbringung eines eisernen Decks geltenden Bedingungen würden also gleichzeitig die Grenze für die Schiffsgrosse feststellen, bis zu welcher hinauf die Construction der Quarterdeck-Schiffe zulässig ist. That-sächlich hat man auch diese Grenze bis vor etwa 12 bis 15 Jahren bei dem Bau von Quarterdeck-Schiffen eingehalten. Da sich aber immer mehr das Bedürfniss fühlbar machte, die Dimensionen dieser Schiffsgattung zu vergrössern, so sah man sich genöthigt, eine Construction zu ersinnen, die die durch die Unterbrechung der Decksbeplattung bedingte Verschwächung ausgleicht.

Diesen Zweck hat man dadurch zu erreichen gesucht, dass man die Beplattung des Hauptdecks von der des Quarterdecks auf etwa 3 bis 5 Spantendistanzen, je nach der Grösse des Schiffes, überfassen lässt, so wie das in Fig. 5 auf Taf. XXXVIII dargestellt ist. Das vordere Ende der Quarterdeck-Beplattung wird alsdann mit dem hinteren Ende der Beplattung des Hauptdecks durch 4 bis 5 senkrechte, parallel zur Schiffsachse liegende Platten, die in den Fig. 5 und 6 mit *a, a* . . bezeichnet sind, verbunden. Durch diese, mit

dem Ausdrucke Diaphragmaplatten bezeichnete Platten können die im Hauptdeck in der Längsrichtung auftretenden Spannungen der Beplattung des Quarterdecks übermittelt werden. Bei jeder dieser Diaphragmaplatten wird auf der Vorderseite des Frontschottes noch eine senkrechte Rippe, die aus einer Platte von 40 bis 50 cm Breite besteht und mit vier Winkeln verstärkt ist, angebracht. Diese Rippen sind unten mit dem Hauptdeck und oben mit der Beplattung des Brückendecks durch Winkel und Knieplatten gut verbunden, um zu bezwecken, dass sich die auftretenden Spannungen auch auf die Beplattung des Brückendecks übertragen können. Diese Construction ist in Fig. 7 auf Taf. XXXVIII in etwas grösserem Maassstab dargestellt. — Ist ein Brückendeck nicht vorhanden, liegt also das Frontschott ganz frei (ein Fall, der nur ganz ausnahmsweise vorkommt), so wird auf der Vorderseite des Frontschottes, statt der erwähnten Rippen, bei jeder Diaphragmaplatte eine starke Knieplatte angebracht, wie das durch Fig. 8 auf Taf. XXXVIII erläutert ist.

Bei grossen Quarterdeck-Schiffen, bei welchen die soeben besprochene Construction zur Anwendung gelangt, wird nicht allein der Scheergang bei dem sogenannten Bruch, am hinteren Ende des Brückendecks verstärkt oder verdoppelt, sondern auch der oberste Gang des Quarterdecks wird an der Stelle, wo er in die Beplattung des Brückendecks übergeht, auf eine Länge von etwa 10 bis 15 Spantendistanzen von grösserer Dicke hergestellt oder verdoppelt. — Trotz aller dieser Vorsichtsmaassregeln machen sich bei diesen Schiffen jedoch bisweilen noch immer Zeichen von Schwäche bemerkbar.

Hat das Quarterdeck im Vergleiche mit der ganzen Schiffslänge nur eine geringe Ausdehnung, so sind die meisten der hier erwähnten Vorkehrungen zur Erreichung einer hinreichenden Festigkeit an dem sogenannten Bruch nicht mehr erforderlich und es genügt ein Verschiessen der Stringerplatten und eine Verstärkung des Scheerganges.

Ueber die Detailconstructions der Back ist nur wenig zu sagen. Die Spanten laufen sämmtlich bis zum Backdeck hinauf, während die Gegenspanten bei kleinen Schiffen bisweilen schon unterhalb des Hauptdeckstringers abschneiden. Der Abschluss nach hinten erfolgt durch ein eisernes Schott, das in etwas geringerem Maasse versteift wird, wie wir das bei dem Frontschott erwähnt haben. Die Decksbalken sind zwar leichter gehalten, als diejenigen des Hauptdecks, aber doch etwas stärker als die des Brückendecks, und sind an ihren Enden mit einer Stringerplatte von ähnlichen Dimensionen bedeckt, wie diejenigen des Brückendecks. Unterhalb des Spills ist eine eiserne

Decksbeplattung angebracht und die Lukenstringer werden in der üblichen Weise angeordnet, wie das schon früher bei der Besprechung der Decks erläutert wurde.

Die Vortheile, welche die Quarterdeck-Schiffe im Allgemeinen, und speciell die in Fig. 5 auf Taf. XXXVIII dargestellte Form mit Brückendeck und Back bieten, bestehen, wie schon angedeutet, darin, dass die Grösse des Hinterraumes zu der des Vorderraumes immer in ein solches Verhältniss gebracht werden kann, um einen zweckmässigen Trimm bei ganz gefüllten Laderäumen zu sichern. Diese Schiffe besitzen daher im Vergleiche zu ihrem Tonnengehalte eine verhältnissmässig günstigere Ladefähigkeit, als Glatdeck-Schiffe, ein Umstand, der namentlich für solche Dampfer wichtig ist, die kurze Reisen machen und also im Laufe des Jahres sehr oft in einen Hafen einlaufen und daselbst Abgaben zu leisten haben. Das in diesen Schiffen vorhandene richtige Verhältniss der Laderäume ist aber hauptsächlich da von besonderem Werthe, wo es sich um eine gleichförmige Ladung handelt, denn bei Gütern von verschiedener Schwere kann man dieselben gewöhnlich so vertheilen, dass keine leeren Räume im Schiffe übrig bleiben. Die Quarterdeck-Schiffe werden sich also namentlich zum Transporte von Getreide, Kohlen u. s. w. eignen.

Als Hauptnachtheil der Quarterdeck-Schiffe mit Brückendeck ist zu erwähnen, dass der zwischen dem Brückendeck und der Back befindliche Raum auf Deck, welcher mit einem festen Schanzkleide umgeben ist, bei schlechtem Wetter durch überkommende Seen oft ganz mit Wasser gefüllt wird und sich dann nur langsam wieder entleert. (Dieser Raum auf dem Vorderdeck wird deshalb auch von den Engländern vielfach der „Well“ genannt.) — Es ist diese Erscheinung erfahrungsmässig vielfach die Ursache für den Verlust derartiger Dampfer geworden und dieselben stehen daher mit Bezug auf Seetüchtigkeit nicht gerade in einem guten Rufe. Um diesem Uebelstande zu steuern, hat man bisweilen bei den Schiffen dieser Gattung das Deck der Back sehr weit nach hinten geführt, so dass zwischen Back- und Brückendeck nur ein verhältnissmässig kurzer Raum offen bleibt. Das Quantum der überbrechenden Wassermassen wird auf diese Weise beträchtlich reducirt. Da man bei dieser Bauart das Backdeck gewöhnlich hinten offen lässt, so entsteht auch kein Raum, welcher vermessen wird und den Tonnengehalt vergrössern könnte.

Für die Bestimmung der Materialstärken durch die Classifications-Institute ist bei den Quarterdeck-Schiffen die unter dem Vorderdeck

oder Hauptdeck gemessene Rauntiefe maassgebend. Die Nummern werden also in der Weise bestimmt, dass man ausser der Länge und Breite des Schiffes die Tiefe unter dem Hauptdeck, bezw. den Umfang des Hauptspantes bis zum Hauptdeckstringer in Rücksicht zieht. Würde man ein Glattdeck-Schiff mit dem gleichen Raumgehalte construiren, so müsste nothgedrungen seine Tiefe etwas grösser gewählt werden, als die des Quarterdeck-Schiffes unter dem Hauptdeck gemessene, was zur Folge haben müsste, dass die Nummern und damit auch die Materialstärken grösser würden. Dieses Verhältniss wird noch durch den Umstand verschlimmert, dass der Raumgehalt eines Glattdeck-Schiffes noch etwas grösser als der eines Quarterdeck-Schiffes sein muss, wenn beide dasselbe Quantum Ladung nehmen sollen; denn wie schon früher erwähnt, wird im Glattdeck-Schiffe immer ein Theil des Raumes im Vorderschiffe unbenutzt bleiben müssen. Aus dem Gesagten geht demnach hervor, dass die Quarterdeck-Schiffe im Vergleiche mit allen anderen Schiffsgattungen bei gleicher Grösse des Laderaums die schwächsten Materialstärken erhalten und folglich das Eigengewicht am kleinsten wird, oder mit anderen Worten, bei gleicher Länge, Breite und Tiefgang wird das Quarterdeck-Schiff das grösste Gewicht tragen.

Wie bereits erwähnt, besteht einer der grössten Nachtheile der Quarterdeck-Schiffe darin, dass sich der zwischen Back- und Brückendeck befindliche Raum, der sogenannte „Well“, durch überbrechende Seen leicht mit Wasser füllt. Man hat diesem Uebelstande, sofern hierbei nur Schiffe von nicht zu grossen Dimensionen in Betracht kommen, auch in der Weise abzuhelpen gesucht, indem man das zwischen dem Brückendeck und der Back befindliche Hauptdeck in gleicher Höhe mit dem hinteren Quarterdeck angeordnet hat. Auf diese Weise entsteht eine Schiffsform, wie sie in Fig. 11 auf Tafel XXXIX dargestellt ist. Die auf diese Weise construirten Fahrzeuge nennt man „Dampfer mit Quarterdeck und erhöhtem Vorderdeck“, oder auch „mit versenktem Brückendeck“.

Das Oberdeck solcher Schiffe ist also nicht nur an dem hinteren Schott des Brückendecks unterbrochen, wie bei den gewöhnlichen Quarterdeck-Schiffen, sondern es findet auch noch eine zweite Unterbrechung an dem vorderen Schott des Brückendecks statt. Die Längsschiffsfestigkeit würde hierdurch sehr beeinträchtigt sein, wenn nicht wirksame Mittel angewendet würden, um diese Verschwächung auszugleichen. Der Scheergang wird hier als oberster Gang an dem Quarterdeck und Vorderdeck angebracht und läuft ununterbrochen

von vorn bis hinten. Für den mittleren Theil seiner Länge ist er verdoppelt oder wesentlich verstärkt. Er kreuzt also das Brückendeck etwa in halber Höhe. Die höhere Anordnung des Scheerganges steigert unter sonst gleichen Verhältnissen schon die Festigkeit des Fahrzeuges; eine weitere Verstärkung wird aber noch dadurch ermöglicht, dass man den Stringer des Vorderdecks durch das Brückendeck hindurch fortsetzt, bis er sich an den Stringer des Quarterdecks anschliesst. Es findet hier also gar keine Unterbrechung des Oberdeckstringers statt, wie wir das bei den einfachen Quarterdeck-Schiffen beobachtet haben. Da man jedoch den Raum unter dem Brückendeck möglichst vortheilhaft ausnützen will, so giebt man hier dem Stringer einen etwas anders gestalteten Querschnitt. Man wählt nämlich die Stringerplatte dicker, aber entsprechend schmaler und verstärkt sie noch so durch Winkel- oder Wulsteisen, bis der Stringer dieselbe Querschnittsfläche hat, wie ausserhalb des Brückendecks. In jedem Falle muss der Stringer innerhalb des Brückendecks durch kurze, zwischen den Spanten angebrachte Winkeleisen mit der Aussenhaut verbunden sein. — Der Stringer des Decks, welches sich unterhalb des Brückendecks befindet, wird nach hinten und vorn in der Form eines Raumstringers fortgesetzt, so dass der Längsverband hierdurch gleichfalls etwas verbessert wird.

Dem erwähnten Vortheile, das Vorderschiff besser gegen überbrechende Seen zu schützen, steht indessen der Nachtheil gegenüber, dass der hintere und vordere Laderaum nicht in ein richtiges Verhältniss zu einander gebracht werden können, wie wir das bereits bei den Glatdeck-Schiffen gesehen haben.

Der Diagonalverband auf dem Oberdeck muss an den beiden Schotten des Brückendecks aufhören, wodurch die Steifigkeit des Fahrzeuges gegen ein Verwinden wesentlich vermindert wird. Es ist dies eins von den gegen diese Construction vorliegenden Bedenken, welchem man gewöhnlich eine zu geringe Bedeutung beimisst. Für grössere Schiffe, die eine Verstärkung durch ein eisernes Oberdeck erfordern, lässt sich diese Construction selbstverständlich nicht anwenden, da die Decks unterbrochen werden müssten.

Für die Bestimmung der Materialstärken nach den Regeln der Classifications-Institute ist bei diesen Schiffen die Tiefe unter dem den Fussboden des Brückendecks bildenden Deck maassgebend, welche in Fig. 11 auf Taf. XXXIX durch die Linie *ab* dargestellt ist. Würde das Schiff kein versenktes Brückendeck haben, so würde es als ein Glatdeck-Schiff betrachtet werden, und in diesem Falle würden die

Materialstärken unter Zugrundelegung der Tiefe *cd* unter dem Oberdeck festgestellt werden müssen. Ein Schiff mit Quarterdeck und erhöhtem Vorderdeck wird also im Allgemeinen leichtere Materialstärken erhalten, als ein Glatdeck-Schiff von gleicher Länge, Breite und gleicher Tiefe unter dem Oberdeck. Die Längsschiffsfestigkeit des Quarterdeck-Schiffes mit erhöhtem Vorderdeck wird also eine geringere sein, und um daher eine übermässige Beanspruchung im Seegange zu vermeiden, muss die Menge der Ladung, welche sie einnehmen, auf ein gewisses Maass beschränkt bleiben. Man schreibt deshalb für dieselben eine Ladelinie vor, welche im Allgemeinen so bemessen wird, dass der Tiefgang und mithin das Displacement nicht grösser wird, als in dem Falle, wo das Schiff als gewöhnliches Quarterdeck-Schiff construirt ist, wo also das Vorderdeck in gleicher Höhe mit dem Fussboden unter dem Brückendeck liegt. Für die Quarterdeck-Schiffe mit erhöhtem Vorderdeck ist demnach ein ziemlich bedeutender Freibord gesichert.

Die Anordnung der Raumstringer und Raumbalken in dem vorderen und hinteren Laderaume richtet sich in Uebereinstimmung mit den Vorschriften der Classifications-Institute nach der unter dem Quarterdeck gemessenen Tiefe. Dieselbe ist bei dieser Schiffsgattung meistens so gross, dass einzelne Raumbalken erforderlich sind; jedoch findet man fast nie ein festes Zwischendeck. Die Stringer der Raumbalken erstrecken sich durch den Maschinen- und Kesselraum hindurch über die ganze Länge des Schiffes.

Die Back ist bei Schiffen dieser Construction gewöhnlich unter das erhöhte Vorderdeck versenkt, so wie das durch Fig. 11 auf Taf. XXXIX dargestellt ist. Das Collisionsschott kann daher hier nicht in gerader Linie bis an das Oberdeck reichen, es erhält vielmehr eine gebrochene Form, wie das aus der Figur ersichtlich ist und wie wir das schon früher bei Besprechung der Schotte auf S. 152 erörtert haben. — Dieser Gegenstand erfordert wohl kaum eine eingehendere Erklärung. Es sei nur noch erwähnt, dass man gewöhnlich die Stringerplatte des erhöhten Vorderdecks noch um ein Stück mit verringerter Breite in das Innere der Back hinein, ja unter Umständen bis an den Steven fortsetzt.

Schiffe mit Poopdeck.

In vielen Fällen ist der durch die Anordnung eines gewöhnlichen Quarterdecks im Hinterschiffe geschaffene Zuwachs an Raum nicht ausreichend, zumal wenn es sich um die Einrichtung einer grösseren Anzahl von Passagierkammern handelt, und man ist alsdann genöthigt, das Oberdeck des Hinterschiffes nicht nur um ungefähr 1 m, wie bei einem Quarterdeck-Schiffe, sondern um eine volle Deckshöhe, d. i. um ca. 2,4 m (8 Fuss) höher zu legen, als im Vorderschiffe. Das Schiff erhält alsdann eine Form, wie auf Taf. XXXIX durch Fig. 4 dargestellt ist. Man hat hier eigentlich ein Schiff mit glattem Deck, dessen hintere Hälfte mit einem zweiten Deck vollständig überbaut ist. Dieser Ueberbau des Hinterschiffes wird mit dem Namen „Poop“ belegt.¹⁾ Derselbe erstreckt sich entweder ununterbrochen vom Hinterende nach vorn zu noch um ein beträchtliches Stück vor dem Kesselraume, wie das auch in der Zeichnung dargestellt ist, und in diesem Falle nennt man ihn „Volle Poop“ (engl. *Full Poop*), oder der Ueberbau hat eine wesentlich geringere Länge, und alsdann bleibt zwischen dem gewöhnlich noch vorhandenen Brückendeck und der Poop noch ein freier Raum, so wie das in Fig. 7 auf Taf. XXXIX dargestellt ist. In beiden Fällen ist ausserdem noch eine Back vorhanden.

Der ganze die Poop bildende Ueberbau wird etwas leichter construirt, als der unter dem Hauptdeck liegende Theil des Schiffskörpers. Die innerhalb der Poop gelegenen Spanten reichen alle bis an den Stringer des Poopdecks, nur die Gegenspanten bleiben unterhalb des Hauptdeckstringers. Die Seitenbeplattung ist meistens nur 8 bis 11 mm dick. Ein eigentlicher Scheergang ist am Poopdeck nicht vorhanden, jedoch pflegt man den obersten Plattengang, mit welchem der Stringerwinkel des Poopdecks vernietet ist, um $1\frac{1}{2}$ mm dicker zu machen, als den darunter liegenden Plattenstrak. Die Decksbalken des Poopdecks sind von einem leichteren Profile, als diejenigen des Hauptdecks und haben dieselben Dimensionen, wie man sie bei Quarterdeck-Schiffen gleicher Grösse für die Brückendecksbalken wählt. Das Poopdeck wird ganz in der üblichen Weise mit einer Stringerplatte,

¹⁾ Ein geeigneter deutscher Ausdruck fehlt uns hierfür.

mit Lukenstringern und Diagonalen versehen; nur sind alle diese Theile etwas leichter gehalten, als die entsprechenden des Hauptdecks.

Sehr häufig giebt man der Poop in den Seitenwänden eine abgerundete Form, indem man die Decksbalken an der Seite in einem grossen Bogen nach unten biegt und unmittelbar mit den Spanten ohne Zuhilfenahme von Knieplatten vernietet. Diese Construction ist durch Fig. 8 auf Taf. XIII dargestellt und erfordert wohl kaum eine nähere Erklärung. Der untere gerade Theil der Beplattung hat meistens dieselbe Höhe wie das Schanzkleid des Vorderschiffes, und da der obere abgerundete Theil gewöhnlich einen Anstrich erhält, der sich in der Farbe von der des eigentlichen Schiffskörpers wesentlich unterscheidet, so kommen auf diese Weise die Linien des Schiffes besser zum Ausdrucke. Das Ganze erhält dadurch ein gefälligeres Aussehen, als in dem Falle, wo die Poop keine abgerundete Form hat.

Das Hauptdeck erstreckt sich bei diesen Schiffen ununterbrochen über die ganze Länge und hierin besteht der grosse Vorzug dieser Construction gegenüber den Quarterdeck-Schiffen. Es liegt demnach auch kein Bedenken vor, dieselbe für grössere Dampfer, die zu ihrer Verstärkung ein eisernes Deck erfordern, zur Anwendung zu bringen.

Die in Fig. 4 auf Taf. XXXIX dargestellte Anordnung hat mit den Quarterdeck-Schiffen den Nachtheil gemein, dass das tief liegende Vorderdeck der Ueberfluthung durch die See besonders stark ausgesetzt ist. Durch diesen Umstand wird auch hier das Frontschott des Poopdecks besonders stark beansprucht und man hat deshalb auf eine entsprechend starke Construction desselben Bedacht zu nehmen. In dem Schanzkleide des Vorderdecks sind, um dem überkommenden Wasser rasch Abfluss zu schaffen, Wasserpforten von genügender Grösse und Anzahl anzubringen.

Das Vordertheil eines Poopdeck-Schiffes ist fast immer mit einer Back versehen, in welcher das Mannschaftslogis angebracht ist. — Um die überkommenden Wassermassen etwas zu vermindern, wird in einzelnen Fällen die Back, ähnlich wie wir bei den Quarterdeck-Schiffen schon andeuteten, sehr weit nach hinten fortgesetzt, so dass zwischen Back und Poop das Vorderdeck nur auf eine Distanz von 5 bis 10 m unbedeckt bleibt. Hierdurch erhält das Vorderschiff einen ganz ausserordentlich wirksamen Schutz und die Seetüchtigkeit des Fahrzeuges wird wesentlich erhöht.

Fig. 7 auf Taf. XXXIX stellt eine Schiffsgattung dar, wie sie vielfach für grössere Frachtdampfer angewendet wird. Die Poop

hat hier eine verhältnissmässig nur geringe Länge und enthält meistens nur die Kammern für den Kapitän und einige Passagiere, während die Officiere und Maschinisten u. s. w. in dem Brückendeck untergebracht sind. Hier ist also die Poop nicht dazu bestimmt, einen Theil der Ladung aufzunehmen, dagegen kann der ganze unter dem Hauptdeck befindliche Schiffsraum mit Gütern gefüllt werden, und in Folge dessen lässt sich in den meisten Fällen der vordere Laderaum fast ganz ausnutzen, ohne den Trimm des Schiffes nachtheilig zu beeinflussen. Wenn auch noch eine gewisse Tendenz vorhanden sein sollte, das Schiff vorn tiefer einzutauchen, so wird dieselbe durch das Gewicht des am hinteren Ende befindlichen Aufbaues nahezu ausgeglichen.

Nach den Regeln der Classifications-Institute werden die Materialstärken für die Poopdeck-Schiffe ganz in derselben Weise bestimmt wie für Glatdeck-Schiffe, d. h. zur Feststellung der Nummern wird nur die Tiefe des Schiffes bis zum Hauptdeck, bezw. der Umfang des Hauptspantes, ohne Berücksichtigung der Poop in Rechnung gezogen. Die Materialstärken bleiben also ganz dieselben, gleichgültig, ob das Schiff mit einer Poop versehen ist oder nicht.

Schiffe mit einem oder zwei Decks.

Indem wir nun zu der Besprechung der verschiedenen Schiffsgattungen, soweit sie sich durch die Anzahl, Construction und Stärke der Decks voneinander unterscheiden, übergehen, werden wir bei den nachfolgenden Betrachtungen zunächst auf etwaige Deckaufbauten gar keine Rücksicht nehmen, sondern setzen voraus, dass das Fahrzeug als Glatdeck-Schiff construirt sei.

Diejenigen Schiffe, welche nur mit einem Deck versehen sind, bilden mit Rücksicht auf den hier in Frage kommenden Gesichtspunkt die einfachste Schiffsgattung. Selbstverständlich können nur Fahrzeuge von geringer Raamtiefe mit nur einem Deck versehen sein.

Ueber die Detailconstruction ist hier nichts Besonderes zu erwähnen. Auf dem Deck sind in der üblichen Weise die Stringerplatten, Lukenstringer und Diagonalen angeordnet, der oberste Platten-gang bildet den Scheergang, und an der Kimm sind, je nach der Grösse des Schiffes, ein oder zwei Kimmstringer angebracht, die aus

zwei Rücken an Rücken genieteten Winkeleisen bestehen, zwischen welchen, je nach Umständen, ein Wulsteisen angebracht ist. — In halber Höhe zwischen Kimm und Deck ist noch ein Raumstringer angebracht, der aus zwei Winkeleisen besteht und bisweilen durch Wulsteisen verstärkt ist. Wird die Raumentiefe eine grössere und überschreitet dieselbe 3,66 m (12 Fuss), so wird der erwähnte Raumstringer bereits durch eine mit der Aussenhaut vernietete Stringerplatte ersetzt, welche auf an den Spanten angebrachten Knieplatten befestigt ist.

Nehmen die Dimensionen des Schiffes noch weiter zu und überschreitet die Raumentiefe 3,96 m (13 Fuss), so wird nach den Regeln der Classifications-Institute die Anbringung einer zweiten Lage Balken erforderlich und das Fahrzeug wird alsdann ein „Zweideck-Schiff“ genannt. In den meisten Fällen, wo kein festes zweites Deck erforderlich ist, begnügt man sich gewöhnlich mit in Entfernungen von acht bis zehn Spantendistanzen angebrachten starken Raumbalken. Unter allen Umständen wird aber auf der zweiten Balkenlage eine Stringerplatte angeordnet, welche durch kurze, von Spant zu Spant reichende Winkeleisen mit der Aussenhaut verbunden ist. Diese Stringerplatte des zweiten Decks ist hier immer von etwas kleineren Querschnittsdimensionen als diejenige des Oberdecks. Das letztere und das zweite Deck sind ausserdem mit den üblichen Diagonalen und Lukenstringern versehen. Ist die zweite Balkenlage jedoch nur durch Raumbalken vertreten, so kommen hier die Diagonalen gewöhnlich in Wegfall.

An der Kimm werden die beiden üblichen Kimmstringer, bezw. ein Kimmkielschwein und ein Kimmstringer angebracht, und nur dann, wenn die ganze Raumentiefe über 6,10 m oder 20 Fuss beträgt, wird zwischen dem oberen Kimmstringer und der zweiten Balkenlage noch ein sogenannter Raumstringer angeordnet, der aus zwei Winkeleisen, nöthigenfalls in Verbindung mit einem Wulsteisen, besteht.

Wenn die Länge des Schiffes im Verhältnisse zu dessen Tiefe bis zum Oberdeck ein gewisses Maass überschreitet (gewöhnlich, wenn die Länge grösser als elf Mal der Tiefe ist), so werden durch die Classifications-Institute sogenannte Extra-Verstärkungen vorgeschrieben, und zwar wachsen dieselben stufenweise, je grösser das Verhältniss von Länge zur Tiefe wird. Sie zerfallen in zwei Gruppen, nämlich in Verstärkungen an dem oberen Theile des Schiffes und in Verstärkungen an der Kimm. Die ersteren bestehen in der Haupt-

sache in einer Vergrösserung der Breite und Dicke der Stringerplatten und in einem Zuschlage zur Dicke des Scheerganges, bezw. in der Verdoppelung desselben, während die Verstärkungen an der Kimm in einer Vergrösserung in der Dicke der Kimmgänge und in der Verstärkung der Kimmkielschweine, Kimmstringer und der Seitenkielschweine durch Wulsteisen oder durch trägerartige Längsverbände bestehen. Der Umstand, ob das Schiff nur ein oder zwei Decks besitzt, bleibt auf diese Extra-Verstärkungen ohne Einfluss.

Die Bestimmung der Materialstärken durch die Classifications-Institute, bezw. die Feststellung der Classifications-Nummern erfolgt bei den Schiffen mit einem und zwei Decks unter Berücksichtigung der ganzen Tiefe bis zum Oberdeck, bezw. des halben Spantenumfanges vom Kiel bis zur Oberdeck-Stringerplatte, so wie wir das am Eingange dieses Kapitels auf S. 298 auseinandergesetzt haben.

Dreideck-Schiffe.

Wenn die Hauptdimensionen eines Schiffes grösser werden und wenn speciell die Tiefe ein gewisses Maass überschreitet und das Schiff wenigstens zwei feste Decks und eine Lage Raumbalken oder an Stelle der letzteren Rahmenspanten besitzt, so ist die Art und Weise der Bestimmung der Nummern eine etwas andere, indem sie um einen bestimmten Betrag vermindert werden.

Nach den Vorschriften des Germanischen Lloyd darf bei Schiffen, die wenigstens 7,32 m (20,4 Fuss engl.) Seitenhöhe, und wenigstens zwei beplankte oder mit Platten belegte Decks haben, die kleine Nummer zur Bestimmung der Querverbände um 6 Procent verringert werden. Die kleine, die sogenannte Quernummer, bestimmt sich dann aus der Formel

$$Q = \frac{U + B}{2} \times 0,94$$

und demgemäss wird auch die Längsnummer entsprechend kleiner.

Beim Britischen Lloyd lauten die Regeln zur Bestimmung der Leitnummern folgendermaassen:

Für Dampfschiffe von wenigstens 17 Fuss (5,18 m) Höhe bis zum zweiten Deck und darüber, welche zwei oder mehr feste Decks und eine Lage Raumbalken oder als Ersatz für letztere Rahmenspanten

und Raumstringer haben, werden die Nummern zur Bemessung der Materialstärken in folgender Weise bestimmt: Die kleine Nummer ergibt sich, indem man von der Summe aus der halben Breite, der Höhe des Schiffes von Oberkante des Kiels bis Oberkante des Oberdecksbalken und dem halben Hauptspants-Umfange bis Oberdeck 7 Fuss abzieht. Die grosse Nummer erhält man, indem man die kleine mit der Schiffslänge multiplicirt.

Beim Bureau Veritas lauten die Regeln zur Bestimmung der Leitnummern für Dreideck-Schiffe folgendermaassen:

Falls ein Dampfschiff, das für die atlantische oder lange Fahrt bestimmt ist, wenigstens zwei feste Decks und drei Balkenlagen hat, so ist bei der Bestimmung der Zahl, nach der sich die Materialstärken richten, 1,06 m (3,5 Fuss engl.) von der ganzen Tiefe in Abzug zu bringen, indessen darf die so reducirte Tiefe nicht kleiner als 5,80 m (19 Fuss engl.) angenommen werden. Beträgt die in der beschriebenen Weise gemessene Tiefe solcher Schiffe weniger als 5,80 m (19 Fuss), so wird die für die Materialstärken maassgebende Zahl durch das Product von Länge, Breite und 5,80 m (resp. 19 Fuss) bestimmt.

Schiffe dieser Art, welche also zwei feste Decks und eine Lage Raumbalken oder auch drei ganze Decks besitzen und bei welchen die Classifications-Nummern in der erwähnten Weise verringert werden, belegt man mit dem Namen „Dreideck-Schiffe“. Wie schon angedeutet, kann auch in gewissen Fällen die dritte Balkenlage in Wegfall kommen, indem man die Raumbalken durch Rahmenspanten oder besonders starke Stringer ersetzt, und selbst dann noch wird das Fahrzeug ein Dreideck-Schiff genannt oder doch wenigstens als ein nach der Dreideck-Regel erbautes Schiff bezeichnet. Man ersieht daraus, dass der charakteristische Unterschied in der Verminderung der Classifications-Nummern, bezw. der Materialstärken besteht.

Sowohl der Germanische als auch der Britische Lloyd und auch das Bureau Veritas machen, wie wir gesehen haben, die Anwendung dieser Reductionen von einer gewissen Minimal-Höhe abhängig. In der Art und Weise, wie diese Bedingung formulirt ist, besteht aber zwischen den genannten Classifications-Instituten ein wesentlicher Unterschied, welchen wir hier kurz erläutern wollen.

Die Materialstärken eines Schiffes, dessen Tiefe z. B. unter dem zweiten Deck nur 16 Fuss oder 4,88 m beträgt, werden nach den Vorschriften des Britischen Lloyd durch die Nummern bestimmt, welche sich aus den Dimensionen des Schiffes ergeben, wenn man die volle Tiefe und den ganzen Spantenumfang bis zum Oberdeck in

Rechnung bringt, oder mit anderen Worten: die Classifications-Nummern werden wie für ein Schiff mit zwei Decks bestimmt. In dem Augenblicke aber, in welchem man die Tiefe desselben Schiffes unter dem zweiten Deck 17 Fuss oder 5,18 m machen und einige Rahmenspanten anbringen würde, können nach den Vorschriften des Brittischen Lloyd die Classifications-Nummern vermindert werden, indem man 7 Fuss von der Summe aus Tiefe, halber Breite und halbem Spantenumfange abzieht. Mithin werden dann auch sämtliche Materialstärken wesentlich kleiner, nämlich nur so stark, wie für ein Schiff, dessen Tiefe bis zum zweiten Deck beiläufig nur $13\frac{1}{2}$ Fuss oder 4,12 m beträgt; denn diese Tiefe entspricht ungefähr derjenigen eines Schiffes, bei welchem die kleine Nummer nach Lloyds nur 7 Fuss kleiner sein würde, als die eines Schiffes von 17 Fuss Tiefe, ohne Rücksicht auf eine Reduction. Wir kommen somit zu dem gewiss überraschenden Resultat, dass unter Umständen die Materialstärken eines grösseren Schiffes geringer sein können, als diejenigen eines kleineren. Erst wenn die Dimensionen beträchtlich über die für die Dreideck-Schiffe gestellte untere Grenze hinausgehen, werden die Materialstärken erst wieder so gross, wie bei einem Schiffe mit zwei Balkenlagen und von gleichen Dimensionen, wie diejenigen, welche der für Dreideck-Schiffe bestimmten Grenze entsprechen.

Das Bureau Veritas hat den Uebergang in der Bestimmung der Nummer für Schiffe mit zwei Decks zu der für Dreideck-Schiffe in einer weniger schroffen Weise herzustellen gesucht. Hier wachsen die Nummern regelmässig entsprechend der Raumbreite unter dem oberen Deck gemessen, bis man bei 5,80 m oder 19 Fuss an der Grenze ankommt, wo der Uebergang für die Bestimmung der Nummer nach der Dreideck-Regel erfolgt. Bei einer weiteren Zunahme der Hauptdimensionen wird jedoch zunächst nur eine Raumbreite von 5,80 m oder 19 Fuss für die Bestimmung der Nummer in Rechnung gezogen. Erst wenn das Fahrzeug eine Raumbreite von beiläufig 6,86 m (ungefähr 22 Fuss) überschreitet, wird zur Bestimmung der Nummer eine grössere Tiefe benutzt, indem dann der Moment eintritt, bei welchem die um 1,06 m verminderte Tiefe unter dem Oberdeck einen grösseren Betrag als 5,80 m oder 19 Fuss ergibt. Es kann also hier nie der Fall vorkommen, dass sich für ein Dreideck-Schiff kleinere Nummern, bzw. Materialstärken ergeben, als für ein Schiff mit zwei Decks von gleichen oder kleineren Hauptdimensionen. Immerhin wird bei Schiffen, deren Raumbreiten innerhalb der

Grenzen von 5,80 m bis ungefähr 6,86 m liegen, das Anwachsen der Nummer etwas langsamer erfolgen, als ausserhalb dieser Grenzen. Dies ist selbstverständlich auch nicht zu rechtfertigen, doch ist das Missverhältniss nicht annähernd so schlimm, als bei dem Britischen Lloyd.

Nach den Vorschriften des Germanischen Lloyd war der Uebergang von Zweideck- zu Dreideck-Schiffen auch, wie beim Britischen Lloyd, mit einer Verringerung der Materialstärken verbunden. Die hierauf bezüglichen Bestimmungen sind erst neuerdings geändert worden.

Ausser der im Vorhergehenden näher beleuchteten Verminderung der Materialstärken besteht ein anderes charakteristisches Merkmal der Dreideck-Schiffe in einer etwas leichteren Construction der Oberdecksbalken. Das Profil der Decksbalken, welches im Allgemeinen von der Schiffsbreite abhängig gemacht wird, ist bei den Zweideck-Schiffen für das Ober- und Zwischendeck ganz gleich, bei den Dreideck-Schiffen sind jedoch die Oberdecksbalken von einem schwächeren Profile, als diejenigen des zweiten Decks. Inwiefern das gerechtfertigt erscheint, ist eigentlich schwer einzusehen, und man kann diese von den Classifications-Instituten allgemein angenommene Regel nur dadurch erklären, dass man voraussetzt, man wolle hierdurch das Obergewicht des Schiffes vermindern, bezw. die Stabilität vergrössern.

Ein weiteres Merkmal der Dreideck-Schiffe besteht noch darin, dass die Stringerplatte des zweiten Decks (hier bisweilen auch Hauptdeck genannt) genau dieselben Querschnittsdimensionen hat, als diejenige des Oberdecks, vorausgesetzt, dass nicht etwa ein eisernes Deck vorhanden ist. Ist ein solches aus Rücksicht für die Festigkeit erforderlich, so ist es an dem Oberdeck anzubringen. Der Scheergang ist ebenso wie bei den Ein- und Zweideck-Schiffen am Oberdeckstringer angebracht. Alle Dreideck-Schiffe müssen ferner, ganz abgesehen von ihren Dimensionen, Seitenkielschweine erhalten.

Der Britische Lloyd stellt es in das Ermessen des Erbauers, ob die für die Festigkeit vorgeschriebene Decksbeplattung am Oberdeck oder am zweiten Deck angebracht wird.

Die Gründe, welche eine derartige Bestimmung als zweckmässig erscheinen lassen, sind in der Hauptsache Sparsamkeits-Rücksichten, die sich in folgender Weise erklären: Wenn das Oberdeck eine eiserne Decksbeplattung erhält, so ist dieselbe, um die Ansammlung von Schwitzwasser an der unteren Seite derselben zu vermeiden, fast ausnahmslos mit einer Holzbeplankung zu versehen. Bei dem zweiten oder

Hauptdeck hat man jedoch eine derartige Vorsichtsmaassregel nicht nöthig, und wenn es sich daher um einen ausschliesslich zur Frachtfahrt verwendeten Dampfer handelt, so stellt man bisweilen das zweite Deck aus Eisen ohne alle Holzbeplankung her, weil sich ein eisernes Deck einerseits dauerhafter und andererseits in den Herstellungskosten billiger als ein aus gewöhnlichen Decksplanken bestehendes erweist. — In den Fällen, wo in der oben erwähnten Weise das zweite Deck aus einer eisernen Beplattung besteht, sehen jedoch einige Classifications-Institute von der Anbringung einer Beplattung am Oberdeck ab. Selbstverständlich wird durch diese veränderte Anordnung die Längsschiffsfestigkeit vermindert, und um dies wenigstens theilweise wieder auszugleichen, werden die Querschnittsdimensionen der Oberdeck-Stringerplatte in solchen Fällen vergrössert. Dies geschieht in der Weise, dass man diese Dimensionen nicht, wie das sonst bei den Dreideck-Schiffen der Fall ist, aus den von den Classifications-Instituten hierfür gegebenen Tabellen nach dem Verhältnisse von Länge zur Tiefe unter dem Oberdeck, sondern nach dem wesentlich grösseren Verhältnisse von Länge zur Tiefe unter dem zweiten Deck bestimmt. — Diese Construction ist deshalb wesentlich wohlfeiler, weil wir hier nur ein gewöhnliches hölzernes Oberdeck (allerdings mit sehr breitem Stringer) und ein eisernes zweites Deck haben, während in dem Falle, wo man die eiserne Beplattung auf dem Oberdeck anbringt, ein vollständiges hölzernes Oberdeck, ein eisernes Oberdeck und ein vollständiges hölzernes zweites Deck erforderlich ist. Bei der ersten Bauart sind also beiläufig die Kosten für ein ganzes hölzernes Deck gespart.

Vom Standpunkte der Festigkeit ist es natürlich immer zu empfehlen, das oberste Deck mit einer eisernen Beplattung zu versehen.

Alle grösseren zur Frachtfahrt bestimmten Dampfer, sofern es nicht etwa Spardeck- oder Sturmdeck-Schiffe sind, werden als Dreideck-Schiffe erbaut. Sie erhalten dann gewöhnlich eine kurze Poop, ein Brückendeck und eine Back, so dass ein Fahrzeug entsteht, wie es in Fig. 7 auf Taf. XXXIX dargestellt ist. Diese Dampfer sind meistens mit einem festen Schanzkleide versehen. — Auch die grösseren Passagierdampfer werden meistens als Dreideck-Schiffe construirt und erhalten Brückendeck, Poop und Back.

Sturmdeck-Schiffe.

Durch die weitere Ausdehnung der Decksaufbauten eines mit Poop, Brückendeck und Back versehenen Dampfers ist man schliesslich dazu gekommen, das ganze Oberdeck mit einem vollständigen, aber leichter construirten Deck zu überbauen. Ein solcher Dampfer, dessen charakteristische Eigenthümlichkeit darin besteht, dass der oberhalb des zweiten Decks befindliche Theil des Schiffskörpers in allen Theilen wesentlich leichter construiert ist, als der unterhalb des zweiten Decks liegende, wird mit dem Namen Sturmdeck-, Hurricanedeck- oder Awningdeck-Schiff belegt, und zwar wird die erstere Bezeichnung von dem Germanischen Lloyd, die zweite vom Bureau Veritas und die letztere von dem Britischen Lloyd gebraucht; im Allgemeinen sind jedoch diese Ausdrücke gleichbedeutend. Das zweite Deck wird gewöhnlich „Hauptdeck“ genannt, weil dasselbe, wie wir gleich sehen werden, den Abschluss für den unteren, als ein abgeschlossenes Ganzes zu betrachtenden Theil des Schiffskörpers bildet, während der obere Theil, das Sturmdeck, nur als ein leichter Ueberbau angesehen wird.

Mit Bezug auf die allgemeine Anordnung der Verbände und die Vertheilung der Materialstärken sei zunächst bemerkt, dass das ganze Unterschiff, vom Kiel bis zum zweiten Deck, genau ebenso construiert ist, wie ein nach den Vorschriften für Ein- oder Zweideck-Schiffe erbauter Dampfer. Die Bestimmung der Classificationsnummern geschieht also unter Berücksichtigung der Tiefe unter dem zweiten Deck, bezw. des Spantenumfanges bis zu derselben Höhe, ohne dass von diesen Maassen irgend ein Abzug gemacht wird. Ein Sturmdeck-Schiff hat demnach auch etwas stärkere Materialstärken als ein Dreideck-Schiff von gleicher Länge, Breite und derselben Tiefe unter dem Oberdeck wie diejenige des Sturmdeck-Schiffes unter dem zweiten Deck.

In einem Punkte besteht nach den Vorschriften des Britischen Lloyd ein Unterschied in der Construction des unter dem Hauptdeck befindlichen Theiles eines Sturmdeck-Schiffes mit der eines Ein- und Zweideck-Schiffes. Bei letzterer Schiffsgattung reicht, wie wir seiner Zeit erwähnten, immer nur jedes zweite Gegenspant bis an den Oberdeckstringer; bei Sturmdeck-Schiffen hingegen müssen an jedem Spant die Gegenwinkel bis an den Stringer des Hauptdecks geführt werden.

Man will mit dieser Construction bezwecken, dem Schiffe querschiffs mehr Festigkeit zu geben, was mit Bezug auf die Beanspruchung bei einer heftigen Rollbewegung durch das Gewicht des Ueberbaues auch vollständig gerechtfertigt erscheint.

Zwischen dem Hauptdeck und Sturmdeck sind die Spanten nicht mit Gegenwinkeln versehen. In früheren Jahren wurde sogar nur jedes zweite Spant bis an den Oberdeckstringer hinauf geführt, nur am Bug und in der Nähe des Hecks liefen sämmtliche Spantwinkel bis zum obersten Deck. Da man früher die Spanten im Allgemeinen in viel kleineren Abständen anordnete als jetzt, so hatte diese Constructionsweise übrigens auch nicht das Bedenkliche, was sie bei den heute üblichen Verhältnissen haben würde.

Die Stringer, Balken und Decksbeplankung des Oberdecks in Sturmdeck-Schiffen sind von wesentlich schwächeren Dimensionen, als bei allen anderen Schiffsgattungen. Die Balken können nach den Vorschriften des Britischen Lloyd bis zu einer Länge von ca. 10 m (32 Fuss) und beim Germanischen Lloyd bis 11,8 m (38,7 Fuss) aus einfachem Winkeleisen hergestellt werden und das Bureau Veritas geht hierbei sogar bis zu einer Länge von 15,8 m (52 Fuss).

Wenn die Grösse des Schiffes mit Rücksicht auf die Längsschiffsfestigkeit die Anordnung eines eisernen Decks erfordert, so wird dasselbe am Hauptdeck angebracht.

Wegen der leichten Bauart des Oberdecks gestatten die Classifications-Institute nicht, dass irgend welche Decksaufbauten angebracht werden; nur die Anbringung eines Karten- und Steuerhauses wird als zulässig angesehen. Die Sturmdeck-Dampfer gleichen daher in ihrer äusseren Erscheinung einem Glatdeck-Schiffe, nur dürfen dieselben niemals mit einem Schanzkleide versehen werden. Diese Bestimmung ist wohl einestheils mit Rücksicht darauf angenommen, dass das von einer Sturzsee auf das Deck geschleuderte Wasser sofort Abfluss finden und das leicht construirte Deck nicht in gefährlicher Weise belasten könne; anderntheils will man dadurch vermeiden, dass die Ansammlung von grösseren Wassermassen auf dem verhältnissmässig sehr hoch liegenden Deck bedenklich für die Stabilität des Fahrzeuges werden könnte.

Die Seitenbeplattung vom Hauptdeck aufwärts erhält je nach der Grösse des Schiffes eine Dicke von 8 bis 10 mm. Ein eigentlicher Scheergang ist hier nicht vorhanden, sondern man pflegt nur den obersten Plattengang, welcher mit dem Stringer des Sturmdecks ver-

bunden ist, ca. $1\frac{1}{2}$ mm dicker zu machen, als die übrige Beplattung oberhalb des Hauptdecks.

Sehr häufig giebt man der Seitenbeplattung des Sturmdecks eine abgerundete Form, so wie das bereits bei Besprechung der Construction, einer Poop in Fig. 8 auf Taf. XIII dargestellt ist. Die Decksbalken erhalten an den Enden die der Abrundung der Beplattung entsprechende Form und sind mit den Spanten auf eine Länge, die wenigstens 45 cm betragen soll, zu vernieten. Der oberste Plattengang geht meistens ununterbrochen in die Stringerplatte über; derselbe muss jedoch immer von einer solchen Breite sein, dass er ein beträchtliches Stück unter die Decksbeplankung reicht, damit ausser dem Wassergange auch die Enden der Decksplanken auf der Stringerplatte eine gute Auflage erhalten.

Die Decksbeplankung des Sturmdecks wird gewöhnlich um ein Viertel in der Dicke schwächer gemacht, als für das Hauptdeck vorgeschrieben ist.

Da die Sturmdeck-Schiffe im Allgemeinen nur so tief beladen werden sollen, dass das Hauptdeck noch immer um ein Beträchtliches über Wasser bleibt, so brauchen auch die wasserdichten Querschotte nur bis zum Hauptdeck hinaufgeführt zu werden; nur das Collisionschott lässt man bis an das Oberdeck hinaufreichen. Hierdurch geht jedoch eines der wirksamsten Mittel zur Erzielung einer genügenden Querschiffsfestigkeit verloren, und man sieht sich daher genöthigt, im Sturmdeck einige Rahmenspanten anzuordnen. Das Hinaufführen der Schotte bleibt übrigens auch in diesen Schiffen unter allen Umständen sehr empfehlenswerth. Der Maschinen- und Kesselraum wird zwischen Sturm- und Hauptdeck in der üblichen Weise mit einer durch Winkeleisen gehörig versteiften Umschottung von 6—8 mm dicken Platten versehen und der Zugang zum Maschinenraume vom Oberdeck aus angeordnet.

In früheren Jahren wurden auf dem Hauptdeck vielfach Speigatten und Wasserpforten angebracht, so dass das etwa von oben eingedrungene Wasser immer wieder rasch abfliessen konnte; man ist jedoch in neuerer Zeit hiervon abgekommen, da durch diese Oeffnungen bei einem starken Ueberneigen des Schiffes auch Wasser in das Innere dringen kann.

Die Extraverstärkungen für Schiffe von verhältnissmässig grosser Länge werden hier ganz in derselben Weise bestimmt, wie bei den Schiffen mit einem und zwei Decks, unter der Voraussetzung, dass das Sturmdeck gar nicht vorhanden sei. Das Verhältniss von Länge

zur Tiefe wird demnach nach der Tiefe unter dem zweiten oder Hauptdeck bestimmt. Die an dem Oberschiffe vorgeschriebenen Verstärkungen werden nur an dem Stringer und Scheergange des Hauptdecks angebracht und die über demselben befindlichen Theile, also die Seitenbeplattung und der Stringer des Sturmdecks, bleiben ganz ausser Betracht. — An der Kimm werden gleichfalls ganz dieselben Extraverstärkungen wie für Schiffe mit einem und zwei Decks angeordnet, und zwar gilt für die Bemessung der beiden Verstärkungen am Hauptdeck sowohl als auch in der Kimm nur das Verhältniss von Länge zur Tiefe unter dem Hauptdeck.

Die leichte Construction des über dem Hauptdeck befindlichen Theiles des Schiffskörpers bedingt, wie schon angedeutet, dass das Fahrzeug nur bis zu einem solchen Tiefgange beladen wird, bei welchem das Hauptdeck noch um ein Beträchtliches über Wasser bleibt. Diese Construction eignet sich daher nur für solche Schiffe, die zum Transporte von verhältnissmässig sehr leichten Gütern, zur Beförderung von Vieh oder aber zum Passagierdienste bestimmt sind. Namentlich für die beiden zuletzt erwähnten Zwecke bieten sie mancherlei Vortheile.

Bis vor etwa 25 Jahren wurden die in der nordatlantischen Passagierfahrt beschäftigten Dampfer noch vorwiegend mit Sturmdeck erbaut. Als man jedoch anfang, in dieser Fahrt die sogenannten Schnelldampfer einzustellen, ging man zu Dreideck-Schiffen über, die sich als besser geeignet zeigten, den Stürmen im nördlichen Theile des Atlantischen Oceans zu widerstehen. In neuester Zeit hat man jedoch wieder angefangen, die grossen Dampfer, die in der Fahrt nach den Vereinigten Staaten zum gleichzeitigen Transporte von Gütern und Passagieren bestimmt sind, die also nur eine Geschwindigkeit von höchstens 15 Knoten erreichen, mit Sturmdeck zu erbauen. Diese Dampfer erhalten dann mittschiffs auf dem Sturmdeck noch einen grossen Aufbau, gewissermaassen ein Brückenhaus. Auf diesem Brückenhaus ist dann gewöhnlich noch ein weiteres Deck, in dem Passagierkammern und die Salons untergebracht sind, aufgebaut und dann folgt meistens noch ein weiteres Deck, das gleichfalls Kammern enthält.

Ein solcher Dampfer erhält alsdann eine Anordnung wie durch die in Fig. 5 auf Taf. XXXIX gegebene Skizze dargestellt ist.

Der auf den Tafeln XXXII bis XXXVII in verschiedenen Schnitten und Decksplänen dargestellte Dampfer „Patricia“ der Hamburg-Amerika-Linie gehört gleichfalls zu diesem Typus. Der in Fig. 1 auf

Taf. XXXII gegebene Schnitt durch Spant 108 zeigt sehr anschaulich die Decksaufbauten mittschiffs.

Bei einer derartigen Anordnung ist es besonders wichtig, dem Theile des Dampfers, wo sich die hohen Decksaufbauten befinden, die erforderliche Querschiffsfestigkeit zu geben, da die seitliche Beanspruchung bei heftigen Rollbewegungen naturgemäss eine sehr grosse ist. Es werden deshalb nicht nur alle Spanten mit Gegen-spanten, bezw. die Spanten aus U-Eisen, so weit hinaufgeführt, wie die äussere Beplattung reicht, sondern man sucht auch noch die Querschiffsfestigkeit durch Rahmenspanten und durch querschiffs liegende eiserne Kammerschotte möglichst zu erhöhen. Das Sturmdeck muss auch hier, wie bei allen grösseren Dampfern, mit einer Beplattung versehen werden.

In manchen Fällen ist das Sturmdeck bei derartigen grossen Dampfern in einiger Entfernung vor und hinter dem Brückendeck auf eine Länge von etwa 5 bis 6 m unterbrochen worden. Man kann also nicht mehr von einem wirklichen Sturmdeck sprechen, sondern es handelt sich eigentlich nur um eine lange Back, ein Brückendeck und eine Poop. Es hat sich hierbei als zulässig erwiesen, den vorderen und hinteren Theil des Sturmdecks, oder richtiger gesagt, die lange Back und die Poop ohne eine Beplattung herzustellen und nur der mittlere Theil des Decks, auf dem sich die Aufbauten erheben, wird beplattet. Der Umstand, dass bei einer solchen Ausführung keine Unzuträglichkeiten entstehen, erklärt sich dadurch, dass bei einer Beanspruchung des Schiffes auf Biegung in der Längsachse keine Spannungen in dem unterbrochenen Sturmdeck entstehen können.

Der Grund für diese Unterbrechung des Sturmdecks besteht darin, dass ein grosser Theil des von diesem Deck geschützten Raumes als offen angesehen werden muss, und nach den gesetzlichen Bestimmungen nicht vermessen zu werden braucht.

Dampfer mit partiellem Sturmdeck.

In den letzten Jahren ist für Frachtdampfer vielfach ein Typus zur Anwendung gelangt, den man analog mit der zuerst in England angewendeten Bezeichnung Partial Awningdeck, Dampfer mit partiellem Sturmdeck, nennt. Ihre Anordnung mit Bezug auf die Decks geht mit hinreichender Klarheit aus Fig. 8 auf Taf. XXXIX hervor. Das Deck der Back läuft hier ohne Unterbrechung bis zum Brückendeck durch und bildet also gewissermaassen ein Sturmdeck, das sich von ganz vorn bis hinter die Schiffsmittle erstreckt und dieser Schiffs-

gattung die eigenthümliche Bezeichnung eingetragen hat. Hinter dem partiellen Sturmdeck schliesst sich meistens ein Quarterdeck, wie auch in der Figur angedeutet, an. Da es sich gewöhnlich um grössere Schiffe handelt, so ist mit Hilfe von Diaphragmaplatten eine Verbindung zwischen Haupt- und Quarterdeck hergestellt.

Auch die in Fig. 10 auf Taf. XXXIX dargestellte Anordnung der Decks wird gewöhnlich mit dem Ausdrucke „Partielles Sturmdeck“ belegt, obgleich es sich eigentlich nur um eine Back, langes Brücken- deck und um ein Quarterdeck handelt. Der Grund, welcher die Ver- anlassung ist, dass man hier das Backdeck nicht mit dem Brücken- deck verbindet, besteht darin, dass man den Rauminhalt des Vorder- schiffes nicht grösser machen will, als die Stauung der Ladung mit Rücksicht auf einen zweckmässigen Trimm erfordert. Dieser Um- stand ist namentlich bei kleineren Dampfern von Wichtigkeit. Da nämlich die Höhe der Decks, also auch des partiellen Sturmdecks für alle Schiffsgrössen ziemlich constant ist, so wird der Zuwachs an Laderaum, den ein kleiner Dampfer durch Anordnung eines partiellen Sturmdecks erhält, relativ viel grösser sein, als der bei einem grossen Dampfer. Die Unterbrechung des partiellen Sturmdecks hinter der Back findet sich deshalb hauptsächlich bei den Dampfern von nur mässigen Dimensionen.

Der Zweck, den man mit der Anwendung eines partiellen Sturm- decks erreichen will, besteht namentlich in der Gewinnung von etwas mehr Laderaum für leichte Güter bei einem verhältnissmässig geringen Eigengewichte des Schiffskörpers. Da nämlich die Classifications- nummern nur nach der Tiefe des Schiffes unter dem Hauptdeck be- stimmt werden, so fällt das Materialgewicht im Vergleiche zum nutz- baren Raumgehalte klein aus, und zwar noch kleiner, als wenn das Schiff mit einem vollständigen Sturmdeck versehen wäre.

Die grossen Schnelldampfer, die in der nordatlantischen Fahrt beschäftigt sind, werden meistens auch mit einem partiellen Sturm- deck versehen. Es sei mit Bezug hierauf auf Fig. 12 auf Taf. XXXIX verwiesen, die einen Längsschnitt des der Hamburg-Amerika-Linie gehörigen Schnelldampfers „Deutschland“ zeigt. Das Schiff besitzt ein Sturmdeck, das sich vom hinteren Ende ununterbrochen bis weit nach vorn erstreckt. Nach einer kurzen Unterbrechung folgt dann das Deck der Back. Es ist also zwischen dem Hinterende der Back und dem Vorderende des Sturmdecks das Oberdeck oder Hauptdeck des Schiffes auf eine kurze Strecke freigelegt, so dass also ein kleiner „Well“ entsteht. Diese Unterbrechung zwischen Back- und Sturm-

deck bietet den Vortheil, dass sich die über die Back brechende See nicht so leicht auf das Sturmdeck — hier gewöhnlich Promenaden-
deck genannt — ergiesst, sondern im „Well“ abfliessen kann.

Spardeck-Schiffe.

Die Spardeck-Schiffe stehen mit Bezug auf die Construction und Materialvertheilung in der Mitte zwischen den Dreideck- und den Sturmdeck-Schiffen und können als Schiffe mit einem besonders stark construirten Sturmdeck angesehen werden.

Die Bemessung der Materialstärken durch die Classifications-Institute basirt auch bei den Spardeck-Schiffen im Allgemeinen auf den unter dem zweiten Deck, dem sogenannten Hauptdeck, gemessenen Dimensionen. Die Plattenstärken und Spantendimensionen sind also dieselben, wie bei einem Sturmdeck-Schiffe von gleicher Tiefe. Mit Bezug auf die Construction des Unterschliffes ist daher hier nichts Besonderes zu erwähnen; sie ist genau dieselbe, wie bei einem Zweideck-Schiffe, dessen Tiefe ebenso gross ist, wie diejenige des Spardeck-Schliffes unter dem Hauptdeck, und ist auch dieselbe, wie bei einem Sturmdeck-Schiffe; der Unterschied besteht vielmehr einzig und allein in der Construction des Spardecks. Die Oberdecksbalken sind hier nämlich wesentlich stärker als bei den Sturmdeck-Schiffen und haben dieselben Querschnittsdimensionen, wie bei den nach der Dreideckregel erbauten Fahrzeugen. (Der Britische Lloyd gestattet etwas schwächere Balken als bei Dreideck-Schiffen.) Die Beplankung des Oberdecks wird im Vergleiche zu der eines Dreideck-Schliffes in der Dicke etwas reducirt. Alle Spanten müssen bis zur Oberdeckstringerplatte hinaufreichen und die Gegenwinkel laufen abwechselnd bis zur Hauptdeck- und zur Spardeckstringerplatte. Letztere hat dieselbe Breite, wie die Stringerplatte des Hauptdecks, jedoch darf die Dicke derselben für Schiffe von einem mässigen Verhältnisse von Länge zur Tiefe etwas reducirt werden. — Der oberste Plattengang am Spardeck erhält dieselbe Breite und Dicke, wie der Scheergang am Hauptdeck und demnach kann man auch bei Spardeck-Schiffen von zwei Scheergängen sprechen. Die Beplattung zwischen denselben ist etwas schwächer als diejenige des Unterschliffes und schwankt von 10 bis 14 mm. Das Oberdeck wird ferner in der üblichen Weise mit Luken-

stringern und mit Diagonalen versehen, oder es ist, wenn das Schiff eine gewisse Grösse überschreitet, eine eiserne Decksbeplattung anzubringen. Unter gewissen Bedingungen ist jedoch auch gestattet, an Stelle des Oberdecks das zweite Deck zu beplatten.

In Spardeck-Schiffen müssen sämtliche Schotte bis zum Oberdeck hinaufreichen. Diese Maassregel ist schon deshalb erforderlich, weil diese Schiffe so tief beladen werden dürfen, dass das Hauptdeck um eine Kleinigkeit unter Wasser kommt.

Auf dem Oberdeck eines Spardeck-Schiffes sollen im Allgemeinen keine grösseren Aufbauten angebracht werden, doch wird in manchen Fällen dennoch mittschiffs ein grösseres Brückenhaus oder ein Decks- haus angeordnet, so wie das z. B. bei dem in Fig. 3 auf Taf. XXXIX dargestellten Spardeck-Schiffe der Fall ist. Fast immer lässt man den Maschinen- und Kesselraumschacht um eine volle Deckshöhe über das Spardeck herausragen, damit das Eindringen der See in den Kesselraum möglichst vermieden wird. Um dem Schiffe unterhalb dieser Aufbauten eine genügende Widerstandsfähigkeit querschiffs gegen die Beanspruchung durch die Rollbewegung zu geben, bringt man zwischen Haupt- und Spardeck gewöhnlich einige Rahmenspanten an. Eine noch wirksamere Versteifung besteht natürlich in der Anbringung mehrerer Querschotte.

Die Spardeck-Schiffe erhalten gewöhnlich kein Schanzkleid, sondern werden mit einer starken eisernen Reling versehen, damit die überkommene See immer leicht Abfluss findet. Aus diesem Umstande dürfte auch die vielfach verbreitete Auffassung entstanden sein, dass das Nichtvorhandensein eines Schanzkleides ein charakteristisches Merkmal für ein Spardeck-Schiff ist. Das ist jedoch keineswegs der Fall, denn es giebt auch manche Schiffe dieser Art, welche mit einem Schanzkleide versehen sind, während dasselbe vielfach bei Zwei- und Dreideck-Schiffen fehlt.

Alle Spardeck-Schiffe sind nach den Vorschriften des Brittischen Lloyd und des Bureau Veritas mit einem sogenannten Seitenkiel- schweine zu versehen (vergl. S. 90), wenn auch die Hauptdimensionen des Fahrzeuges derartige sind, welche diesen Längsverband bei Ein- und Zweideck-Schiffen noch nicht erforderlich machen würden. Der Grund für diese Bestimmung liegt wohl darin, dass man die durch die Reduction der Classificationsnummern bedingte Verschwächung der Materialstärken gegenüber den Zwei- und Dreideck-Schiffen wieder etwas ausgleichen will.

Die durch ein aussergewöhnliches Verhältniss von Länge zur

Tiefe erforderlichen Extraverstärkungen werden nach den Vorschriften des Brittischen Lloyd und des Bureau Veritas bei Spardeck-Schiffen in ähnlicher Weise bestimmt, wie bei den Dreideck-Schiffen. Die an der Kimmbeplattung, den Kielschweinen und Kimmstringern erforderlichen Verstärkungen werden hier ebenfalls nach dem Verhältnisse bemessen, in welchem die Länge des Schiffes zu der unter dem zweiten oder Hauptdeck gemessenen Tiefe steht; hingegen ist für die an dem oberen Theile des Schiffes erforderliche Verstärkung das Verhältniss zu der unter dem Oberdeck gemessenen Tiefe maassgebend. Es werden also hier ebenso, wie bei den Dreideck-Schiffen, die Verstärkungen an der Kimm bedeutender sein, als bei einem als Zweideck-Schiff gebauten Dampfer von gleichen Dimensionen. Die Verstärkungen am Oberschiffe bestehen gewöhnlich in einem Zuschlage zur Dicke des Scheerganges und der Stringerplatte des Oberdecks, wozu noch bei einer verhältnissmässig sehr grossen Länge des Schiffes nöthigenfalls eine Verstärkung des zwischen den beiden Scheergängen gelegenen Ganges, des Scheerganges des Hauptdecks oder eine Verdoppelung des obersten Scheerganges kommt. Die Verstärkungen an der Kimm bestehen einestheils in einem Zuschlage der Plattendicken für einen oder mehrere Kimmgänge und andertheils in der Anbringung von Wulsteisen oder von doppel-T-förmigen Trägern an den Kimmstringern und an den Kimm- und Seitenkielschweinen.

Wenn die Länge des Schiffes eine solche wird, dass die Classifications-Institute die Anbringung eines eisernen Decks vorschreiben, so ist dasselbe, wie schon erwähnt, gewöhnlich am Oberdeck anzuordnen.

In vielen Fällen bringt man jedoch auch aus Sparsamkeitsrück-sichten bei Frachtdampfern die eiserne Beplattung an dem zweiten Deck an, welches dann nicht mit einem Holzbelage versehen zu werden braucht, und giebt dem Oberdeck nur eine gewöhnliche Holzbeplankung, ganz in derselben Weise, wie wir das schon bei den Dreideck-Schiffen besprochen haben. Auch bei den Spardeck-Schiffen wird in diesem Falle die Oberdeckstringerplatte stärker gemacht, indem man ihre Dimensionen nach dem Verhältnisse von Länge zur Tiefe unter dem zweiten Deck bestimmt.

Aus den hier gegebenen Erläuterungen über die Spardeck-Schiffe dürfte klar geworden sein, dass die Construction im Allgemeinen eine schwächere und also auch die Längsschiffsfestigkeit eine geringere als bei einem Dreideck-Schiffe ist. Die Beanspruchung sollte daher dementsprechend auch eine geringere sein, oder mit anderen Worten:

ein Spardeck-Schiff darf nicht so tief beladen werden, als ein Dreideck-Schiff von gleichen Hauptdimensionen. Sie eignen sich daher vorzugsweise zum Transporte von leichten Gütern, als z. B. Baumwolle, Hafer, Hanf etc., die den Raum des Schiffes ganz ausfüllen, ohne dasselbe zu tief zu belasten.

Die Spardeck-Schiffe eignen sich aus den eben erwähnten Gründen auch vorzugsweise zum Passagierdienste. Da hierbei gewöhnlich der ganze Raum unter dem Oberdeck zu Passagierkammern verwendet werden muss und nur die unteren Räume mit Ladung gefüllt werden, so ist auch ein grosser Freibord gesichert und eine übermässige Beanspruchung in der Längsachse ausgeschlossen.

Die kleine Classificationsnummer eines Spardeck-Dampfers ist, gleichgültig welche Grösse er besitzt, immer um einen gleichen Betrag kleiner als diejenige eines Schiffes von gleichen Dimensionen, bei welchem die volle Tiefe, bezw. der volle Umfang des Hauptspantes zur Bestimmung der Nummer in Rechnung gezogen ist, wie das z. B. bei einem Zweideck-Schiffe der Fall ist. Es erklärt sich das dadurch, dass die Abzüge, welche bei einem Spardeck-Schiffe von der Nummer zu machen sind, nur von der Höhe des Spardecks abhängig sind und diese sonst in allen Fällen ungefähr dieselbe ist. Die Verminderung der Nummer wird demnach bei einem kleinen Spardeck-Schiffe relativ grösser sein, als bei einem grossen. Hieraus folgt, dass bei einer Verminderung der Hauptdimensionen die Materialstärken und die Längsschiffsfestigkeit verhältnissmässig rasch abnehmen und schliesslich unzulässige Werthe erreichen. Um nach dieser Richtung hin eine Grenze zu setzen, wird von den Classifications-Instituten die Construction von Spardeck-Schiffen nur bis zu einer gewissen Grösse herab gestattet. — Der Britische Lloyd schreibt in dieser Beziehung vor, dass die Tiefe eines Spardeck-Schiffes unter dem Hauptdeck (zweiten Deck) nicht weniger als 5,18 m (17 Fuss englisch) sein soll, während nach den Vorschriften des Bureau Veritas die grosse Nummer nicht weniger als 2200 und die kleine nicht weniger als 13,35 betragen darf. (Die beiden letzten Ziffern gelten für Metermaass.)

Die entsprechende Vorschrift des Germanischen Lloyd bestimmt, dass die Höhe des Spardecks nicht mehr als die Hälfte der Höhe vom Kiele bis zum zweiten Deck (Hauptdeck) betragen soll, was beiläufig auf dasselbe hinauskommt.

Aus gleichen Gründen ergibt sich auch, dass bei sehr grossen Schiffen der Unterschied in den Materialstärken für Spardeck- und Dreideck-Schiffe fast ganz verschwindet.

Die Sturmdeck- und Spardeck-Construction wird nur für Dampfer, aber niemals für Segelschiffe angewendet.

Koffer- und Thurmdeck-Dampfer.

In den letzten Jahren ist, namentlich für den Transport von Erzen oder anderen schweren Schüttgütern, eine Schiffsform in Aufnahme gekommen, die mit dem Ausdrucke Kofferdampfer (englisch: *Trunksteamer*) bezeichnet wird und sich dadurch kennzeichnet, dass auf dem Oberdeck ein den Lukensäulen ähnlicher Aufbau, der Koffer oder Trunk, von vorn bis hinten durchläuft. Das Hauptspant eines solchen Dampfers hat eine Form, wie in Fig. 1 auf Taf. XXXVIII dargestellt ist, und der Längsschnitt ist in Fig. 6 auf Taf. XXXIX gezeigt. Bisweilen werden die Seitenwände des Trunks nicht vertical, wie in unserer Zeichnung, sondern etwas nach Innen zu geneigt hergestellt, wodurch das Trimmen der Ladung bei Schüttgut sehr erleichtert wird.

Der Zweck, der durch diese Construction verfolgt wird, besteht darin, den Schwerpunkt der Ladung dadurch höher als in einem Schiffe gewöhnlicher Form zu bringen, dass sie den mittleren, lukenartigen Aufbau mit ausfüllen muss. Es ist das ein Umstand, der bei Erz oder sonstigen schweren Ladungen von Wichtigkeit ist, um die heftigen Rollbewegungen, die sonst einzutreten pflegen, zu vermeiden. In der Höhe des Decks werden in grösseren Abständen schwere Balken angeordnet, wie das auch aus der rechten Hälfte des auf Taf. XXXVIII dargestellten Hauptspantes ersichtlich ist. Die Decksbeplattung kann nur in der Mitte des Schiffes, wo gewöhnlich ein brückendeckartiger Aufbau angeordnet ist, von einer Schiffsseite zur anderen quer durchlaufen. Die im Vor- und Hinterschiffe neben dem Trunk befindliche Decksbeplattung bildet gewissermaassen nur eine breite Stringerplatte, es sind hier aber keine Verbandtheile vorhanden, die geeignet wären, Diagonalspannungen aufnehmen zu können, und in Folge dessen werden diese Schiffe immer eine sehr geringe Festigkeit gegen Verwinden besitzen.

Die Thurmdeck-Dampfer (englisch: *Turretsteamer*) dienen gleichfalls zum Transporte von Schüttgütern. Die Form ihres Hauptspantes hat eine gewisse Aehnlichkeit mit dem der vorher beschriebenen Kofferdampfer; es besteht jedoch der Unterschied, dass die senkrechte Seitenwand in einer Curve in die Decksbeplattung, und diese wieder

in einer Curve in die senkrechte Beplattung des Trunks, hier auch Thurm oder Turret genannt, übergeht. Das Hauptspant erhält demnach eine Form, wie in Fig. 9 auf Taf. XXXVIII dargestellt ist. Charakteristisch ist ferner, dass die Schiffe keinen Decksprung erhalten, sondern, dass ihre obere Begrenzung in der Längsrichtung eine gerade Linie bildet. Die Form des Hauptspantes bleibt in seinem oberen Theile für die ganze Länge des Schiffes dieselbe, und die auf diese Weise entstehende Fläche der Beplattung des Oberschiffes geht in der entsprechenden Durchdringungscurve in den Bug und das Heck über. Wie leicht erklärlich, bietet die eigenthümliche Form des Oberschiffes, namentlich beim Löschen und Laden, mancherlei Unbequemlichkeiten, hingegen gewähren diese Schiffe insofern einen Vortheil, als die Classifications-Institute die Materialstärken in einer solchen Weise bestimmen, dass das Eigengewicht des Schiffes, im Verhältnisse zum Laderaume, etwas kleiner als bei der gewöhnlichen Schiffsform ausfällt, und ausserdem werden diese Schiffe, in Folge der Bestimmungen für die Vermessung, immer einen verhältnissmässig kleinen Tonnengehalt ergeben.

Sechzehntes Kapitel.

Die Anordnung des Wasserballastes.

In allen Dampfschiffen, bei welchen die Wahrscheinlichkeit vorhanden ist, dass sie in leerem Zustande wiederholt von einem Hafen zum anderen dampfen müssen, pflegt man eine Einrichtung für Wasserballast zu treffen, d. h. es werden gewisse im Schiffe angebrachte, wasserdichte Behälter, Tanks genannt, so angeordnet, dass sie leicht mit Wasser gefüllt und wieder bequem entleert werden können. Der Zweck dieser Einrichtung ist bekanntermaassen der, dem Schiffe einen genügend grossen Tiefgang zu geben, um der Schraube die erforderliche Wirksamkeit zu sichern, die Fläche des über Wasser befindlichen Theiles des Schiffskörpers, welcher dem Winde Widerstand bietet, möglichst zu vermindern und unter Umständen auch, um dem Schiffe in leerem Zustande eine grössere Stabilität zu geben, als das Schiff ohne die gefüllten Ballast-Tanks haben würde.

In der Anordnung der Ballast-Tanks können wir in der Hauptsache zwei Systeme unterscheiden. Entweder giebt man nämlich den Wasserballast-Tanks eine solche Form, dass sie als besondere Räume, die ausschliesslich zur Aufnahme von Ballastwasser dienen, hergestellt sind, oder sie werden so angeordnet, dass sie sowohl zur Aufnahme von Wasserballast als auch von Ladung dienen können. Im ersten Falle, wo also die Tanks nur zur Aufnahme von Ballast dienen, werden dieselben meistens in Form eines Doppelbodens hergestellt, dessen Construction wir schon bei Besprechung der Spanten erläutert haben. Im zweiten Falle bildet der Tank einen Theil des Schiffsraumes, der nach hinten und vorn durch wasserdichte Schotte und nach oben in etwa halber Schiffshöhe durch ein eisernes Deck abgeschlossen ist. Nicht selten werden beide Systeme in einem und

demselben Schiffe angewendet, d. h. ein Theil des Ballastes ist in einem oder mehreren hohen Tanks untergebracht und ein anderer Theil in einem Doppelboden.

Wasserballast in hohen Tanks.

Ein sogenannter hoher Tank (engl.: *deep tank*) zur Aufnahme von Wasserballast kam in früheren Jahren gewöhnlich nur bei kleineren Dampfern zur Anwendung; neuerdings hat man jedoch diese Construction in einzelnen Fällen auch für grosse Dampfer, in Verbindung mit Wasserballast im Doppelboden, wieder aufgenommen.

Der Wasserballast in hohen Tanks wird meistens in der Weise angeordnet, dass man in einer angemessenen Entfernung vor dem Kesselraumschott ein anderes stark construirtes, wasserdichtes Querschott anbringt, welches jedoch nur bis zum Zwischendeck oder, wenn dieses nicht vorhanden, bis zur Höhe des Raumstringers hinaufreicht. Der hierdurch entstehende Raum wird von oben durch ein eisernes, wasserdicht construirtes Deck abgeschlossen, in welchem eine Luke von genügender Grösse angebracht ist, um die zu befördernden Waaren in diesen Raum bringen zu können. Dieselbe ist mit einem starken eisernen Süll versehen, welches an seiner Oberkante ein schweres, mit Schraubenlöchern versehenes Winkeleisen erhält, auf welches ein eiserner Lukendeckel wasserdicht aufgeschraubt werden kann.

Man lässt den Tank gewöhnlich so weit nach vorn reichen, dass der vordere Theil desselben noch unterhalb der grossen Luke des vorderen Laderaums liegt, so wie das aus Fig. 4 auf Taf. XXXIV ersichtlich ist. Auf diese Weise ist es möglich, die einzunehmenden Waaren direct vom Oberdeck aus in den Tank herabzulassen.

In der Mitte des Tanks wird ein eisernes Längsschott angebracht, welches denselben in zwei symmetrische Räume theilt. Der Zweck dieser Einrichtung besteht darin, die seitliche Bewegung des Wassers beim Schlingern des Schiffes zu verhindern und zu vermeiden, dass das Schiff, wenn aus irgend einem Grunde der Tank nicht ganz gefüllt sein sollte, eine bedeutende Schlagseite annimmt, d. h. sich stark überneigt. Eine vollkommen wasserdichte Trennung der beiden Abtheilungen wird nicht angestrebt, doch ist man bemüht, das Schott möglichst dicht schliessend einzubauen. Mit Rücksicht hierauf empfiehlt es sich, von Haus aus eine Kielschweinconstruction zu wählen, welche die wasserdichte Trennung der beiden Seiten möglichst erleichtert.

Am besten eignet sich hierzu die Anwendung eines sogenannten Mittelplattenkiels. Diesem am nächsten kommt in dieser Beziehung das Intercostalkielschwein. Ist das Schiff jedoch mit einem gewöhnlichen Trägerkielschweine construiert, so müssen die unter demselben befindlichen Oeffnungen zwischen den Bodenwrangen entweder durch besonders eingesetzte Platten geschlossen werden, oder man wendet nur für die Länge des Wasserballast-Tanks einen Mittelplattenkiel an, der vor und hinter dem Tank wieder in das Trägerkielschwein übergeht.

Diese Construction ist in Fig. 3 und 4 auf Taf. XXXIV dargestellt. Die verticale Mittelplatte ist innerhalb des Tanks um etwa 10 cm höher als das Trägerkielschwein ausserhalb desselben und es steht demnach ein Streifen von gleicher Breite über den oberen Kielschweinswinkel vor. An diesem Streifen wird die Unterkante des Längsschottes vernietet. Die Verbindung mit der vor und hinter dem Tank befindlichen verticalen Platte des Trägerkielschweins geschieht am einfachsten in der Weise, dass man dieselbe auf ungefähr 50 bis 60 cm in den Tank hineinragen lässt und mit der dort vorhandenen Mittelplatte vernietet, so wie das aus Fig. 4 ersichtlich. Die horizontale Kielschweinsplatte lässt man gleichfalls durch das Querschott hindurch in den Tank reichen. Um dies zu ermöglichen, muss diese Platte in der Mitte mit einem Schlitze versehen werden, in welchen das Mittelschott fasst. Die beiden Aeste der gabelförmig aufgespaltenen Platte sind innerhalb des Tanks auf eine Distanz von ungefähr 1 m mit dem Kielschweinswinkeleisen vernietet. — Um durch die Mittelplatte eine möglichst wasserdichte Trennung der beiden Tankseiten zu erzielen, wird hier der Cementbelag der Bodenbeplattung in einer Dicke von wenigstens 15 bis 20 cm bis dicht unter die Kielschweinswinkel hinaufgeführt. — Wenn auch bei Anwendung eines Mittelplattenkiels die Trennung der beiden Schiffsseiten eine ziemlich vollkommene ist, so bietet doch die Abdichtung der Oeffnung, durch welche unmittelbar oberhalb des Kiels die Verbindungswinkeleisen der Spanten hindurchlaufen, einige Schwierigkeit und deshalb kann man die erwähnte Cementschicht als Dichtungsmittel kaum entbehren.

Um an der Schiffsseite einen möglichst zuverlässigen Abschluss des wasserdichten Decks zu ermöglichen, müssen ähnliche Verbindungen zur Anwendung gebracht werden, wie wir das bei der Besprechung der Doppelbodenconstruction auf S. 52 und der wasserdichten Decks auf S. 231 ausführlich auseinandergesetzt haben. In den meisten Fällen zieht man es jedoch vor, die Spanten zu durch-

schneiden und das eiserne Deck mittels eines ununterbrochen entlang laufenden Winkeleisens an der Aussenhaut zu vernieten, so wie das auch in Fig. 3 auf Taf. XXXIV dargestellt ist. Selbstverständlich muss die durch die Unterbrechung der Spanten entstehende schwache Stelle wieder auf geeignete Art verstärkt werden, und es geschieht das am besten in der Weise, dass man an jedem Spant eine starke Knieplatte anbringt, die auf dem eisernen Deck durch ein Winkel-eisen befestigt ist, so wie in der Zeichnung dargestellt.

Die Endschotte des Tanks müssen in besonders sorgfältiger Weise versteift werden, um bei heftigen Bewegungen des Schiffes im See-gange dem Wasserdruck widerstehen zu können. Die bei den ge-wöhnlichen wasserdichten Schotten übliche Verstärkung durch Winkel-eisen genügt hier nicht mehr; man bringt vielmehr in Entfernungen von ca. 75 cm verticale Wulsteisen an, die durch Winkeleisen mit dem Schott vernietet sind und von dem den Tank von oben ab-schliessenden wasserdichten Deck bis nahe an die Bodenbeplattung herunterreichen. Hat der Tank eine grössere Höhe, so muss das untere Ende der verticalen Wulsteisen durch starke Knieplatten mit der Aussenhaut oder der Doppelbodendecke verbunden werden. Statt der Wulsteisen kommen wohl auch Doppel-T-Eisen als Versteifungen zur Verwendung.

Um das Entweichen der Luft beim Füllen des Tanks zu erleich-tern, ist derselbe wenigstens an jeder Seite des vorderen Querschottes mit einem Luftrohre von 50 bis 75 mm im Durchmesser zu versehen, wenn es nicht vorgezogen werden sollte, auch noch ein solches an jeder Seite des hinteren Schottes anzubringen. Die eisernen Luken-deckel versieht man mit mehreren Löchern zum Entweichen der Luft, welche nach erfolgtem Füllen der Tanks durch einfache Schrauben geschlossen werden können. — Es ist ferner auch Vorsorge zu treffen, dass die Luft unmittelbar unter dem eisernen Deck bequem circuliren kann. Zu diesem Zwecke legt man zwischen die Decksbeplattung und die Decksbalken kurze Blechstreifen, die unter sich um einige Centimeter voneinander entfernt sind, so dass die Luft durch die bleibenden Oeffnungen entweichen kann.

Da der Lukendeckel des Tanks nur selten absolut wasserdicht schliesst, so lässt es sich gewöhnlich nicht vermeiden, dass sich auf der das Deck des Tanks bildenden Beplattung etwas Wasser an-sammelt. Da ferner diese Beplattung meistens parallel zum Kiele an-geordnet ist und das Schiff immer etwas steuerlastig liegt, so wird sich nothgedrungen alles Leckwasser unmittelbar vor dem Maschinen-

schott auf der Tankdecke (bei *a* in Fig. 10 auf Taf. XXXIX) ansammeln und wird von dort keinen Abfluss finden können. Man giebt daher, um diesem Uebelstande auszuweichen, entweder der Tankdecke eine Neigung nach vorn, oder man führt, wie das auch in der soeben angezogenen Figur angedeutet ist, von der Ecke bei *a* in schräger Richtung ein Speigattrohr durch den Tank hindurch, welches an dem Vorderschiffe bei *b* in den Grossraum ausmündet. Es ist das zwar ein sehr zweckmässiges Hilfsmittel zur Entfernung des Leckwassers auf dem Tankdeck; da das betreffende Rohr aber leicht durch die Ladung beschädigt werden kann, so läuft man auch Gefahr, dass bei gefülltem Tank Wasser in den übrigen Laderaum eintritt. Viele Baumeister ziehen daher vor, in dem hinteren Querschott, unmittelbar oberhalb der Tankdecke, mit Schottchiebern verschliessbare Oeffnungen anzubringen, durch welche sich das Leckwasser nach dem hinter dem Tank befindlichen Raume, gewöhnlich dem Kesselraume, entleeren kann.

Statt einer grossen Luke, welche durch das Längsschott in zwei Theile getheilt ist, ordnet man auch bisweilen zwei kleinere, unmittelbar nebeneinander liegende Luken an, so dass zwischen den beiden benachbarten Süllplatten höchstens ein Zwischenraum von 30 cm vorhanden ist. Durch diese Methode erreicht man den Vortheil, den grossen, schwer zu handhabenden eisernen Lukendeckel in zwei kleinere von dem halben Gewicht zu zerlegen, auch vermeidet man die bei einem einzigen Lukendeckel für die Befestigung auf dem Längsschott erforderlichen Stiftschrauben.

Innerhalb des Tanks ist das Garnier im Boden und auch bisweilen an den Seiten durch 5 bis 6 mm dicke, eiserne Platten hergestellt, welche mit einzelnen Stiftschrauben an den Gegenspannen befestigt sind.

Da die Saugrohre zum Entleeren des Tanks unterhalb des Garniers liegen, so muss in demselben an einer geeigneten Stelle eine Oeffnung angebracht werden, damit das oberhalb des Bodengarniers befindliche Wasser bequem zu den Pumpen strömen kann. Es ist jedoch eine Einrichtung zu treffen, welche gestattet, diese Oeffnung zu schliessen, wenn der Tank mit Ladung gefüllt ist; andernfalls würden sich die Pumpenrohre bei einer Getreideladung leicht verstopfen können.

In vereinzelt Fällen kommt es wohl auch vor, dass ein hoher Ballasttank hinter dem Maschinenraume angeordnet wird. Die Construction bleibt auch in diesem Falle noch ganz dieselbe, nur läuft der Wellentunnel durch den Tank hindurch und deshalb muss der-

selbe mit Rücksicht auf die Wasserdichtigkeit besonders sorgfältig ausgeführt werden.

Der Vorzug dieser Art der Anordnung des Wasserballastes in hohen Tanks besteht hauptsächlich darin, dass derselbe Raum, welcher zur Aufnahme der Ladung dient, auch für Ballast benutzt werden kann. Die Verhältnisse liegen hier also ganz ähnlich, wie bei einem gewöhnlichen Schiffe, wo man auch in demselben Raume, welcher die Ladung enthält, nach Entlöschung derselben den Ballast einnimmt. Es ist das eine charakteristische Eigenthümlichkeit dieses Systems, welche namentlich auf die Stabilitätsverhältnisse des Schiffes, bezw. die Schwerpunktslage der Ladung im Vergleiche mit einem Schiffe, welches den Wasserballast im Doppelboden führt, von Einfluss ist. Bei einem Doppelboden-Schiffe können nämlich die zur Aufnahme von Wasserballast bestimmten Räume nicht zum Verstauen von Gütern verwendet werden, und hierdurch geht selbstverständlich ein Theil des Laderaums verloren. Dies würde namentlich für kleinere Schiffe ein grosser Nachtheil sein und deshalb versieht man dieselben auch selten mit einem Doppelboden, sondern wendet das im Vorhergehenden beschriebene Wasserballastsystem mit hohem Tank an.

Ein Nachtheil der hohen Wasserballasttanks entsteht dadurch, dass man häufig genöthigt ist, die Waaren in einem Raume zu verstauen, welcher kurze Zeit vorher noch mit Wasser gefüllt war und daher immer eine gewisse Feuchtigkeit enthält. Dieser Umstand übt auf manche Güter, so namentlich auf Getreide, einen sehr nachtheiligen Einfluss aus. Ein weiterer Uebelstand besteht darin, dass der Wasserballasttank, der Natur der Sache nach, nur von beschränkten Dimensionen sein kann und deshalb einen zur Unterbringung von voluminösen Gütern ungeeigneten Raum bietet.

Wasserballast im Doppelboden.

Wenn grössere Schiffe mit einer Wasserballasteinrichtung versehen werden sollen, so wählt man gewöhnlich die Doppelbodenconstruction, d. h. man bringt in dem Schiffe entweder über seine ganze Länge oder nur einen Theil derselben einen zweiten, mit der Aussenhaut wasserdicht verbundenen Boden an, der einen etwa 0,9 bis 1,2 m hohen Tank bildet. — Soweit die Construction der Spanten und

Bodenwangen hierbei in Frage kommt, haben wir das Wichtigste hierüber schon in dem Kapitel über Spanten, Gegenspanten und Bodenwangen gesagt und wir haben daher in der Hauptsache nur noch die Anordnung des Doppelbodens in der Längsrichtung des Schiffes zu besprechen.

Wir wollen vorläufig den Fall ins Auge fassen, bei welchem sich der Doppelboden über die ganze Länge des Schiffes, mit Ausnahme einer kleinen Strecke am Vorder- und Hinterende, ausdehnt.

Da die Schiffsenden eine mehr oder weniger scharfe Form erhalten, so würden, falls man den Doppelboden bei der beschränkten Höhe desselben bis ganz an die Steven fortsetzen wollte, an den äussersten Enden Räume entstehen, welche vollkommen unzugänglich sein würden, so dass man also weder beim Baue die Niete in diesen Räumen einbringen, noch letztere gehörig unter Farbe halten könnte. Man setzt daher den Doppelboden nie ganz bis an den Vorder- und Hintersteven fort. — Am Vorderende lässt man den Tank meistens durch das Collisionsschott abschliessen. Da aber auch schon bei dieser Anordnung der vordere Theil des Doppelbodens, infolge der scharfen Schiffsförmung, sehr schwer zugänglich sein würde, so giebt man demselben hier eine etwas grössere Höhe, oder mit anderen Worten: man lässt die Tankdecke nach vorn zu etwas ansteigen. Dasselbe gilt für das hintere Ende. Hier ist sogar der Raum wegen der hohlen Spantenform noch mehr beschränkt und deshalb muss der Doppelboden hier noch mehr aufgezogen werden und schon in einer verhältnissmässig grossen Entfernung vom Hintersteven endigen. Man lässt ihn gewöhnlich, je nach der Grösse des Schiffes, vier bis acht Spantendistanzen vor dem Stopfbüchenschott aufhören. Der Abschluss erfolgt meistens durch das vor der Stopfbüchse des Wellenrohres befindliche Schott, an welches sich der Tunnel anschliesst.

Der Doppelboden ist der Länge nach durch wasserdichte Querwände in mehrere Theile getheilt, und zwar bringt man die Trennungswände gewöhnlich an derselben Stelle an, wo sich die wasserdichten Querschotte im Schiffsraume befinden, um auf diese Weise eine möglichst grosse Querschiffsfestigkeit zu sichern. Bei einem kleineren Dampfer würde daher der Doppelboden der Länge nach zunächst aus wenigstens drei Abtheilungen bestehen, nämlich einer hinter dem Maschinenraume, einer anderen, welche vom hinteren bis zum vorderen Maschinenraumschott reicht, und der dritten, vom vorderen Maschinenraumschott bis zum Collisionsschott reichend. Da aber meistens die Maschine nicht unbeträchtlich hinter der Mitte des Schiffes placirt

ist, so würde bei der soeben erläuterten Anordnung der vordere Tank eine verhältnissmässig sehr grosse Länge erhalten, und da dies in verschiedener Hinsicht mit Nachtheilen verknüpft ist, so zerlegt man gewöhnlich den vorderen Tank, ungefähr in der Mitte seiner Länge, durch ein Querschott in zwei Theile. Auf diese Weise erklärt es sich, dass der Doppelboden schon bei kleineren Schiffen der Länge nach mindestens aus vier Abtheilungen besteht. — Grösseren Dampfern giebt man dagegen wenigstens fünf Abtheilungen im Doppelboden, nämlich je zwei unter dem hinteren und vorderen Laderaume und eine unter Maschine und Kessel. Es entsteht dann eine Anordnung, wie sie in Fig. 3 auf Taf. XXXIX dargestellt ist. Bei noch weiterer Zunahme der Schiffsdimensionen findet man wohl auch eine Anordnung mit sechs Tanks, indem man den unter Maschine und Kessel befindlichen Theil des Doppelbodens wieder in zwei Abtheilungen zerlegt.

Wie schon angedeutet, ist es von Wichtigkeit, dass die einzelnen Abtheilungen des Doppelbodens keine zu grosse Länge erhalten, da die Anwendung grosser Tanks die beliebige Aenderung des Trimmis, bezw. der Steuerlastigkeit erschweren muss; ist hingegen eine grössere Anzahl einzelner kleiner Tanks vorhanden, so hat man es durch Füllen oder Entleeren einzelner Tanks jeder Zeit in der Hand, selbst bei einer ziemlich ungleichmässigen Vertheilung der Ladung, die Steuerlastigkeit nach Erforderniss zu ändern. — Es kommt hierbei auch noch ein anderer Umstand in Betracht, welcher zu Gunsten der kleinen Tanks spricht. Es ist nämlich nicht zu vermeiden, dass während des Füllens oder Auspumpens eines Tanks, so lange also letzterer nur theilweise gefüllt ist, das Wasser nach der Seite des Schiffes fliesst, nach welcher dasselbe aus irgend einem Grunde schon eine kleine Neigung hat. Hierdurch wird selbstverständlich diese Neigung noch vergrössert und dieselbe kann unter Umständen so gross werden, dass bei sehr hohen Schiffen ein Kentern nicht ausgeschlossen ist. Je kürzer daher die Tanks im Vergleich zur Schiffslänge sind, desto geringer wird das Ueberneigen beim Einnehmen oder Auspumpen des Ballastes sein. Es ist hiernach selbstverständlich, dass man immer nur eine Doppelbodenabtheilung für sich allein füllen oder auspumpen darf.

Ein grosser Nachtheil der Doppelbodenconstruction besteht darin, dass dieselbe nur einen sehr beschränkten Raum zur Aufnahme von Bilgewasser gewährt, da die zu beiden Seiten des Doppelbodens angeordneten Wasserläufe nur sehr wenig Wasser zu fassen im Stande

sind. Die geringste Leckage wird daher bei Doppelboden-Schiffen eine Beschädigung der Ladung bedingen, wenn nicht in geeigneter Weise Vorkehrungen dagegen getroffen werden. Es geschieht dies in der Weise, dass man im Doppelboden sogenannte „Brunnen“ anordnet, d. h. man stellt an geeigneten Stellen des Doppelbodens durch etwa zwei bis drei Spantendistanzen voneinander entfernte Schotte kleine, wasserdichte Räume her, welche nur zur Aufnahme des Bilgewassers dienen. Durch kleine, in der Tankseitenplatte angeordnete Oeffnungen kann das zu jeder Seite des Doppelbodens angesammelte Wasser in diese Brunnen abfließen. In vielen Fällen ist daher in jeder durch wasserdichte Schotte getrennten Abtheilung ein solcher Brunnen vorhanden, ähnlich wie das auch in Fig. 7 auf Taf. XXXIX gezeigt ist. Der Maschinenraum erhält in allen Fällen unmittelbar vor dem hinteren Querschott einen Brunnen, der mindestens zwei Spantendistanzen lang ist. In unserer Zeichnung ist derselbe mit *a* bezeichnet. — Vor dem Maschinenraume ist ein zweiter Brunnen angeordnet, in welchem sich das Bilgewasser aus dem Grossraume sammeln soll. In den meisten Fällen wird dieser Brunnen unmittelbar vor dem wasserdichten Schott angebracht, wo er, wenn das Schiff Ladung eingenommen hat, ganz unzugänglich ist. Es empfiehlt sich mit Rücksicht hierauf mehr, denselben unmittelbar hinter dem Schott, welches den Kesselraum und den Grossraum voneinander scheidet, anzubringen, da alsdann der Brunnen vom Kesselraume aus zugänglich gemacht werden kann. Es ist dieser Umstand insofern von Wichtigkeit, als es dann und wann nothwendig wird, die in dem Brunnen vorhandenen Saugkörbe der Bilgepumpenleitung zu reinigen. Wenn kein sogenannter Querbunker vorhanden ist, so lässt sich diese Einrichtung sehr leicht treffen, denn man braucht nur unmittelbar hinter dem vorderen Kesselraumschott ein Mannloch in die Tankdecke zu schneiden, um in den Brunnen gelangen zu können. Ist das Schiff jedoch mit einem Querbunker versehen, wie das in unserer Zeichnung dargestellt ist, so lässt sich der Brunnen des Grossraumes nur dann vom Kesselraume aus zugänglich machen, wenn, wie das vielfach üblich, ein von dem Kesselraume durch den Bunker hindurch nach dem Grossraume führender Tunnel vorhanden ist. Der Zweck desselben ist folgender: Die in den grösseren Dampfern fest eingebauten Bunker besitzen gewöhnlich nicht ein genügendes Volumen, um alle erforderlichen Kohlen für eine sehr lange Reise fassen zu können. Man sieht sich deshalb genöthigt, noch einen Theil des Laderaumes mit Kohlen zu füllen, und zwar errichtet man zu diesem Zwecke in einer Entfernung

von ungefähr vier bis acht Spantendistanzen von dem vorderen Schott des Querbunkers ein hölzernes Schott und füllt den so entstandenen Raum mit Kohlen. Um dieselben nun bequem während der Fahrt nach dem Heizraume bringen zu können, wird der erwähnte Tunnel angebracht, der, wenn er nicht benutzt wird, mit einer wasserdicht schliessenden Thüre abgesperrt wird. — Wenn man nun in dem den Fussboden dieses Tunnels bildenden Theile der Tankdecke ein Mannloch anbringt, so kann man jeder Zeit vom Kesselraume aus nach dem Brunnen des Grossraumes Nr. II gelangen. — Wie aus unserer Zeichnung ferner ersichtlich, sind ähnliche Brunnen an den Trennungsschotten zwischen den Räumen I und II und zwischen den Räumen III und IV angebracht. Das Bilgewater aus dem Raume I soll sich in dem Brunnen *c* und dasjenige aus den Räumen III und IV in dem Brunnen *d* sammeln. Wir sehen also, dass sich die Brunnen bei den Räumen I, II und III immer am hinteren Ende des Laderaumes befinden, und da das Schiff unter gewöhnlichen Verhältnissen immer etwas steuerlastig liegt, so wird das Bilgewater auch einen guten Abfluss dahin finden. Da jedoch der Tanktop, wie früher erwähnt, nach hinten zu beträchtlich ansteigt, so wird das Bilgewater in dem Raume IV nicht nach hinten laufen können und deshalb muss dort ebenfalls das Wasser in den Brunnen *d* ablaufen. Unter keinen Umständen sollten die Wasserläufe des Raumes III ein Abflussrohr nach dem Maschinenbrunnen erhalten; denn da letzterer immer reichlich mit Bilgewater gefüllt ist, so ist es unvermeidlich, dass dasselbe beim Ueberliegen des Schiffes in den Raum III tritt und die Ladung beschädigt.

Die Oeffnungen, durch welche das Wasser von den seitlichen Wasserläufen neben dem Doppelboden in die Brunnen gelangt, müssen mit geeigneten Verschlussvorrichtungen versehen sein, welche vom Oberdeck aus bewegt werden können, so dass in dem Falle, wenn das Schiff durch Aufstossen auf einen harten Gegenstand innerhalb eines Brunnens leck werden sollte, derselbe sofort wasserdicht abgeschlossen werden kann.

In neuerer Zeit haben viele Schiffbauer die Brunnen für die Laderäume, um die Baukosten zu vermindern, weggelassen und nur den Maschinenbrunnen beibehalten. Die Saugrohre der Bilgepumpen saugen dann direct aus dem Wasserlaufe zu jeder Seite des Tanks. Solange keine Leckage vorhanden ist, wird diese Einrichtung meistens auch genügen; sowie aber nur eine kleine Undichtigkeit entsteht und ein Ansammeln von Wasser in den seitlichen Wasserläufen eintritt,

wird eine Beschädigung der Ladung bei dieser Einrichtung nicht zu vermeiden sein.

Welche Construction auch für den Doppelboden gewählt sein mag, stets erfordert das Abdichten der Querschotte, welche innerhalb des Tanks die Brunnen bilden, die grösste Aufmerksamkeit. Die Anwendung von Dichtungsmaterial ist hierbei möglichst zu vermeiden, und nur zwischen den Winkeleisen der Längsträger und der Tankdecke, sowie zwischen diesen Winkeln und der Längsträgerplatte selbst sollte an der Kreuzungsstelle mit dem Schott ein Stück mit dicker Mennigfarbe getränkten Segeltuches angebracht werden, um zu verhindern, dass das Wasser zwischen diesen Theilen entlang laufen kann. Die Winkel, welche an der Peripherie des Schottes den Abschluss an der Aussenhaut und der Tankdecke bilden, dürfen jedoch nur verstemmt werden. Da die Kielplatte nicht in einem scharfen Knick umgebogen werden kann, so wird immer an der Stelle, wo sich dieselbe mit ihrem Flansche an die verticale Seite des Kiels anlegt, in dem Schott eine kleine Oeffnung bleiben, die nur durch einen sorgfältig eingepassten eisernen Keil abzudichten ist. In ähnlicher Weise muss die an dem Vereinigungspunkte von der Tankseitenplatte mit der Aussenhaut entstehende kleine Oeffnung verschlossen werden.

Die Beplattung des Tanktops wird in längsschiffs laufenden Straken angeordnet, und die Stösse der einzelnen Platten müssen, in ganz ähnlicher Weise wie bei der Aussenhaut, miteinander verschliessen. Die Dicke der Platten schwankt von 8 mm für kleinere Schiffe bis zu 10 mm bei den grösseren, und nur in seltenen Fällen steigt sie bis 11 mm. Da jedoch die Tankdecke einestheils unter der Maschine eine grössere Beanspruchung erfährt und andernteils unter den Kesseln durch Asche und Schlacken einer stärkeren Abnutzung durch Corrosion ausgesetzt ist, so wird die Dicke derselben im Maschinen- und Kesselraume gewöhnlich um 2 bis 3 mm grösser gemacht, als in den übrigen Räumen. Unterhalb der Maschine selbst wird die Plattendicke der Tankdecke sogar bis auf das Doppelte gesteigert, wie wir das bereits bei Besprechung der Maschinenfundamente gesehen haben. — Der auf dem mittleren Längsträger, bezw. auf dem Mittelplattenkiele entlang laufende Plattenstrak der Tankdecke, die sogenannte Mittelplatte, erhält, wenn das Schiff mit gewöhnlichen Bodenwrangen versehen ist, eine um $1\frac{1}{2}$ mm grössere Dicke; ist jedoch der Doppelboden nach dem Bracketsysteme oder auf hohen Bodenwrangen erbaut, so wird die Dicke der Mittelplatte um 3 mm

grösser gewählt. Der Grund für diese grössere Verstärkung der Mittelplatte liegt in dem Umstande, dass bei der Doppelbodenconstruction nach dem Bracketsysteme oder mit hohen Bodenwrangen der Querverband durch die verticale Mittelkielplatte ganz unterbrochen ist und diese Verschwächung durch eine starke Platte, welche beide Seiten der Querträger miteinander verbindet, ausgeglichen werden soll. Aus dem gleichen Grunde wird die Mittelplatte der Tankdecke auch mit den beiden anstossenden Plattenstraken durch eine doppelt vernietete Längsnaht verbunden, während die übrigen Längsnahte nur eine einfache Vernietung erhalten.

Die Quernähte oder Stösse der Mittelplatte werden mit oben aufliegenden Laschen versehen, die mindestens für die mittlere Hälfte der Schiffslänge dreifache und an den Schiffsenden doppelte Vernietung erhalten. Die Quernähte der übrigen Plattenstraken der Tankdecke werden gewöhnlich überlappt und erhalten nur doppelte Vernietung.

Bei der Construction nach dem Bracketsysteme, wo ununterbrochen über die ganze Länge des Schiffes durchlaufende Längsträger vorhanden sind, welche an ihrer unteren Kante mit der Aussenhaut und an ihrer oberen mit der Tankdecke durch Winkeleisen in Verbindung stehen, werden alle etwa in der Bodenbeplattung auftretenden, längsschiffs gerichteten Zug- oder Druckspannungen auf die Beplattung der Tankdecke übertragen. Es ist daher auch vollkommen gerechtfertigt, wenn die Classifications-Institute bei dieser Construction eine Verminderung in der Dicke der Bodenbeplattung, gegenüber der für Schiffe ohne Doppelboden vorgeschriebenen, erlauben. Bei der Doppelbodenconstruction mit hohen Bodenwrangen wird die Beplattung der Tankdecke in ähnlicher Weise durch die Vermittelung der aus eingeschobenen Platten bestehenden Längsträger in Mitleidenschaft gezogen und deshalb ist auch hier eine Reduction in der Dicke der Bodenbeplattung üblich, obgleich hier die Spannungsübertragung jedenfalls nicht eine so vollkommene wie beim Bracketsysteme ist. Einige Classifications-Institute gestatten jedoch auch dieselbe Reduction, wenn der Doppelboden auf gewöhnlichen Bodenwrangen erbaut ist, trotzdem in diesem Falle die oben aufgeführte Begründung kaum noch zutreffend ist, da ausser der Tankseitenplatte hier keine Theile vorhanden sind, welche die Spannung der Bodenbeplattung auf die Tankdecke übertragen könnten. — Die erwähnte Reduction in der Dicke der Bodenbeplattung beträgt 1 bis $1\frac{1}{2}$ mm auf jeden Plattenang, der ganz innerhalb des Doppelbodens liegt.

In der Tankdecke müssen an geeigneten Stellen gut verschliessbare Mannlöcher angebracht werden, und zwar pflegt man für jede Abtheilung des Doppelbodens mindestens deren vier anzuordnen, nämlich zwei am Vorderende und zwei am Hinterende. Dies ist für die nach dem Bracketsysteme und mit hohen, ununterbrochenen Bodenwrangen construirten Doppelböden meistens ganz genügend, da dieselben bequem zugänglich sind. — Die auf gewöhnlichen Bodenwrangen erbauten Doppelböden sind jedoch schwieriger zu befahren, weil man bei der Untersuchung des Tanks nur über den Bodenwrangen zwischen zwei Längsträgern entlang rutschen kann. Die Längsträger sind hier häufig so niedrig, dass es nicht möglich ist, ein Mannloch von genügender Grösse in dieselben einzuschneiden, um durch dasselbe in den benachbarten Theil des Tanks gelangen zu können. In einem solchen Falle muss man daher jeden einzelnen durch die Längsträger getrennten Theil des Doppelbodens durch ein besonderes in die Tankdecke eingeschnittenes Mannloch zugänglich machen.

Bei der Construction der Mannlochverschlüsse kann man zwei verschiedene Arten unterscheiden. Bei der einen in Fig. 10 und 11 auf Taf. XXXI dargestellten Construction wird der Deckel von oben auf die Tankdecke gelegt und durch eine grössere Anzahl an der Peripherie in Abständen von 10 bis 15 cm angeordneter Stiftschrauben von $\frac{3}{4}$ bis $\frac{7}{8}$ Durchmesser niedergehalten. Der Rand des Mannloches ist durch einen ungefähr 8 bis 12 cm breiten und 20 mm dicken Flacheisenring versteift, in welchen die Schrauben von unten eingeschraubt sind. Den Deckel selbst macht man gewöhnlich um 1 oder 2 mm dicker als die Tankdecke und verstärkt ihn auch noch ausserdem durch einen Ring von Flacheisen oder Winkeleisen. Die äusseren Dimensionen desselben müssen etwas geringer als die Mannlochöffnung sein, so dass der Ring in die Oeffnung hineinpasst und auf diese Weise verhindert, dass sich das Dichtungsmaterial nach dem Innern des Mannloches zu verschieben kann.

Bei der zweiten Art des Mannlochverschlusses wird der Deckel mit Hilfe von zwei starken Schrauben und zwei quer über das Mannloch gelegten Traversen von unten gegen die Tankdecke gepresst, so wie das aus Fig. 12 und 13 auf Taf. XXXI ersichtlich ist. Der Rand des Mannloches sowohl, als auch der Deckel selbst, sind durch aufgenietete Flacheisenringe in ähnlicher Weise wie bei der vorher beschriebenen Construction verstärkt.

Die einzelnen Abtheilungen des Doppelbodens, sowie die Brunnen müssen, ehe das Schiff den Helling verlässt, sorgfältig auf ihre Dichtig-

keit geprüft werden. Es geschieht das in der Weise, dass man jede dieser Abtheilungen für sich zunächst voll Wasser pumpt. Eine der Mannlochöffnungen wird provisorisch mit einem Deckel geschlossen, welcher mit einem 10 bis 15 cm weiten verticalen Rohre versehen ist. Letzteres muss wenigstens bis zum Oberdeck reichen. Man leitet nun den Schlauch einer Wasserleitung in dieses Rohr und füllt den Tank so lange, bis das Wasser an die obere Oeffnung des Rohres reicht. Auf diese Weise wird der Tank einem Drucke ausgesetzt, der um etwas grösser ist als derjenige, welchem er zu widerstehen hat, wenn später bei tief beladenem Schiffe die Tanks gefüllt werden.

Die Anbringung eines Doppelbodens innerhalb des Maschinen- und Kesselraumes ist mit mancherlei Unzukömmlichkeiten verknüpft, einmal, weil wegen des im Maschinenraume stets vorhandenen Wassers der Mangel eines grösseren Bilgeraumes besonders unangenehm ist, und dann, weil hierdurch die Kessel in dem unteren Theile ihrer Peripherie sehr schwer zugänglich werden. Der letztere Umstand ist besonders deshalb sehr unangenehm, weil die Kessel namentlich an ihrer unteren Seite häufig Leckagen zeigen und Reparaturen erfordern. In Schiffen von grosser Raumentiefe kann man die Kessel genügend hoch legen, um zwischen der Unterkante und der Tankdecke den erforderlichen Raum zu lassen. Bei kleineren Schiffen ist das jedoch nicht immer möglich, und dieser Umstand im Verein mit der Annehmlichkeit eines grossen Bilgeraumes unter der Maschine veranlassen bisweilen den Constructeur, den Doppelboden innerhalb des Maschinen- und Kesselraumes ganz wegzulassen. Auf diese Weise entsteht eine Anordnung des Wasserballastes, wie sie in Fig. 11 auf Taf. XXXIX dargestellt ist und welche namentlich bei kleineren Dampfern häufig vorkommt.

Da hier der Doppelboden gerade in der Mitte der Schiffslänge, also da, wo die grösste Beanspruchung der Längsachse vorhanden ist, fehlt, so kann derselbe auch nicht in der früher besprochenen Weise zur Festigkeit des Schiffes in der Längsrichtung etwas beitragen. Von einer Verminderung der Dicke der Bodenbeplattung kann demnach auch hier keine Rede mehr sein. — Bei dieser Anordnung des Wasserballastes ist es besonders wichtig, dass die im vorderen und hinteren Doppelboden vorhandenen Längsträger über den mittleren Theil des Schiffes in geeigneter Weise fortgesetzt werden, so dass sie sich ununterbrochen über die ganze Länge erstrecken. Es geschieht das gewöhnlich in der Weise, dass man diese

Längsträger, gleichgültig, ob der Doppelboden nach dem Bracket-systeme oder mit gewöhnlichen Bodenwrangen erbaut ist, auf ungefähr zwei bis drei Spantendistanzen durch die Maschinenschotte hindurchreichen lässt und ihre Oberkante allmählich bis auf die Höhe der Bodenwrangen abschrägt. Innerhalb des Maschinenraumes werden die Längsträger dann gewöhnlich als eingeschobene Seitenkielschweine fortgesetzt. Die im Maschinenraume erforderlichen Kimmkielschweine reichen dagegen auf einige Spantendistanzen in den vorderen und hinteren Doppelboden hinein, so dass ein möglichst günstiger Verschuss in den Längsverbänden stattfindet.

Bei dieser Construction ist die Einrichtung von Brunnen in den Laderäumen weniger dringend erforderlich, weil man dem sich hier ansammelnden Wasser Abfluss nach dem Maschinen- und Kesselraume schaffen kann, indem man im vorderen und hinteren Maschinenraumschott in jedem der seitlichen Wasserläufe neben dem Doppelboden eine durch einen Schottenschieber verschliessbare Oeffnung anbringen kann. — Es ist jedoch unter allen Umständen zweckmässiger, auch hier Brunnen in den Laderäumen einzurichten, welche direct durch die Maschinenpumpen entleert werden können.

In vereinzeltten Fällen wird wohl auch eine Doppelbodenanordnung gewählt, welche gewissermaassen eine Umkehrung der soeben beschriebenen ist; man stellt nämlich in diesen Fällen nur unter Maschine und Kessel einen Doppelboden her und lässt denselben im Vorder- und Hinterschiffe ganz fehlen. Selbstverständlich kann ein so gestalteter Tank einen verhältnissmässig nur geringen Rauminhalt haben und wird zum Ballasten des Schiffes nur von untergeordnetem Werthe sein. Thatsächlich wird diese Anordnung in der Mehrzahl der Fälle nur deshalb angewendet, um den Doppelboden im Hafen mit Frischwasser zu füllen, welches dann während der Reise statt des Seewassers zum Speisen der Kessel benutzt wird. Da sich nun hierbei der Doppelboden während der Reise nur ganz allmählich entleert, so würde das Wasser in dem halbgefüllten Tank beim Rollen des Schiffes in eine heftige Bewegung versetzt werden und eine nicht unbedeutende Schlagseite verursachen, wenn nicht hiergegen in geeigneter Weise Vorsorge getroffen wird. Aus diesem Grunde giebt man daher allen den Tanks, welche zur Aufnahme von Kesselspeisewasser bestimmt sind, ein wasserdichtes Längsschott, welches den Doppelboden in zwei symmetrische Theile zerlegt. Man wendet daher, wenn auch nicht für die ganze Länge des Schiffes, so doch mindestens innerhalb des Doppelbodens, mit Vortheil eine Mittelkielplatte an.

Da jedoch bei dieser Construction die Verbindungswinkel an der Unterkante der Bodenwrangen durch die verticale Mittelplatte hindurchgeschoben werden müssen, so bietet die Herstellung des wasserdichten Abschlusses der beiden Tankseiten ohne Zuhilfenahme eines Dichtungsmittels viele Schwierigkeiten. Man begnügt sich daher gewöhnlich damit, die Durchdringungsöffnung für die erwähnten Verbindungswinkel dem Profile der letzteren möglichst genau anzupassen und den wasserdichten Abschluss durch eine dicke Cementschicht herzustellen. Da diese Trennungswand keinem hohen Drucke ausgesetzt ist, so genügt diese Methode auch in den meisten Fällen. Manche Baumeister lassen, um die wasserdichte Trennung der beiden Tankseiten zu ermöglichen, die Verbindungswinkel der Spanten gar nicht durch die Mittelkielplatte hindurchlaufen, sondern befestigen die beiden Theile der Bodenwrangen an der Mittelplatte nur mit Hilfe von verticalen Winkeleisen. Diese Construction besitzt selbstverständlich eine geringere Festigkeit, da hierbei die Steifigkeit des Bodens in einer zur Längsachse des Schiffes rechtwinkelig gelegenen Richtung ganz wesentlich herabgemindert wird. — Kommt ein flacher Plattenkiel zur Anwendung, so können die Verbindungswinkel der Spanten, wie wir schon bei Besprechung der verschiedenen Kielconstructions erwähnt haben, wegfallen, und die wasserdichte Trennung der beiden Seiten des Doppelbodens kann dann in zuverlässigerer Weise hergestellt werden.

Bei den Dampfern, welche mit einem sich über die ganze Länge des Schiffes erstreckenden Doppelboden versehen sind, wird übrigens auch in vielen Fällen der unter der Maschine liegende Tank durch ein wasserdichtes Längsschott in zwei Theile zerlegt, um in derselben Weise, wie oben beschrieben, als Aufbewahrungsraum für das Kesselpeisewasser benutzt zu werden. — Die Längstheilung des Doppelbodens hat auch noch den Vortheil, durch Füllen oder Entleeren der einen Abtheilung eine etwa vorhandene Schlagseite des Schiffes ausgleichen zu können.

Bei grösseren Dampfern wird der Doppelboden fast ausnahmslos durch eine wasserdicht eingebaute Mittelkielplatte der Länge nach getheilt.

Das Charakteristische der Anordnung des Wasserballastes im Doppelboden besteht darin, dass der zur Aufnahme des Wasserballastes erforderliche Schiffsraum niemals zum Verstauen von Ladung dienen kann. Bei Schiffen von gleichen Hauptdimensionen, d. h. von gleicher Länge, Breite und gleicher Tiefe, von der Oberkante des Kieles bis

zur Oberkante der Oberdecksbalken gemessen, muss demnach der in einem Doppelboden-Schiff disponible Raum zur Aufnahme von Ladung ein wesentlich kleinerer sein, als in dem Falle, wenn das Schiff keinen Doppelboden besitzt, da die Höhe des letzteren stets eine wesentlich grössere, als die der gewöhnlichen Bodenwangen ist. — Nimmt man an, dass das Schiff mit einer homogenen Ladung beladen sei, welche die Räume ganz füllt, so wird ein Schiff mit Doppelboden im Ver- gleiche mit einem anderen ohne solchen nicht nur weniger Ladung fassen können, sondern der Schwerpunkt der ganzen Ladung wird auch beim Doppelboden-Schiffe beträchtlich höher liegen. Das Doppel- boden-Schiff zeigt demnach in beladenem Zustande auch immer eine geringere Stabilität als ein anderes ohne Doppelboden von gleichen Hauptdimensionen, vorausgesetzt, dass der Doppelboden nicht gefüllt ist. Hieraus geht hervor, dass man bei einem mit Doppelboden ver- sehenen Schiffe die Breite verhältnissmässig grösser wählen muss, um eine hinreichende Stabilität zu erzielen. Bei der Construction dieser Schiffsgattung ist jedoch vielfach auf diesen Umstand nicht in ge- nügender Weise Rücksicht genommen worden; man hat hierbei vielmehr häufig die gleichen Verhältnisse der Hauptdimensionen ge- wählt wie bei gewöhnlichen Schiffen. Hierdurch erklärt es sich denn auch, dass die älteren Doppelboden-Schiffe in beladenem Zustande meistens eine sehr geringe Stabilität besitzen, und dies scheint auch der Grund für die grossen Verluste zu sein, welche bei dieser Schiffs- gattung älterer Construction durch Sinken auf hoher See constatirt worden sind.

Als ein grosser Vortheil der Doppelbodenconstruction muss der Umstand hingestellt werden, dass diese Schiffe dicht bleiben und der Gefahr des Sinkens nicht ausgesetzt sind, wenn sie sich durch Auf- stossen auf einen Felsen oder einen anderen harten Gegenstand einen Leck in den äusseren Boden gerissen haben. In einem solchen Falle füllt sich nur der Doppelboden; das Schiff selbst bleibt aber voll- kommen seefähig, und es sind eine Menge Fälle bekannt, wo Schiffe mit einem oder mehreren Lecken im Boden noch sehr lange Reisen unternommen haben. Es würde dieser Umstand selbstverständlich eine grosse Ueberlegenheit an Sicherheit dieser Schiffsgattungen bedingen, wenn sie nicht wieder in anderer Richtung Nachtheile in sich schlösse, die bei Schiffen ohne Doppelboden nicht in gleichem Maasse vorhanden sind und auf die wir noch weiter unten zurück- kommen.

Ein Punkt, welcher bei allen Doppelboden-Schiffen eine ganz

besondere Aufmerksamkeit erfordert, ist die Anlage der Rohrleitung zum Entleeren der Tanks und der Bilge. Dieselbe muss so eingerichtet sein, dass alle Tanks und Brunnen, oder die sonst etwa vorhandenen Sammelstellen für das Bilgewasser immer in zuverlässiger Weise ganz entleert werden können, und zwar auch dann noch, wenn das Schiff aus irgend einer äusseren Veranlassung eine starke seitliche Neigung haben sollte. Dies bedingt natürlich, dass jeder Tank und jeder Brunnen seine selbständige Rohrleitung nach den Lenzpumpen der Maschine besitzt. Es müssen also mindestens ebensoviele Rohrstränge wie Tanks und Brunnen vorhanden sein. Besitzt jedoch das Schiff einen sehr flachen Boden, so würde eine derartige Einrichtung noch nicht einmal genügen, denn sowie sich das Schiff etwas nach einer Seite überneigt, wird die in der Mittellinie befindliche Brause der Saugleitung durch das Ueberfliessen des Wassers nach der Seite trocken gelegt. Alle flachbodigen Schiffe, und das ist die Mehrzahl, müssen daher unbedingt in jedem mittleren Tank und Brunnen mindestens drei Brausen erhalten, nämlich eine in der Mittellinie und eine in jeder Kimm. Jede dieser Brausen erfordert dann wieder einen besonderen Rohrstrang nach den Maschinenlenzpumpen.

Aus dem Gesagten lässt sich schon übersehen, wie complicirt die Rohrleitungen in einem Doppelboden-Schiff werden und wie leicht dieselben, sei es durch fremde Körper, welche sich in den Rohren festsetzen, oder durch Unregelmässigkeiten in der Handhabung in Unordnung gerathen können. Hierin liegt jedoch eine ernste Gefahr für das Schiff, denn wenn nur einer der Tanks nicht ganz frei von Wasser ist, so wird dasselbe nach einer Seite überschossen und dem Schiffe eine Schlagseite geben, die bei stürmischem Wetter die Ursache zum Verluste des Schiffes werden kann, und thatsächlich sind aus dieser Veranlassung schon manche Schiffe gekentert. Eine gute Anordnung der Rohrleitung kann allerdings viel dazu beitragen, diese Gefahr zu vermeiden, und namentlich ist die Anbringung einer genügenden Anzahl Brausen in der Kimm hierbei von grossem Werthe. Trotzdem findet man noch immer viele Schiffe, bei welchen diese Einrichtung aus Sparsamkeitsrücksichten weggelassen oder doch nicht in genügendem Umfange ausgeführt wird. Ereignet es sich einmal bei einem in dieser Beziehung mangelhaft construirten Dampfer, dass durch einen Fehlgriff in der Ventilstellung mehrere Doppelbodentanks gleichzeitig nur theilweise mit Wasser gefüllt werden — ein Fall, der schon wiederholt vorgekommen ist —, so kann man, da sich das Schiff sofort stark überneigt, die Tanks nicht wieder ohne Weiteres

entleeren. Bei einem derartigen Falle bleibt, um das Schiff aufzurichten, nichts anderes übrig, als die Tanks ganz zu füllen und dann jeden einzelnen leer zu pumpen.

Trimmtanks.

Die in den äussersten Enden eines Dampfers gelegenen Räume, welche nicht zum Einnehmen von Ladung benutzt werden können, nämlich der Raum zwischen Collisionsschott und Vordersteven und derjenige zwischen dem Stopfbüchenschott und Hintersteven, werden in vielen Fällen als Wasserballasttanks construiert. Wie leicht zu übersehen, ist das Wasserquantum, welches diese Räume fassen können, wegen der in den Schiffsenden vorhandenen scharfen Form ein verhältnissmässig geringes. Diese Einrichtung eignet sich daher nicht dazu, um Wasserballast im gewöhnlichen Sinne des Wortes zu nehmen, bezw. um den Tiefgang des Schiffes durch das Füllen dieser Räume wesentlich zu vergrössern; dagegen bietet dieselbe ein sehr bequemes Mittel, um die Steuerlastigkeit, bezw. den Trimm eines Fahrzeuges zu reguliren. Auf diese Weise erklärt sich auch der Name „Trimmtank“. — Ein gewöhnlicher Fall ist z. B. der, dass man durch das Füllen des hinteren Tanks die Steuerlastigkeit um ein Beträchtliches vergrössert, um die Schraube tiefer einzutauchen und ihr zu einer besseren Wirkung zu verhelfen. — Ein anderer Fall, bei welchem der vordere Trimmtank von Wichtigkeit wird, tritt dann ein, wenn ein Dampfer, welcher eine bedeutende Steuerlastigkeit besitzt, in einen Hafen einlaufen soll, der nicht genügend Wassertiefe hat. Durch das Aufpumpen des vorderen Tanks wird das Schiff sich alsdann hinten um einen gewissen Betrag heben und die seichten Stellen möglicherweise passiren können. — Auch in dem Falle, wenn die Bunker eines Dampfers vor der Schiffsmittle liegen, so dass durch den Verbrauch an Kohlen während einer langen Reise eine übermässige Steuerlastigkeit entstehen würde, bietet das Füllen des vorderen Trimmtanks ein sehr gutes Mittel, um den Dampfer mehr auf ebenem Kiel zu erhalten.

Die allgemeine Anordnung der Trimmtanks ist aus Fig. 10 auf Taf. XXXIX ersichtlich.

Ueber die Construction der Tanks selbst ist nur wenig zu sagen, denn es gilt hier dasselbe, was wir schon bei den hohen Ballasttanks

erwähnt haben. — Der Raum hinter dem Stopfbüchenschott der Schraubenschiffe wird, wie wir das bei Besprechung der Construction des Hinterschiffes bereits näher ausführten, ohnehin in den meisten Fällen mit einem wasserdichten Deck versehen, gleichgültig, ob diese Räume als Wasserballast benutzt werden sollen oder nicht. Wenn man also nur die nöthigen Rohrleitungen zum Füllen und Entleeren, sowie zum Entweichen der Luft anbringt, so kann hier meistens ohne weiteres Wasserballast eingenommen werden. — Handelt es sich um einen Räder- oder Zweischrauben-Dampfer, so geschieht die Anordnung und Construction des hinteren Trimm tanks in ganz ähnlicher Weise.

Der vordere Trimm tank ist, wie erwähnt, durch das Collisionschott, welches gewöhnlich noch durch Wulsteisen besonders versteift wird, und durch ein etwa in der Höhe der obersten Wasserlinie liegendes wasserdichtes Deck begrenzt. — Das, was wir seiner Zeit über die Abdichtung des Decks oberhalb des Wellenrohres in Schraubenschiffen gesagt haben, gilt im Allgemeinen auch für die Decks der Trimm tanks.

In gleicher Weise wie bei den übrigen Ballast tanks ist auch hier für eine gute Luftcirculation unterhalb der Tankdecke zu sorgen.

Da der höchste Punkt dieser Tanks fast immer noch etwas über der Wasserlinie bleibt, so muss das Rohrsystem zum Füllen und Entleeren derartig construirt sein, dass das Wasser nicht nur aus den Tanks, sondern auch in dieselben gepumpt werden kann. Es ist deshalb auch ein Ueberlaufrohr anzubringen, um zu verhindern, dass der Tank beim Vollpumpen gesprengt wird.

Ein Nachtheil der Trimm tanks besteht darin, dass die Schiffsenden nicht unbeträchtlich belastet werden. Dieser Umstand äussert sich weniger schädlich wegen der hierdurch bedingten grösseren Beanspruchung der Festigkeit, als wegen seines Einflusses auf das Verhalten des Schiffes im Seegange. Die Belastung der Schiffsenden bedingt nämlich eine erhebliche Steigerung des Trägheitsmomentes, bezogen auf eine horizontale, rechtwinkelig zur Längsrichtung durch den Schwerpunkt laufende Achse, wodurch die Stampfbewegungen des Schiffes wesentlich heftiger werden; denn einestheils wird sich das Vorderende, wenn es durch grosse Massen belastet ist, im Seegange nur schwer heben, andernteils wird es aber, wenn einmal gehoben, mit um so grösserer Gewalt wieder in die See untertauchen.

In ähnlicher Weise wird auch das Trägheitsmoment, bezogen auf eine verticale, durch den Schwerpunkt gerichtete Achse, in Folge des Füllens der in so grosser Entfernung von der Schiffsmittle angeordneten Tanks vergrössert. Dieser Umstand wirkt oft nachtheilig auf die Steuerfähigkeit des Schiffes und kann die Ursache zu der Erscheinung sein, die der Seemann als „wildes Steuern“ bezeichnet.

Siebzehntes Kapitel.

Die Nietverbindungen.

Ein aus Eisen oder Stahl erbauter Schiffskörper ist, wie wir in den vorhergehenden Kapiteln ausführlich besprochen haben, in der Hauptsache nur aus Platten und Winkeleisen zusammengesetzt, wozu noch ein verhältnissmässig kleiner Theil Façoneisen in Form von Wulsteisen, Wulst-T-Eisen oder gewöhnlichem T-Eisen kommt. Die Vereinigung aller dieser Theile geschieht, wie wir gleichfalls schon andeuteten, fast ausschliesslich durch Niete. Die Festigkeit und Solidität des ganzen Schiffskörpers muss daher nothwendiger Weise zum grössten Theile von dem Grade der Festigkeit der Nietverbindungen abhängen und die Verhältnisse und Anordnung derselben erfordern daher die vollste Aufmerksamkeit von Seiten des Constructeurs.

Die Hauptgesichtspunkte, von welchen aus die Zweckmässigkeit einer Nietverbindung beurtheilt werden muss, sind die Festigkeit und die Dichtigkeit, und zwar ist es bei einer grossen Zahl von Nietverbindungen nur die Festigkeit, in der Mehrzahl der Fälle aber sind es beide Eigenschaften, auf die man Rücksicht zu nehmen hat.

Der Fall, bei welchem eine Nietverbindung nur auf Dichtigkeit in Anspruch genommen wird, kann kaum in Frage kommen, denn überall da, wo ein grösserer Flüssigkeitsdruck vorhanden ist, wird auch eine gewisse Festigkeit der Vernietung vorausgesetzt werden müssen.

Ogleich theoretische Untersuchungen nicht als in das Bereich dieses Werkes gehörig betrachtet werden können, so wollen wir doch hier in aller Kürze die Grundsätze, welche für die Festigkeit der

Nietverbindungen maassgebend sind, näher beleuchten, da deren Kenntniss zur richtigen Beurtheilung der verschiedenen Arten der Vernietungen auch für den Praktiker erforderlich ist.

Wir wollen unsere Untersuchung, der historischen Entwicklung des Eisenschiffbaues folgend, zunächst nur auf die Vernietung eiserner Platten ausdehnen und werden dann später die gewonnenen Resultate auf die Verbindungen von Stahlplatten übertragen.

I. Vernietung eiserner Platten.

Es werde zunächst angenommen, zwei Platten seien durch zwei oder drei Nietreihen miteinander verbunden und durch einen zu letzteren rechtwinkelig gerichteten Zug in Anspruch genommen. Wenn sich diese Spannung immer mehr steigert, so wird nothgedrungen einmal eine Lösung der Verbindung eintreten müssen, und zwar kann dieselbe auf verschiedene Weise vor sich gehen, wie das in den Fig. 1 bis 4 auf Taf. XL veranschaulicht ist. — Bei dem in Fig. 1 dargestellten Falle erfolgt die Zerstörung der Nietverbindung durch „Abscheeren“ der Niete, d. h. es tritt ein Abquetschen derselben in der Berührungsfläche der beiden Platten ein, wobei letztere selbst unversehrt bleiben. — Ein anderer Fall ist der in Fig. 2 gezeigte, bei welchem ein Ausreissen der Nietlöcher stattfindet. Eine der Platten bleibt hierbei unversehrt, während sich die Nietlöcher der anderen zu schlitzförmigen Oeffnungen nach den Kanten zu erweitern. Die Niete selbst bleiben hierbei unverletzt. — Fig. 3 veranschaulicht den Fall, bei welchem die Platte einfach in der letzten Nietreihe abreisst.

Diese drei soeben geschilderten Fälle bilden sozusagen die einfachen Grundformen für die Lösung einer Nietverbindung. Der Bruch kann jedoch auch in der Weise stattfinden, dass sich zwei der besprochenen Fälle oder alle drei combiniren, wie das z. B. in Fig. 4 auf Taf. XL veranschaulicht ist. Die Lösung erfolgt hier durch Abreissen der einen Platte in der mittleren Nietreihe bei gleichzeitigem Abscheeren der Niete der letzten Reihe. Statt des Abscheerens kann selbstverständlich auch ein Ausreissen der Nietlöcher eintreten. Es sind in dem vorliegenden Falle in der mittleren Nietreihe drei Niete

angenommen, da bei einer Anordnung, wo nur zwei Niete in allen drei Reihen vorhanden sind, nicht zu erwarten sein würde, dass ein Abreissen in der mittleren Nietreihe stattfindet; vielmehr würde das schon in der letzten Nietreihe eintreten, da der Plattenquerschnitt in allen drei Nietreihen gleichgross ist.

Eine zweckmässig angeordnete Nietverbindung muss gegen jede der hier beschriebenen Arten der Lösung die möglichst grösste Festigkeit bieten.

Fasst man die drei in Fig. 1 bis 3 dargestellten Fälle etwas näher ins Auge, so wird man sehr bald zu der Ueberzeugung gelangen, dass der Nietdurchmesser mit dem Abstände der Niete unter sich und vom Rande der Platte in enger Beziehung steht. Wird z. B. der Durchmesser des Nietes etwas grösser gewählt, so wird allerdings die Festigkeit gegen das Abscheeren gesteigert, dagegen wird der Plattenquerschnitt in der letzten Nietreihe in Folge der grösseren Nietlöcher verringert und damit die Festigkeit gegen das Abreissen herabgesetzt. — Die Widerstandsfähigkeit gegen das Ausreissen braucht hierbei noch nicht in Frage gestellt zu sein, da man die Festigkeit der Nietverbindung nach dieser Richtung hin leicht durch eine grössere Entfernung der einzelnen Nietreihen unter sich beliebig steigern kann, ohne den Widerstand gegen die übrigen Beanspruchungsweisen herunterzudrücken.

Es liegt ferner auch ganz in der Hand des Constructeurs, die Festigkeit gegen ein Abscheeren der Niete beliebig zu steigern, indem man die Anzahl der Nietreihen erhöht. Für beide Arten der Beanspruchung, für das Ausreissen sowohl, als auch für das Abscheeren, könnte man also die Festigkeit der Verbindung derjenigen der Platte selbst gleich machen, womit selbstverständlich den Anforderungen einer Construction von gleichmässiger Festigkeit vollkommen entsprochen werden würde. — Anders verhält es sich mit der Festigkeit gegen das Abreissen in der letzten Nietreihe. Der Plattenquerschnitt wird an dieser Stelle durch die Nietlöcher immer geschwächt, und zwar um so mehr, je mehr Niete dort vorhanden sind und je grösser der Durchmesser derselben ist. Die Festigkeit der ganzen Nietverbindung hängt daher in der Mehrzahl der Fälle nur davon ab, wie weit man die Anzahl der Niete und den Durchmesser derselben in der letzten Nietreihe verringern kann. Das Maximum der Festigkeit würde natürlich dann erreicht werden, wenn in der letzten Nietreihe nur ein einziges Niet von dem kleinsten zulässigen Durchmesser vorhanden wäre, wobei jedoch die Anordnung einer verhältniss-

mässig grossen Anzahl von Nietreihen erforderlich würde. — In gewissen Fällen, bei denen es nur auf Festigkeit und nicht auf Dichtigkeit ankommt, macht man von diesem Grundsatz bei Anordnung der Nietverbindungen Gebrauch, und wir werden später, bei Besprechung der sogenannten Stabnietungen, noch Gelegenheit haben, auf diesen Fall zurückzukommen.

Beim Schiffbaue kommen vorwiegend nur solche Verbindungen vor, welche eine verhältnissmässig geringe Anzahl von Nietreihen besitzen. In diesen Fällen wird sich die grösste Festigkeit der Verbindung nur mit dem grösstmöglichen Nietdurchmesser erreichen lassen, weil man dann in der Lage ist, bei einer verhältnissmässig geringen Anzahl von Nieten denselben schon so viel Gesamtquerschnitt zu geben, als die Festigkeit gegen Abscheerung erfordert, ohne den Plattenquerschnitt in der letzten Nietreihe zu sehr zu schwächen. Die Erklärung hierfür liegt in dem Umstande, dass die Verschwächung in der letzten Nietreihe mit dem Durchmesser der Niete zunimmt, während die Abscheerungsfestigkeit mit dem Quadrate des Durchmessers wächst. Aber auch aus rein praktischen Gründen ist die Anordnung von Nieten möglichst grossen Durchmessers vortheilhaft, da die Anzahl derselben um so mehr verringert werden kann, je grösser der Durchmesser ist.

Der Grösse des Nietdurchmessers ist jedoch auch nach oben hin eine Grenze gesetzt. Bei einer belasteten Nietverbindung findet die Druckübertragung der einen Platte auf die andere in der Weise statt, dass die Hohlcylinderflächen der Nietlöcher zunächst gegen die entsprechenden äusseren Cylinderflächen der Niete drücken. Die hierbei entstehenden Pressungen auf die Flächeneinheit dürfen, der Festigkeit des in Frage kommenden Materials entsprechend, einen bestimmten Betrag nicht überschreiten, wenn nicht gewisse Deformationen eintreten sollen. Da aber mit zunehmendem Nietdurchmesser die cylindrische Auflagerungsfläche des Nietes im Vergleiche zu dessen Querschnitte (also auch zu dessen Scheerfestigkeit) immer kleiner wird, so muss sich der Druck pro Flächeneinheit immer mehr steigern und demnach wird sich bald eine obere Grenze für den Nietdurchmesser ergeben.

Wenn die auf einen Nietbolzen entfallende Belastung sehr gross wird, was also bei Anwendung eines verhältnissmässig sehr grossen Nietdurchmessers der Fall sein würde, so tritt eine Erscheinung ein, welche durch Fig. 16 auf Taf. XL erläutert ist. Das Material der Platte wird sich nämlich an den mit a bezeichneten Stellen auf-

stauchen und bei weiterer Zunahme der Belastung bei *bb* einreissen. Das Niet wird ferner die Tendenz haben, eine etwas geneigte Lage einzunehmen, so wie es in Fig. 17 dargestellt ist, und es wird sich daher der Druck beiläufig nur über die halbe Plattendicke äussern können. — Diese Neigung des Nietes tritt nicht ein, wenn doppelte Laschen angewendet werden, wie in Fig. 18 auf Taf. XL dargestellt ist; man kann hierbei vielmehr annehmen, dass sich der Druck nahezu gleichförmig über die Blechdicke vertheilt. Da ferner jedes einzelne Niet in einer mit Doppellaschen hergestellten Verbindung eine doppelt so grosse Festigkeit gegen Abscheerung gewährt, indem dasselbe gleichzeitig in zwei verschiedenen Querschnitten beansprucht wird, so kann hierbei der Nietdurchmesser im Verhältnisse zur Blechdicke kleiner gewählt werden.

Theoretische Untersuchungen,¹⁾ welche auch durch die Praxis bestätigt sind, ergeben, dass der Nietdurchmesser nicht grösser gewählt werden soll als die doppelte Blechdicke bei einfacher Verlaschung und nicht grösser als die ein und einhalbfache Blechdicke, wenn doppelte Laschen angewendet werden.

Diese Regel kann jedoch in der Praxis nicht streng eingehalten werden. Bei sehr geringen Blechdicken ist man genöthigt, Niete von etwas grösserem Durchmesser anzuordnen, um einestheils die Anzahl derselben und somit die Kosten der ganzen Ausführung zu reduciren, und um andernteils den praktischen Schwierigkeiten aus dem Wege zu gehen, die die Verwendung von sehr kleinen Nieten mit sich bringt. — Der Anwendung von Nieten grösseren Durchmessers als 25 bis 28 mm stellen sich gleichfalls praktische Schwierigkeiten in den Weg, da es nicht möglich ist, dieselben in der üblichen Weise mittels des Hammers so niederzuschlagen, dass sie die Nietlöcher gehörig ausfüllen. Nur da, wo man die Niete mittels mechanischer Kraft, z. B. durch hydraulische oder Dampfrietmaschinen, niederpressen kann, ist die Verwendung von Nieten grösseren Durchmessers noch statthaft.

Nach dem Gesagten dürfte es erklärlich sein, wenn man in der Praxis kein bestimmtes Verhältniss zwischen Blechdicke und Nietdurchmesser einhält. Man wählt den letzteren für schwache Bleche verhältnissmässig grösser und für dickere Platten kleiner, wie wir das später noch näher angeben werden.

1) Näheres über diesen Gegenstand findet sich in: „Berechnung und Construction der Maschinen-Elemente von Pinzinger“ und in dem Werke: „Etude sur la Rivetage“ par G. Clauzel.

a) Ueberlappung oder einfache Verlaschung zweier Platten.

Es soll zunächst der Fall in Betracht gezogen werden, dass zwei Platten durch eine einfache Nietreihe miteinander verbunden seien.

Indem wir auf Fig. 22 auf Taf. XL Bezug nehmen, mögen folgende Bezeichnungen eingeführt werden. Es bedeute nämlich:

δ die Plattendicke, d den Nietdurchmesser, e die Entfernung zweier Niete von Mitte zu Mitte oder die sogenannte Nietentheilung,	}	Alles in Milli- metern aus- gedrückt.
---	---	---

Man denke sich nun die ganze Nietverbindung durch in der Richtung der Beanspruchung liegende Schnittebenen in einzelne Streifen zerlegt, und zwar so, dass diese Schnitte immer genau in der Mitte zwischen zwei Nieten liegen. Auf diese Weise wird unsere Aufgabe insofern wesentlich vereinfacht, als wir nur die Festigkeitsverhältnisse innerhalb eines solchen Streifens zu untersuchen brauchen, um das gewonnene Resultat auf die ganze Verbindung ausdehnen zu können.

Jeden dieser Streifen kann man sich wiederum als eine aus einem Stabe von entsprechendem rechteckigen Querschnitte gebogene Schleife denken, welche das Niet in der in Fig. 22 dargestellten Weise umfasst und bei welcher der Raum zwischen den Schenkeln der Schleife (der in der Figur schraffirt ist) wieder mit Eisen ausgefüllt ist.

Die verschiedenen in Frage kommenden Arten der Lösung der Nietverbindungen sind nun folgende:

1. Der Blechrand der Schleife kann bei G ausreißen,
2. Das Niet wird in der Berührungsebene der Bleche abgescheert.
3. Die Schleife reisst in den Querschnitten CD und EF ab.

Bezeichnet man mit P_1 die Kraft, welche erforderlich ist, um den Blechrand bei G zu durchbrechen; ist ferner k die grösste zulässige Zugspannung pro Flächeneinheit und t die Maximalabscherrungsspannung in dem Niete, so ist:

$$P_1 = t \cdot d^2 \frac{\pi}{4} = k 2 \beta \delta,$$

wobei β die Breite eines Schleifenzweiges bedeutet.

Die Abscherrfestigkeit des Eisens ist nach angestellten Versuchen allerdings geringer als die absolute Festigkeit. Da jedoch bei den nachfolgenden Betrachtungen der Reibungswiderstand zwischen

den Berührungsflächen der Platten ganz vernachlässigt ist und die Niete in der Praxis immer aus einer wesentlich besseren Eisenqualität hergestellt werden, als die Platten selbst, so ist es bei diesen theoretischen Untersuchungen statthaft, $t = k$ zu setzen.

Einfache Nietung.

Wenn man in der oben gegebenen Gleichung

$$td^2 \frac{\pi}{4} = k2\beta\delta$$

$t = k$ setzt und beide Seiten durch δ^2 dividirt, so nimmt dieselbe folgende Form an:

$$\frac{\beta}{\delta} = \frac{\pi}{8} \left(\frac{d}{\delta}\right)^2 \dots \dots \dots (1)$$

Da aber

$$e = d + 2\beta,$$

so ergibt sich ferner:

$$\frac{e}{\delta} = \frac{d}{\delta} + \frac{\pi}{4} \left(\frac{d}{\delta}\right)^2 \dots \dots \dots (2)$$

Diese Gleichung würde genügen, um die Verhältnisse einer Nietverbindung, soweit das Abscheeren der Niete und das Abreißen der Platten zwischen den Nietlöchern in Frage kommt, zu bestimmen.

Es wäre nun noch eine Gleichung für die Festigkeit gegen das Ausreißen des Blechrandes aufzustellen. Für diese Beanspruchung lassen sich jedoch theoretische Untersuchungen nicht gut anwenden, und deshalb müssen wir diesen Punkt ausser Betracht lassen, was wohl schon deshalb gestattet ist, als gewöhnlich nichts im Wege steht, den Blechrand so zu verbreitern, dass ein Durchbrechen desselben nicht mehr zu befürchten ist.

Bezeichnet man mit φ den Festigkeitsgrad der Nietverbindung, d. h. das Verhältniss der Festigkeit der Nietverbindung P zu derjenigen der ungelochten Platte P_0 , so ist also:

$$\varphi = \frac{P}{P_0}$$

oder

$$\varphi = \frac{k(e-d)\delta}{ke\delta},$$

$$\varphi = 1 - \frac{d}{e} \dots \dots \dots (3)$$

Unter Zuhilfenahme der Schleifenbreite β lässt sich der Festigkeitsgrad auch noch folgendermaassen ausdrücken:

$$\varphi = \frac{k2\beta\delta}{ke\delta} = \frac{2\beta}{2\beta + d}$$

oder

$$\varphi = \frac{1}{1 + \frac{d}{2\beta}},$$

und da

$$2\beta\delta = \frac{\pi}{4} d^2,$$

so kann man auch setzen

$$\varphi = \frac{1}{1 + \frac{4}{\pi} \frac{\delta}{d}} \quad \dots \dots \dots (4)$$

Aus dieser Formel geht zunächst hervor, dass zur Erzielung einer möglichst grossen Festigkeit der Nietverbindung das Verhältniss $\frac{\delta}{d}$ möglichst klein gewählt werden muss, d. h. der Nietdurchmesser soll im Verhältnisse zur Blechdicke möglichst gross sein. Unsere früheren Bemerkungen werden also hierdurch bestätigt.

Mit Zuhilfenahme der Formeln (2) und (4) können die Verhältnisse für eine einfache Verlaschung mit einer Nietreihe, wie sie in Tabelle I am Schlusse dieses Kapitels gegeben sind, berechnet werden.

Die zu den verschiedenen Plattendicken gehörigen Nietdurchmesser sind in den angefügten Tabellen, in möglichster Uebereinstimmung mit der Praxis und den Vorschriften der Classifications-Institute gewählt. Um nicht zu viele Gattungen von Nieten zu erhalten, steigt der Durchmesser derselben bei zunehmender Plattendicke immer um 2 mm.

Doppelte Vernietung.

Für die Vernietung mittels einer doppelten Nietreihe können die Untersuchungen in ganz ähnlicher Weise geführt werden. Auch hier kann man sich die Platte in einzelne Schleifen zerlegt denken, wie das in Fig. 28 auf Taf. XL dargestellt ist; und greift man eines der Schleifenpaare heraus, so gilt unter der früheren Voraussetzung, dass die Abscherungsfestigkeit gleich der absoluten Festigkeit angenommen werden kann, die Gleichung:

$$2 \cdot \frac{\pi}{4} d^2 = 4\beta\delta$$

oder

$$\frac{\beta}{\delta} = \frac{\pi}{8} \left(\frac{d}{\delta}\right)^2,$$

und da nun hier

$$e = d + 4\beta,$$

so ist auch

$$\frac{e}{\delta} = \frac{d}{\delta} + \frac{\pi}{2} \left(\frac{d}{\delta}\right)^2 \dots \dots \dots (5)$$

und der Festigkeitsgrad ist wieder

$$\varphi = 1 - \frac{d}{e}.$$

Da aber auch

$$\varphi = \frac{4\beta}{4\beta + d},$$

so ergibt sich

$$\varphi = \frac{1}{1 + \frac{2}{\pi} \cdot \frac{\delta}{d}} \dots \dots \dots (6)$$

(Vergleiche Tabelle II.)

Dreifache Nietung.

In ganz analoger Weise ergibt sich für dreifache Vernietung:

$$\frac{e}{\delta} = \frac{d}{\delta} + \frac{3\pi}{4} \left(\frac{d}{\delta}\right)^2 \dots \dots \dots (7)$$

$$\varphi = 1 - \frac{d}{e}$$

und auch

$$\varphi = \frac{1}{1 + \frac{4}{3\pi} \cdot \frac{\delta}{d}} \dots \dots \dots (8)$$

Für eine n -fache Vernietung gestalten sich die Formeln folgendermaassen:

$$\begin{aligned} e &= d + 2n\beta, \\ \frac{e}{\delta} &= \frac{d}{\delta} + \frac{n\pi}{4} \left(\frac{d}{\delta}\right)^2, \\ \varphi &= 1 - \frac{d}{e}, \end{aligned}$$

$$\varphi = \frac{1}{1 + \frac{4}{n\pi} \cdot \frac{\delta_s}{d}}$$

Dreifache Vernietung mit der halben Anzahl Niete in der letzten Reihe.

Wie schon früher gesagt wurde, kann die Festigkeit einer Nietverbindung gesteigert werden, wenn man bei einem hinreichenden Gesamtquerschnitte der Niete ihre Anordnung so wählt, dass in der letzten Reihe die geringste Nietanzahl vorhanden ist. In der Praxis wird deshalb in den Fällen, wo es besonders auf Festigkeit ankommt, von diesem Gesetze in der Weise Gebrauch gemacht, dass man eine dreireihige Vernietung anordnet, bei welcher in der äusseren Nietreihe nur halb so viele Niete vorhanden sind, als in den mittleren Reihen. Derartige Nietverbindungen, die hauptsächlich bei den Stossfugen der Plattengänge und der Stringerplatten vorkommen, sind in den Fig. 6, 8, 9, 10 und 11 auf Taf. XL dargestellt. Betrachtet man die in Fig. 8, 10 und 11 veranschaulichten Anordnungen etwas näher, so findet man dabei den Unterschied, dass bei der einen eine gerade, bei der andern eine ungerade Anzahl Niete in den mittleren Reihen und ferner bei der einen zwei und bei der anderen drei Niete in der letzten Reihe vorhanden sind. Es lässt sich leicht übersehen, dass für jede der dargestellten Eintheilungen der Festigkeitsgrad ein anderer sein muss, da sich derselbe nach der Anzahl und dem Durchmesser der in der letzten Reihe vorhandenen Niete richten muss. — Um daher die richtigen Verhältnisse für solche Nietverbindungen zu wählen, müsste jeder der hier dargestellten Fälle besonders theoretisch untersucht werden und es müsste für jeden derselben eine besondere Nieteintheilung angewendet werden. Dieses Verfahren würde jedoch für die Praxis viel zu umständlich sein, und deshalb wollen wir hier nur den Fall untersuchen, bei welchem in der letzten Reihe genau halb so viel Niete vorhanden sind, wie in den beiden vorderen Reihen. Die Nieteintheilung einer Verlaschung, welche diesen Bedingungen entspricht, ist in Fig. 8 und 9 auf Taf. XL dargestellt.

Denkt man sich zum Zwecke unserer Untersuchungen auch hier die Platte in einzelne Schleifen zerlegt (vergl. Fig. 29) und betrachtet die Verhältnisse innerhalb einer Gruppe von fünf Nieten, so ist:

$$10\beta\delta = \frac{5\pi}{4}d^2,$$

$$\frac{\beta}{\delta} = \frac{\pi}{8} \left(\frac{d}{\delta} \right)^2,$$

$$e = \frac{d}{2} + 5\beta \quad \dots \quad (9)$$

$$\frac{e}{\delta} = \frac{d}{2\delta} + \frac{5\pi}{8} \left(\frac{d}{\delta} \right)^2 \quad \dots \quad (10)$$

und der Festigkeitsgrad ergibt sich hier zu:

$$\varphi = 1 - \frac{d}{2e}$$

oder auch zu

$$\varphi = \frac{10\beta}{10\beta + d},$$

folglich:

$$\varphi = \frac{1}{1 + \frac{4}{5\pi} \cdot \frac{\delta}{d}} \quad \dots \quad (11)$$

(Vergleiche Tabelle III.)

Aus diesen Formeln lassen sich die Verhältnisse für eine derartige Nietverbindung ermitteln.

Für die Lasche, welche zwei Platten durch eine solche Nietanordnung verbindet, liegen jedoch die Verhältnisse anders als in den früher besprochenen Fällen. Die Festigkeit derselben bestimmt sich nach dem Querschnitte in der ersten Nietreihe ab in Fig. 9 auf Taf. XL. Da derselbe doppelt so viel Niete enthält, als der Querschnitt in der letzten Reihe der Platte, so ist die Lasche nothgedrungen wesentlich mehr verschwächt, und um dies auszugleichen, wählt man ihre Dicke um so viel grösser, dass der Laschenquerschnitt in der Nietreihe ab gleich dem Plattenquerschnitte in der Reihe cd ist. Nennt man die Dicke der Lasche δ' , so kann man daher folgende Gleichung aufstellen (vergl. Taf. XL, Fig. 29):

$$2e\delta - d\delta = 2e\delta' - 2d\delta',$$

$$\delta(2e - d) = \delta'(2e - 2d),$$

woraus folgt:

$$\frac{\delta'}{\delta} = \frac{e - \frac{d}{2}}{e - d}$$

oder

$$\delta' = \delta \frac{e - \frac{d}{2}}{e - d} \quad \dots \quad (12)$$

Aus dieser Formel ergibt sich für jede Nieteintheilung das zugehörige Verhältniss zwischen Platten- und Laschendicke.

Wir haben bei unseren Betrachtungen jedoch einen Umstand vernachlässigt. Es war nämlich immer stillschweigend vorausgesetzt, dass die schwächste Stelle der Nietverbindung der Querschnitt cd (vergl. Fig. 9 auf Taf. XL) sei, oder mit anderen Worten, dass zu der Zerstörung der Nietverbindung in einer anderen Weise als durch das Abreissen in dem Querschnitte cd eine grössere oder doch wenigstens gleich grosse Kraft erforderlich sei. Wir können z. B. annehmen, dass die Niete in der Reihe cd abgescheert werden und ein Abreissen in der Reihe ef erfolgt. Eine zweckmässig angeordnete Nietverbindung muss gegen einen in dieser Weise stattfindenden Bruch einen ebenso grossen oder grösseren Widerstand darbieten, als gegen das Abreissen in der letzten Nietreihe cd . Oder mit anderen Worten: Die für jedes Niet in der letzten Reihe cd zulässige Querschnittschwächung in der nächsten Reihe (ef) muss kleiner oder ebenso gross als der Nietquerschnitt sein. — Die durch ein Nietloch bedingte Schwächung des Plattenquerschnittes ist gleich $d\delta$ und demnach kann die erwähnte Bedingung folgendermaassen ausgedrückt werden:

$$d\delta \leq \frac{\pi}{4} d^2,$$

$$\delta \leq \frac{\pi}{4} d,$$

$$d \geq 1,27 \delta.$$

Unter Zuhilfenahme von Fig. 29 auf Taf. XL lässt sich die Bedingung, dass die Zerstörung der Nietverbindung nur durch das Abreissen in der Nietreihe AB erfolgen soll, auch noch folgendermaassen ableiten. Es muss nämlich sein:

$$2e \geq 8\beta + 2d$$

oder

$$10\beta + d \geq 8\beta + 2d.$$

Dies heisst in Worten ausgedrückt: Die Breite des zwischen den Nietlöchern in der Reihe CD vorhandenen Plattenmaterials muss grösser oder wenigstens ebenso gross wie vier Schleifenbreiten sein.

Aus der letzten Gleichung folgt nun weiter:

$$2\beta \geq d,$$

$$2\beta\delta \geq d\delta,$$

nicht mehr durch Abreißen in der letzten Nietreihe AB erfolgen wird, sondern der Riss wird in der zweiten Reihe CD bei gleichzeitigem Abscheeren der Niete in der letzten Reihe AB eintreten.

Die Festigkeitsgleichung ist daher nur mit Bezug auf die zweite Nietreihe aufzustellen. Es muss nämlich die Festigkeit des Plattenquerschnittes in der Nietreihe CD (Fig. 30, Taf. XL) plus der Scheerfestigkeit der Niete in der Reihe AB gleich der Scheerfestigkeit sämtlicher Niete sein; und wenn man wieder eine Gruppe von fünf Nieten in Betracht zieht, so gestaltet sich die Festigkeitsgleichung folgendermaassen:

$$8\beta\delta + \frac{\pi}{4}d^2 = 5\frac{\pi}{4}d^2$$

oder

$$8\beta\delta = 4\frac{\pi}{4}d^2 = \pi d^2,$$

$$\frac{\beta}{\delta} = \frac{\pi}{8} \left(\frac{d}{\delta}\right)^2,$$

und da

$$e = d + 4\beta,$$

so ist:

$$\frac{e}{\delta} = \frac{d}{\delta} + \frac{\pi}{2} \left(\frac{d}{\delta}\right)^2 \dots \dots \dots (14)$$

Der Festigkeitsgrad für den Fall des Abreissens in der Nietreihe CD ergibt sich aus dem Verhältnisse, welches der Querschnitt der acht zwischen den Nieten a und e gelegenen Schleifen plus dem Querschnitte des Nietes f zum Plattenquerschnitte eines Streifens von der Breite der doppelten Nietentheilung $2e$ hat. Es ist also:

$$\varphi = \frac{8\beta\delta + \frac{\pi}{4}d^2}{8\beta\delta + 2d\delta};$$

und da

$$8\beta\delta = \pi d^2,$$

so ist:

$$\varphi = \frac{\pi d^2 + \frac{\pi}{4}d^2}{\pi d^2 + 2d\delta}$$

oder

$$\varphi = \frac{1 + \frac{1}{4}}{1 + \frac{2\delta}{\pi d}} \dots \dots \dots (15)$$

$$\varphi = \frac{1}{1 + \frac{4}{7\pi} \cdot \frac{\delta}{d}} \dots \dots \dots (18)$$

$$\delta' = \delta \frac{e - \frac{d}{2}}{e - d} \dots \dots \dots (19)$$

Wenn hingegen:

$$d < 1,27\delta,$$

so ist:

$$\frac{e}{\delta} = \frac{d}{\delta} + \frac{3\pi}{4} \left(\frac{d}{\delta}\right)^2 \dots \dots \dots (20)$$

$$\varphi = \frac{1 + \frac{1}{6}}{1 + \frac{4}{3\pi} \cdot \frac{\delta}{d}} \dots \dots \dots (21)$$

$$\delta' = \frac{7}{6} \delta \dots \dots \dots (22)$$

(Vergl. Tabelle IV.)

Stabnietung.

Die im Vorhergehenden besprochenen Nietverbindungen werden, wie schon erwähnt, vorzugsweise für die Stösse der Aussenhaut und der Stringerplatten in Anwendung gebracht, bei denen neben der Festigkeit auch noch die Dichtigkeit der Verbindung in Betracht zu ziehen ist. Bei eisernen Schiffen kommen aber auch noch solche Verbindungen vor, bei welchen auf Dichtigkeit gar nicht Rücksicht zu nehmen ist, wie z. B. bei den Lukenstringern, den Diagonalen, den Kielschweinen u. s. w. In diesen Fällen kann man mit Vortheil eine andere Nietanordnung wählen, die wir im Folgenden besprechen wollen.

Wir hatten früher schon darauf hingedeutet, dass zur Erzielung einer möglichst grossen Festigkeit die Anordnung der Niete eine solche sein müsse, welche in der letzten Nietreihe nur ein einziges Niet von möglichst geringem Durchmesser hat, da auf diese Weise der Plattenquerschnitt am wenigsten geschwächt wird. Um so viel, als der Abscherungsfestigkeit dieses Nietes entspricht, kann in der zweiten Reihe der Plattenquerschnitt verschwächt werden, und in den nächsten Reihen kann die Verschwächung so viel betragen, als der Scheerfestigkeit, bezw. dem Querschnitte der Niete aller vorhergehenden Nietreihen gleichkommt u. s. w. Wir werden demnach

eine Nietanordnung bekommen, bei welcher die Nietanzahl in jeder einzelnen Reihe bis zur Mitte der Verlaschung regelmässig zunimmt. — Wenn die zu verbindenden Platten eine beträchtliche Breite haben, so zieht man es bisweilen vor, in der letzten Nietreihe nicht nur ein, sondern zwei und mehr Niete anzubringen, wodurch zwar der Festigkeitsgrad etwas herabgemindert, dagegen eine übermässige Länge der Ueberlappung vermieden wird.

Eine derartige Nietverbindung, die mit dem Ausdrucke Stabnietung bezeichnet wird, ist in Fig. 15 auf Taf. XL dargestellt.

Bei der hier folgenden Untersuchung möge zunächst angenommen werden, dass die zu verbindenden Platten, so wie in der Figur dargestellt ist, einfach überlappt, also ohne Zuhilfenahme einer Lasche miteinander verbunden sind, und es mögen ferner folgende Bezeichnungen eingeführt werden:

i = die Anzahl der in der letzten Nietreihe vorhandenen Niete.

n = die Anzahl sämmtlicher Niete.

d = der Nietdurchmesser.

c = die Entfernung der einzelnen Nietreihen untereinander.

b = die Breite der Platte.

δ = die Dicke der Platte.

Wenn wir uns nun ganz in derselben Weise, wie wir das bei den vorhergehenden Untersuchungen gethan haben, die Platte in einzelne Streifen zerlegt denken, welche der Abscheerungsfestigkeit eines Nietes entsprechen, so gilt folgende Gleichung:

$$b = 2n \cdot \beta + i d$$

oder

$$\frac{b}{\delta} = 2n \frac{\beta}{\delta} + i \frac{d}{\delta};$$

da aber wieder

$$\frac{\beta}{\delta} = \frac{\pi}{8} \left(\frac{d}{\delta} \right)^2 \quad (\text{vergl. Gleichung (1)}),$$

so wird auch

$$n = \frac{\frac{b}{\delta} - i \frac{d}{\delta}}{\frac{\pi}{4} \left(\frac{d}{\delta} \right)^2} \dots \dots \dots (23)$$

Um n zu bestimmen, setzt man zunächst einen vorläufigen Werth von $\frac{d}{\delta}$, welcher den Verhältnissen am besten entspricht, in die Formel (23) ein und für i kann je nach Umständen 1 bis 3 angenommen

werden. Bei einer Platte von verhältnissmässig geringer Breite wird es sich immer empfehlen, $i=1$ zu wählen; für grössere Breiten nimmt man jedoch besser $i=2$ oder 3, d. h. also mit anderen Worten: in der letzten Nietreihe sollen nur 1, 2 oder 3 Niete vorhanden sein. — Der so erhaltene Werth von n muss nun auf die nächste ganze Zahl abgerundet werden und man bestimmt dann den genauen Werth von $\frac{d}{\delta}$

durch Auflösung der Gleichung (23) auf $\frac{d}{\delta}$. Es ist nämlich:

$$\frac{d}{\delta} = \frac{2i}{n\pi} \left[\sqrt{1 + \frac{n\pi b}{i^2\delta}} - 1 \right] \dots \dots \dots (24)$$

Der Festigkeitsgrad der Verbindung ergibt sich zu:

$$\varphi = 1 - \frac{id}{b} \dots \dots \dots (25)$$

In der Praxis ist man meistens durch mancherlei Rücksichten genöthigt, einen bestimmten Nietdurchmesser einzuhalten, und in solchen Fällen liegt die Sache etwas anders. Man bedient sich dann zur Feststellung der Anzahl der Niete nicht der Formel (23), die n nur von dem Verhältnisse $\frac{d}{\delta}$ abhängig macht, sondern man hat alsdann:

$$n = \frac{b\delta - id\delta}{\frac{\pi}{4} d^2}$$

Zu bemerken ist noch, dass die Niete sowohl nach der Zugrichtung, als auch nach einer Linie rechtwinkelig hierzu, symmetrisch angeordnet sein müssen.

Auch für diese Art der Nietverbindungen gilt der Satz, welchen wir früher entwickelt haben und nach welchem die Verschwächung in den nach der Mitte zu liegenden Nietreihen nicht grösser sein darf, als durch die Scheerfestigkeit der Niete der vorhergehenden Reihen ausgeglichen ist. Unter der Voraussetzung nun, dass in der ersten Reihe nur ein Niet und in der zweiten zwei Niete vorhanden sind, oder überhaupt, dass die Anzahl der Niete in einer weiter nach rückwärts liegenden Reihe immer doppelt so gross als in der vorhergehenden ist, muss auch hier die Bedingung gelten wie unter (13), nämlich:

$$d \geq 1,27 \delta.$$

Sind jedoch in der ersten Reihe zwei und in der zweiten drei

Niete vorhanden, so ergibt sich in ganz analoger Weise folgende Bedingung:

$$d \geq \frac{2}{\pi} \delta = 0,64 \delta.$$

Selbstverständlich könnte man auch für jede der weiter nach der Mitte zu liegenden Nietreihen eine ähnliche Bedingung aufstellen; es würde dies jedoch ohne allen praktischen Werth sein, da der auf diese Weise sich ergebende Minimalnietdurchmesser so klein ausfällt, wie er in Wirklichkeit niemals zur Anwendung gelangen kann.

Zur besseren Erläuterung des Gebrauches dieser Formeln soll hier ein Beispiel für die Berechnung einer Stabnietung gegeben werden.

Beispiel. Ein Plattenstreifen von 350 mm Breite und 16 mm Dicke sei mit einem anderen von gleichen Dimensionen durch eine Stabnietung zu verlaschen. Es ist demnach

$$b = 350 \text{ mm}, \quad \delta = 16 \text{ mm}.$$

Der Nietendurchmesser werde zu

$$d = 22 \text{ mm}$$

angenommen. Es ist alsdann:

$$d = 1,37 \delta$$

und nach Formel (23) ist

$$n = \frac{21,8 - 1,37}{0,785 \times 1,88} = \frac{20,5}{1,47} = 13,8.$$

Die Verlaschung muss demnach 14 Niete erhalten. Da die gefundene Zahl 13,8 von der nächsten ganzen Zahl, 14, nur sehr wenig abweicht, so ist eine Richtigstellung von d nach Formel (24) nicht erforderlich. — Diese hier berechnete Vernietung ist in Fig. 15 auf Taf. XL dargestellt.

Ausser der früher schon angegebenen Bedingung, dass

$$d \geq 1,27 \delta,$$

ist jedoch noch eine andere zu erfüllen, nämlich die, dass an keiner Stelle die Niete so dicht stehen, um nicht überall für die einzelnen Streifen, in welche wir uns die Platte zerlegt denken können, genügend Platz zu lassen. Betrachtet man daher die Nietreihe, in welcher die grösste Nietanzahl i_{max} vorhanden ist, so muss dort der Querschnitt der Platte immer noch so gross sein, wie der Gesamtquerschnitt der hinter der betreffenden Nietreihe liegenden Niete, deren Anzahl mit i_x bezeichnet werden möge. Es gilt also die Bedingung:

Zunächst ist auch hier wieder zu untersuchen, ob die Bedingung nach (13)

$$d \geq 1,27 \delta$$

erfüllt wird, was augenscheinlich der Fall ist. Die Anzahl der Niete ergibt sich wieder nach (23) zu $n = 14$, und wir haben nur noch mit Bezug auf die Nietreihe CC zu untersuchen, ob die Bedingung unter (26)

$$(b - i_{max} \cdot d) \delta \geq i_x \frac{\pi}{4} d^2$$

erfüllt ist. Da auch hier wieder

$$(350 - 3 \cdot 22) 16 > 8 \frac{\pi}{4} 22^2$$

oder

$$4544 > 3040,$$

so ist die Nietverbindung eine correcte.

Die Dicke der Lasche ergibt sich nach Formel (27) zu:

$$\delta' = \frac{350 - 22}{350 - 3 \cdot 22} \cdot 16,$$

$$\delta' = 18,4 \text{ mm},$$

wofür wir hier

$$\delta' = 19 \text{ mm}$$

setzen können.

Vernietung mittels Laschen von gleicher Dicke wie die zu verbindenden Platten.

Im Vorhergehenden haben wir gezeigt, wie der Festigkeitsgrad der Verlaschung zweier Platten dadurch gesteigert werden kann, dass man in der von der Stossfuge am weitesten entfernten Nietreihe die Anzahl der Niete verringert. Wir fanden, dass hierbei die Anwendung einer Lasche von grösserer Dicke als diejenige der beiden zu verbindenden Platten erforderlich war, damit ein Durchreißen der Lasche in der der Stossfuge zunächst liegenden Nietreihe vermieden wurde. Die Anordnung der Niete kann jedoch auch bei einer Laschenverbindung eine solche sein, welche die Anwendung einer Lasche von grösserer Dicke unnöthig macht, und zwar erklärt sich das in folgender Weise: Man kann sich die Lasche in der Stossfuge in zwei symmetrische Theile zerlegt und jeden Theil derselben als durch eine einfache Ueberlappung mit der betreffenden Platte vereinigt denken. Es ist daher auch möglich, für die Niete in jeder Hälfte

der Lasche eine solche Anordnung zu wählen, wie wir sie (s. S. 370 mit Hilfe von Fig. 15 auf Taf. XL als Stabnietung kennen gelernt haben. Da beide Platten dort dieselbe Dicke hatten, so können auch hier Platte und Lasche von gleicher Stärke sein. Selbstverständlich wird man bei breiten Platten, abweichend von dem, was weiter oben gesagt wurde, nicht nur ein, sondern mehrere Niete in der letzten Nietreihe anordnen, da andernfalls die Ueberlappung zu lang ausfallen würde.

Alles das, was wir früher über die Stabnietung gesagt haben, muss natürlich auch für jede Hälfte dieser Verlaschung gelten; es muss also namentlich auch die Nietanordnung mit Bezug auf eine Linie, welche parallel zur Stossfuge und in der Mitte zwischen dieser und der äussersten Kante der Lasche liegt, symmetrisch sein. Derartige Verlaschungen, von welchen zwei Muster mit der am meisten üblichen Nieteintheilung in Fig. 12 und 13 auf Taf. XL dargestellt sind, werden bisweilen für die Verbindungen der Stringerplatten, des Mittelplattenkielschweins u. s. w. angewendet und gewähren zweifellos eine grosse Festigkeit, wenn die Nietanordnung eine correcte ist.

b) Die Nietverbindungen mit Doppellaschen.

Bei der Untersuchung über die Festigkeit der Nietverbindungen ist immer vorausgesetzt, dass an den Enden der verbundenen Platten zwei gleichgrosse und entgegengesetzt gerichtete Kräfte angreifen, welche in einer und derselben Geraden liegen. Besteht die Nietverbindung aus einer einfachen Ueberlappung, so werden die Ebenen der Platten nicht parallel zu der Verbindungslinie der angreifenden Kräfte liegen können, da die Anordnung mit Bezug auf diese Linie nicht symmetrisch ist, wie das in Fig. 19 auf Taf. XL dargestellt ist. Es ist dies selbstverständlich mit manchen Nachtheilen verknüpft, die man theilweise dadurch umgehen kann, dass man den zu verbindenden Platten kurz vor der ersten Nietreihe einen kleinen Knick giebt, wie in Fig. 20 gezeigt ist. Bei dieser Anordnung liegen alsdann die Platten parallel zur Zugrichtung. — Das üblichste Mittel, um die beiden zu verbindenden Platten in eine Ebene zu bringen, besteht in der Anwendung einer einfachen Lasche. Aber auch hierbei ist die Materialvertheilung mit Bezug auf die Verbindungslinie der angreifenden Kräfte eine unsymmetrische, da bei der Stossfuge das beanspruchte Material seitlich von der Krafrichtung liegt. Wenn daher eine starke Beanspruchung einer derartigen Verlaschung eintritt, so wird sich

nothwendigerweise eine Deformation der Verbindung bemerkbar machen müssen, wie sie in Fig. 21 auf Taf. XL verdeutlicht ist. Die Lasche wird sich dabei so weit durchbiegen, bis die Mitte der Laschendicke in die Verbindungslinie der angreifenden Kräfte fällt. Die Verbindung kann also weder steif, noch zuverlässig mit Bezug auf Dichtigkeit sein.

Um diesen Uebelständen aus dem Wege zu gehen, wendet man doppelte Laschen an. Die Anordnung ist hierbei mit Rücksicht auf die Zugrichtung symmetrisch und schliesst eine Deformation aus. Es ist mit dieser Art der Nietverbindung aber auch noch ein anderer Vortheil verbunden. Da nämlich jedes Niet an zwei verschiedenen Stellen auf Abscheerung in Anspruch genommen wird, so gewährt dasselbe auch einen doppelt so grossen Widerstand wie ein anderes von gleichem Durchmesser in einer einfachen Verlaschung. Die Anzahl der Niete kann daher bei Doppellaschen bis ungefähr auf die Hälfte vermindert werden oder es lässt sich der Nietdurchmesser bei gleicher Nietanzahl entsprechend verkleinern.

Die Schwächung der Platten durch die Nietlöcher ist demnach unter sonst gleichen Verhältnissen eine geringere als bei einfacher Verlaschung. — Jede einer starken Beanspruchung ausgesetzte Nietverbindung sollte daher immer durch Doppellaschen hergestellt werden.

Der Durchmesser der Niete darf hierbei, wie bereits auf S. 358 angedeutet wurde, nicht grösser als 1,5 mal der Blechdicke sein oder

$$\frac{d}{\delta} \leq 1,5.$$

Die Untersuchungen können nun in ganz ähnlicher Weise geführt werden wie für die einfache Verlaschung, bezw. Ueberlappung.

Wir wollen folgende Bezeichnungen einführen:

d = Nietdurchmesser.

δ = Dicke der zu verbindenden Platten.

δ' = Dicke einer der Laschen.

β = Breite eines Schleifenzweiges der Platte.

β' = Breite eines Schleifenzweiges der Lasche.

Denken wir uns wieder die Platte in einzelne Streifen zerlegt, so ergibt sich, dass hier wie früher zu jedem Niet zwei Schleifenzweige in der Platte, aber vier in den beiden Laschen auftreten, wir haben also:

$$2\beta\delta = 4\beta'\delta'$$

und

$$\frac{\beta'}{\beta} = \frac{1}{2} \frac{\delta}{\delta'}$$

Nimmt man nun die Lasche halb so dick wie die zu verbindenden Platten an, oder mit anderen Worten: macht man

$$\delta' = \frac{1}{2} \delta$$

so folgt:

$$\beta' = \beta,$$

d. h. die Schleifen der Laschen haben die gleiche Breite wie diejenigen der Platten. Für die theoretische Betrachtung solcher Verlaschungen, die in jeder Nietreihe dieselbe Anzahl Niete besitzen, kann man daher zunächst der Einfachheit wegen eine Laschendicke, die der halben Dicke der Platte entspricht, beibehalten.

Wir setzen nun wie früher voraus, dass die Scheerfestigkeit der Niete pro Flächeneinheit, wegen der besseren Eisenqualität derselben, ebenso gross wie die absolute Festigkeit des Materials der Platte zwischen den Nietlöchern sei. Wegen der doppelten Scheerung der Niete ist alsdann:

$$2 \frac{d^2 \pi}{4} = 2 \beta \delta,$$

$$\frac{\beta}{\delta} = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d}{\delta} \right)^2 \quad \dots \dots \dots (28)$$

Unter der Voraussetzung, dass in jeder Nietreihe die gleiche Anzahl Niete angeordnet ist und dass n die Anzahl der vorhandenen Nietreihen und e_n die Niettheilung bezeichnet, ergibt sich folgende Gleichung:

$$e_n = d + 2n\beta$$

und demnach:

$$\frac{e_n}{\delta} = \frac{d}{\delta} + n \frac{\pi}{2} \left(\frac{d}{\delta} \right)^2 \quad \dots \dots \dots (29)$$

Der Festigkeitsgrad ist:

$$\varphi = \frac{e_n - d}{e_n} = \frac{2n\beta}{2n\beta + d}$$

oder

$$\varphi = \frac{1}{1 + \frac{1}{n} \cdot \frac{2}{\pi} \cdot \frac{\delta}{d}} \quad \dots \dots \dots (30)$$

Wendet man nun diese Formeln auf die verschiedenen Vernietungen an, so ergibt sich Folgendes:

ferner:

$$\varphi = 1 - \frac{d}{2e},$$

oder auch:

$$\varphi = \frac{10\beta}{10\beta + d},$$

$$\varphi = \frac{1}{1 + \frac{2}{5\pi} \cdot \frac{\delta}{d}} \dots \dots \dots (36)$$

In ähnlicher Weise wie bei der einfachen Verlaschung muss auch hier die Lasche eine grössere Dicke als die zu verbindenden Platten besitzen, um denselben Querschnitt zwischen den Nietlöchern zu bieten, wie derjenige in der von der Stossfuge am weitesten entfernt liegenden Nietreihe der Platte, in welcher nur die halbe Anzahl Niete vorhanden ist. Wir gelangen demnach zu folgender Gleichung (vergl. Fig. 29 auf Taf. XL):

$$2e\delta - d\delta = 2(2e\delta' - 2d\delta').$$

Man kann übrigens auch die Untersuchung der Vernietungen mit Doppellaschen in derselben Weise wie für eine einfache Verlaschung durchführen, wenn man nur die halbe Plattendicke und eine Lasche in Betracht zieht. Denkt man sich die beiden Platten von halber Dicke aufeinander gelegt, so hat man wieder die vollständige Doppellaschenverbindung. Unter dieser Voraussetzung gilt folgende Beziehung zwischen der Platten- und Laschendicke:

$$2e \frac{\delta}{2} - d \frac{\delta}{2} = 2e\delta' - 2d\delta'.$$

Wird diese Gleichung mit 2 multiplicirt, so erhalten wir dasselbe wie vorhin. Hieraus ergibt sich weiter:

$$e\delta - d \frac{\delta}{2} = 2e\delta' - 2d\delta',$$

$$\delta \left(e - \frac{d}{2} \right) = 2\delta' (e - d),$$

$$\delta' = \delta \frac{e - \frac{d}{2}}{2(e - d)} \dots \dots \dots (37)$$

Nach dieser Formel kann die Minimaldicke der Lasche gefunden werden. — In der Praxis wird jedoch nicht bloss in den Fällen, bei welchen in der letzten Nietreihe nur die halbe Anzahl Niete vor-

und der Nietdurchmesser findet sich auch hier wieder durch Einsetzen des Werthes von n in die Formel:

$$\frac{d}{\delta} = \frac{i}{n\pi} \left[\sqrt{1 + \frac{2n\pi b}{i^2\delta}} - 1 \right] \dots \dots \dots (39)$$

und der Festigkeitsgrad ist:

$$\varphi = 1 - \frac{id}{b}.$$

Auch bei dieser Art der Nietverbindung gilt der von uns früher entwickelte Grundsatz, dass die Verschwächung in den nach der Mitte zu liegenden Nietreihen nicht grösser sein darf, als durch die Scheerfestigkeit der Niete der vorhergehenden Reihen ausgeglichen ist. Unter der Voraussetzung, dass in einer der folgenden Reihen doppelt so viele Niete vorhanden sind, als in den vorhergehenden, gilt auch hier die Bedingung:

$$d > 0,64\delta.$$

II. Vernietung von Stahlplatten.

Unsere Untersuchungen über die Vernietungen von eisernen Platten beruhten auf der Voraussetzung, dass die auf die Flächeneinheit bezogene Scheerfestigkeit der Niete ebenso gross ist, als die Zugfestigkeit der Platte zwischen den Nietlöchern, und wie wir schon erwähnten, kann diese Voraussetzung im Allgemeinen als ziemlich zutreffend bezeichnet werden. Die Scheerfestigkeit eiserner Niete soll sogar nach den Versuchen der englischen Admiralität etwas grösser als die absolute Festigkeit der Schiffsplatten gewöhnlicher Qualität sein. Während letztere nämlich zu 31,5 kg pro Quadratmillimeter oder 20 Tons pro Quadratzoll angenommen werden kann, beträgt die Scheerfestigkeit eiserner Niete unter gewöhnlichen Umständen 34,5 kg pro Quadratmillimeter oder 22 Tons pro Quadratzoll. In der Praxis wird jedoch bei der Construction der Nietverbindungen auf diesen Umstand keine Rücksicht genommen und deshalb ist diese Differenz auch hier vernachlässigt worden.

Wenn es möglich wäre, Stahlplatten, die bekanntermaassen eine um ca. 30 Proc. grössere Festigkeit als Eisen besitzen, mit Nieten von gleicher Scheerfestigkeit zu verbinden, so blieben die Verhältnisse

genau so, wie bei den bereits besprochenen Vernietungen eiserner Platten, und die dort aufgestellten Formeln könnten ohne Weiteres auch auf Stahlplatten angewendet werden. Dies ist jedoch in der Praxis nicht der Fall. Entweder werden nämlich die Stahlplatten mit eisernen Nieten verbunden, welche der Natur der Sache nach eine viel geringere Scheerfestigkeit besitzen, als der Zugfestigkeit des Stahles entspricht, oder man wendet solche Stahlniete an, deren Festigkeit wesentlich hinter derjenigen der Stahlplatten zurückbleibt. Es ist deshalb in beiden Fällen erforderlich, den Gesamtnietquerschnitt im Vergleiche mit den bei der Vernietung eiserner Platten üblichen Verhältnissen wesentlich grösser zu wählen. Man kann daher die Vernietungen von Stahlplatten in derselben Weise bestimmen, wie für eine Platte aus einem Materiale von geringerer Festigkeit, deren Dicke aber in demselben Verhältnisse grösser ist, als die Festigkeit des Stahlmaterials die Scheerfestigkeit der verwendeten Niete übersteigt. Durch die später folgenden Zahlenangaben wird dies noch etwas deutlicher werden.

A. Vernietung von Stahlplatten mit eisernen Nieten.

a) Vernietung mit einfachen Laschen.

Wie schon erwähnt, kann die absolute Minimalfestigkeit eiserner Schiffsplatten gewöhnlicher Qualität zu 31,5 kg pro Quadratmillimeter oder 20 Tons pro Quadratzoll englisch angenommen werden, während die absolute Minimalfestigkeit der Stahlplatten wenigstens 42 kg pro Quadratmillimeter oder 26,6 Tons pro Quadratzoll englisch beträgt. Die Festigkeit des Eisens verhält sich also zu derjenigen des Stahles wie 3:4, oder mit anderen Worten: Stahl hat eine um ein Drittel grössere Festigkeit als Eisen, und Eisen eine um ein Viertel geringere als Stahl, oder noch anders ausgedrückt: Die Festigkeit des Eisens ist gleich 0,75 mal der Festigkeit des Stahles und diejenige des Stahles ist gleich 1,33 mal der Festigkeit des Eisens.

In Uebereinstimmung mit dem oben ausgesprochenen Satze kann man daher auch die Verhältnisse für die Vernietung von Stahlplatten mit eisernen Nieten in der Weise bestimmen, dass man sich die Stahlplatte durch eine Eisenplatte von einer um 1,33 grösseren Dicke ersetzt denkt.

Wir wollen z. B. annehmen, eine Stahlplatte von 12 mm Dicke sei durch eiserne Niete mit einer anderen Stahlplatte zu verbinden.

Bei einem bestimmten angenommenen Nietdurchmesser würden alsdann die Verhältnisse der Nietverbindungen nach den bereits gegebenen Formeln in der gleichen Weise zu bestimmen sein, wie für eine eiserne Platte von $12 \times 1,33 = 16$ mm Dicke.

Die früher für die Verbindung von eisernen Platten gegebenen Formeln können daher ohne Weiteres auf die Vernietung von Stahlplatten durch eiserne Niete übertragen werden, wenn man statt der Blechdicke δ der eisernen Platten die um 1,33 vergrößerte Dicke δ_s der Stahlplatten in die Formeln einsetzt. Dieselben würden daher folgende Formen annehmen:

Einfache Vernietung von Stahlplatten mit einfachen Laschen und eisernen Nieten.

Wir haben hier in Uebereinstimmung mit Formel (2):

$$\frac{e}{1,33 \delta_s} = \frac{d}{1,33 \delta_s} + \frac{\pi}{4} \left(\frac{d}{1,33 \delta_s} \right)^2$$

woraus sich nach Multiplication mit 1,33 ergibt:

$$\frac{e}{\delta_s} = \frac{d}{\delta_s} + \frac{\pi}{5,33} \left(\frac{d}{\delta_s} \right)^2 \quad \dots \quad (40)$$

und nach Formel (4):

$$\varphi = \frac{1}{1 + \frac{5,33}{\pi} \frac{\delta_s}{d}} \quad \dots \quad (41)$$

(Vergl. Tabelle VIII.)

In ähnlicher Weise können auch die Formeln für die übrigen Arten der Vernietung umgestaltet werden und wir erhalten alsdann Folgendes:

Doppelte Vernietung von Stahlplatten mit einfachen Laschen und eisernen Nieten.

[Vergl. Formel (5) und (6).]

$$\frac{e}{\delta_s} = \frac{d}{\delta_s} + \frac{\pi}{2,66} \left(\frac{d}{\delta_s} \right)^2 \quad \dots \quad (42)$$

$$\varphi = \frac{1}{1 + \frac{2,66}{\pi} \frac{\delta_s}{d}} \quad \dots \quad (43)$$

(Vergl. Tabelle IX.)

Dreifache Vernietung von Stahlplatten mit einfachen Laschen, eisernen Nieten und der halben Anzahl Nieten in der letzten Reihe.

[Vergl. Formel (10), (11) und (12).]

Wenn

$$d \geq 1,69 \delta_s,$$

so ist

$$\frac{e}{\delta_s} = \frac{d}{2 \delta_s} + \frac{\pi}{2,13} \left(\frac{d}{\delta_s} \right)^2 \dots \dots \dots (44)$$

$$\varphi = \frac{1}{1 + \frac{1,06}{\pi} \frac{\delta_s}{d}} \dots \dots \dots (45)$$

$$\delta_s' = \delta_s \frac{e - \frac{d}{2}}{e - d} \dots \dots \dots (46)$$

Ist hingegen

$$d < 1,69 \delta_s,$$

so gelten folgende Formeln [vergl. Formel (14), (15) und (16)]:

$$\frac{e}{\delta_s} = \frac{d}{\delta_s} + \frac{\pi}{2,66} \left(\frac{d}{\delta_s} \right)^2 \dots \dots \dots (47)$$

$$\varphi = \frac{1 + \frac{1}{4}}{1 + \frac{2,66}{\pi} \cdot \frac{\delta_s}{d}} \dots \dots \dots (48)$$

$$\delta_s' = \frac{5}{4} \delta_s \dots \dots \dots (49)$$

(Vergl. Tabelle X.)

Vierfache Vernietung von Stahlplatten mit einfachen Laschen, eisernen Nieten und der halben Anzahl Nieten in der letzten Reihe.

[Vergl. Formel (17) bis (22).]

Wenn

$$\delta \geq 1,69 \delta_s,$$

so ist

$$\frac{e}{\delta_s} = \frac{d}{2 \delta_s} + \frac{\pi_1}{1,52} \left(\frac{d}{\delta_s} \right)^2 \dots \dots \dots (50)$$

$$\varphi = \frac{1}{1 + \frac{0,76}{\pi} \cdot \frac{\delta_s}{d}} \dots \dots \dots (51)$$

$$\delta_s' = \delta \frac{e - \frac{d}{2}}{e - d} \dots \dots \dots (52)$$

Wenn hingegen

$$d < 1,69 \delta_s,$$

so ist

$$\frac{e}{\delta_s} = \frac{d}{\delta_s} + \frac{\pi}{1,77} \left(\frac{d}{\delta_s}\right)^2 \dots \dots \dots (53)$$

$$\varphi = \frac{1 + \frac{1}{6}}{1 + \frac{1,77}{\pi} \cdot \frac{\delta_s}{d}} \dots \dots \dots (54)$$

$$\delta_s' = \frac{7}{6} \delta_s \dots \dots \dots (55)$$

(Vergl. Tabelle XI.)

In der Praxis ist es schon bei verhältnissmässig geringen Plattendicken unmöglich, die Bedingung:

$$d > 1,69 \delta_s$$

einzuhalten, da andernfalls ein zu grosser Nietdurchmesser erforderlich sein würde. Je weiter man von diesem Verhältnisse abweicht, desto ungünstiger gestaltet sich natürlich der Festigkeitsgrad und namentlich wird sich das bei grossen Plattendicken, also auch bei grossen Schiffen besonders bemerkbar machen, weil man hier durch die praktischen Schwierigkeiten, welche das Niederschlagen so schwerer Niete bieten würde, genöthigt ist, den Nietdurchmesser wesentlich kleiner zu wählen, als eine zweckmässig angeordnete Vernietung erfordert. Es ist das ein Uebelstand bei der Construction von Stahlschiffen, der die volle Aufmerksamkeit erheischt. Da Doppellaschen wesentlich geringere Nietdurchmesser gestatten, so empfiehlt sich schon von diesem Gesichtspunkte aus die möglichst vielseitige Anwendung derselben bei grossen Schiffen, ganz abgesehen von den Vortheilen, welche diese Vernietungsweise in anderer Hinsicht bietet.

Wir haben bei den vorhergehenden Betrachtungen vorausgesetzt, dass die Scheerfestigkeit eiserner Niete in Stahlplatten dieselbe ist, wie in Eisenplatten. Diese Annahme scheint jedoch nicht zutreffend zu sein, da nach den in England angestellten Versuchen die Scheerfestigkeit eines $\frac{3}{4}$ zölligen Nietes in Stahlplatten nur 8,4 Tons beträgt, gegenüber einer Widerstandsfähigkeit von 10 Tons, welche dasselbe Niet in einer eisernen Platte gewährt. Reducirt man dieses Resultat auf Quadratmillimeter und Kilogramm, so ergibt sich eine Scheer-

festigkeit für eiserne Nieten in eisernen Platten von 34,65 kg pro Quadratmillimeter und für eiserne Nieten in Stahlplatten von nur 30 kg. — Wenn wir daher auf diesen Umstand bei der Nietverbindung auch Rücksicht nehmen wollten, so müsste nicht nur für die Bestimmung der Verhältnisse bei Stahlplatten eine um 1,33 dickere Eisenplatte substituirt, sondern es müsste noch eine weitere Vergrösserung der Dicke angenommen werden, die dem Verhältnisse

$$\frac{34,65}{30} = 1,155$$

entspricht. Um daher die für die Vernietung eiserner Platten aufgestellten Formeln auf Stahlplatten mit Eisennieten anwenden zu können, müsste eine um $1,33 \cdot 1,155 = 1,54$ vergrösserte Dicke der Stahlplatten eingesetzt werden.

Wie leicht zu übersehen, erfordert jedoch die Erfüllung dieser Bedingung, namentlich bei grösseren Plattenstärken, die Anwendung von unverhältnissmässig grossen Nieten, was, wie schon erwähnt, mit vielerlei Unzukömmlichkeiten verknüpft ist; und da ferner in neuerer Zeit die Zuverlässigkeit des aus den oben erwähnten Versuchen gewonnenen Resultates angezweifelt wird, so begnügt man sich in der Praxis meist damit, nur eine 1,33 Mal grössere Dicke der Stahlplatten für die Bestimmung der Nieteintheilung in Betracht zu ziehen.

In manchen Werften geht man nicht einmal bis zu dem Verhältnisse von 1,33, sondern nimmt die eingebildete Dicke der Eisenplatte nur 1,25 Mal grösser als die zu vernietenden Stahlplatten an. Diese Praxis war z. B. früher auch in den verschiedenen Kriegsmarinen angenommen.

In ganz analoger Weise können auch die Formeln für die Vernietung von Stahlplatten mittels eiserner Nieten und Doppellaschen abgeleitet werden und dieselben nehmen dann die folgenden Formen an.

b) Vernietung mit Doppellaschen.

Doppelte Vernietung von Stahlplatten mit Doppellaschen und eisernen Nieten.

Durch Modification von Formel (31) und (32) entsteht:

$$\frac{e}{\delta_s} = \frac{d}{\delta_s} + \frac{\pi}{1,33} \left(\frac{d}{\delta_s} \right)^2 \dots \dots \dots (56)$$

$$\varphi = \frac{1}{1 + \frac{1,33}{\pi} \frac{\delta_s}{d}} \dots \dots \dots (57)$$

(Vergl. Tabelle XII.)

Dreifache Vernietung mit Stahlplatten mit Doppellaschen und eisernen Nieten.

[Vergl. Formel (33) und (34).]

$$\frac{e}{\delta_s} = \frac{d}{\delta_s} + \frac{\pi}{0,886} \left(\frac{d}{\delta_s} \right)^2 \dots \dots \dots (58)$$

$$\varphi = \frac{1}{1 + \frac{0,886}{\pi} \frac{\delta_s}{d}} \dots \dots \dots (59)$$

(Vergl. Tabelle XIII.)

Dreifache Vernietung von Stahlplatten mit Doppellaschen, eisernen Nieten und der halben Anzahl Nieten in der letzten Reihe.

Wenn

$$d \geq 1,33 \cdot 0,64 \delta_s,$$

$$d \geq 0,85 \delta_s,$$

so gelten folgende Formeln (vergl. Formel (35), (36) und (37)):

$$\frac{e}{\delta_s} = \frac{d}{2 \delta_s} + \frac{\pi}{1,06} \left(\frac{d}{\delta_s} \right)^2 \dots \dots \dots (60)$$

$$\varphi = \frac{1}{1 + \frac{0,532}{\pi} \frac{\delta_s}{d}} \dots \dots \dots (61)$$

$$\delta_s' = \delta_s \frac{e - \frac{d}{2}}{2(e - d)} \dots \dots \dots (62)$$

(Vergl. Tabelle XIV.)

Der Fall, dass

$$d < 0,85 \delta_s,$$

wird in der Praxis kaum vorkommen und deshalb sind die hierauf bezüglichen Formeln hier nicht angegeben, die übrigens sehr leicht aus den früheren entwickelt werden können.

B. Vernietung von Stahlplatten mit Stahlnieten.

Bei der Vernietung von Stahlplatten mit Hilfe von eisernen Nieten muss, wie schon früher erwähnt, wegen der geringeren Scheerfestigkeit der Eisenniete der Durchmesser derselben verhältnissmässig sehr gross gewählt werden. Man hat deshalb in neuerer Zeit angefangen, vielfach Stahlniete zu verwenden, welche eine wesentlich höhere Scheerfestigkeit besitzen und mithin die Anwendung eines kleineren Nietdurchmessers ermöglichen.

Nach in England angestellten Versuchen hat sich die Scheerfestigkeit von Stahlnieten folgendermaassen ergeben:

für ein Stahlniet von $\frac{3}{4}$ " Durchmesser = 11,5 Tons,

„ „ „ „ $\frac{7}{8}$ " „ = 15,25 „

„ „ „ „ 1" „ = 20,25 „

Nimmt man die für die Flächeneinheit sich ergebende Scheerfestigkeit eines $\frac{3}{4}$ zölligen Nietes als maassgebend an, so würde sich für ein Niet von $\frac{7}{8}$ " Durchmesser eine Scheerfestigkeit von 15,28 Tons und für ein Niet von 1" Durchmesser eine Scheerfestigkeit von 19,65 Tons herausstellen. Man kann daher wohl annehmen, dass die Festigkeit dem Querschnitte nahezu proportional ist und ca. 28 Tons pro Quadratzoll englisch oder 41 kg pro Quadratmillimeter beträgt.

Nimmt man nun die absolute Durchschnittsfestigkeit der im Schiffbau verwendeten Stahlplatten zu 44 kg pro Quadratmillimeter an, so ergiebt sich das Verhältniss der absoluten Festigkeit der Platten zur Scheerfestigkeit der Niete zu:

$$\frac{44}{41} = 1,073.$$

Wir können daher auch zur Feststellung der Formeln für die Bestimmung der Verhältnisse bei der Vernietung von Stahlplatten mit Hilfe von Stahlnieten in ähnlicher Weise wie früher verfahren, indem wir in die Formeln für die Vernietung von eisernen Platten mittels eiserner Niete eine um 1,073 grössere Dicke als diejenige der Stahlplatten einsetzen.

Im Folgenden sind die verschiedenen Formeln für die Vernietung von Stahlplatten mittels Stahlniete gegeben und in Uebereinstimmung damit die weiter unten folgenden Tabellen XV bis XXI berechnet. Das Verhältniss von 1,073 ist jedoch hierbei auf 1,1 abgerundet worden.

Die Grösse des Nietdurchmessers ist ebenso wie bei der Vernietung eiserner Platten durch eiserne Niete gewählt.

a) Vernietung mit einfachen Laschen.

Wir haben nun der Reihe nach wieder folgende Fälle zu unterscheiden, wobei in den nachstehenden Formeln d_s den Durchmesser der Stahlniete bedeuten soll.

Einfache Nietung mit einfacher Lasche. — Platten und Niete von Stahl.

[Vergl. Formel (2) und (4).]

$$\frac{e}{\delta_s} = \frac{d_s}{\delta_s} + \frac{\pi}{4,4} \left(\frac{d_s}{\delta_s} \right)^2 \dots \dots \dots (63)$$

$$\varphi = \frac{1}{1 + \frac{4,4}{\pi} \frac{\delta_s}{d_s}} \dots \dots \dots (64)$$

(Vergl. Tabelle XV.)

Doppelte Nietung mit einfacher Lasche. — Platten und Niete von Stahl.

[Vergl. Formel (5) und (6).]

$$\frac{e}{\delta_s} = \frac{d_s}{\delta_s} + \frac{\pi}{2,2} \left(\frac{d_s}{\delta_s} \right)^2 \dots \dots \dots (65)$$

$$\varphi = \frac{1}{1 + \frac{2,2}{\pi} \frac{\delta_s}{d_s}} \dots \dots \dots (66)$$

(Vergl. Tabelle XVI.)

Dreifache Nietung mit einfacher Lasche und der halben Anzahl Niete in der letzten Reihe. — Platten und Niete von Stahl.

Wenn

$$d_o \geq 1,4 \delta_s,$$

so gelten die Formeln [vergl. die Formeln (10), (11) und (12)]:

$$\frac{e}{\delta_s} = \frac{d_s}{2\delta_s} + \frac{\pi}{1,76} \left(\frac{d_s}{\delta_s} \right)^2 \dots \dots \dots (67)$$

$$\varphi = \frac{1}{1 + \frac{0,88}{\pi} \frac{\delta_s}{d_s}} \dots \dots \dots (68)$$

$$\delta_s' = \delta_s \frac{e - \frac{d_s}{2}}{e - d_s} \dots \dots \dots (69)$$

In den Fällen hingegen, bei welchen

$$d_s < 1,4 \delta_s$$

ist, nehmen die Formeln folgende Gestalt an [vergl. Formel (14), (15) und (16)]:

$$\frac{e}{\delta_s} = \frac{d_s}{\delta_s} + \frac{\pi}{2,2} \left(\frac{d_s}{\delta_s} \right)^2 \dots \dots \dots (70)$$

$$\varphi = \frac{1 + \frac{1}{4}}{1 + \frac{2,2}{\pi} \frac{\delta_s}{d_s}} \dots \dots \dots (71)$$

$$\delta_s' = \frac{5}{4} \delta_s \dots \dots \dots (72)$$

Die in der Tabelle XVII unterhalb der horizontalen Linie gegebenen Werthe sind nach den zuletzt aufgeführten Formeln berechnet.

Vierfache Nietung mit einfacher Lasche und der halben Anzahl Niete in der letzten Reihe. — Platten und Niete von Stahl.

[Vergl. Formel (17) bis (22).]

Wenn

$$\delta_s \geq 1,4 \delta_s,$$

$$\frac{e}{\delta_s} = \frac{d_s}{2 \delta_s} + \frac{\pi}{1,257} \left(\frac{d_s}{\delta_s} \right)^2 \dots \dots \dots (73)$$

$$\varphi = \frac{1}{1 + \frac{0,629}{\pi} \frac{\delta_s}{d_s}} \dots \dots \dots (74)$$

$$\delta_s' = \delta_s \frac{e - \frac{d_s}{2}}{e - d_s} \dots \dots \dots (75)$$

Wenn hingegen:

$$d_s < 1,4 \delta_s,$$

so ist:

$$\frac{e}{\delta_s} = \frac{d_s}{\delta_s} + \frac{\pi}{1,466} \left(\frac{d_s}{\delta_s} \right)^2 \dots \dots \dots (76)$$

$$\varphi = \frac{1 + \frac{1}{6}}{1 + \frac{1,466}{\pi} \frac{\delta_s}{d_s}} \dots \dots \dots (77)$$

$$\delta'_s = \frac{7}{6} \delta_s \dots \dots \dots (78)$$

(Vergl. Tabelle XVIII.)

b) Vernietung mit doppelten Laschen.

In dem Folgenden ist in Uebereinstimmung mit den für eiserne Platten gegebenen Formeln der Fall der einfachen Vernietung weggelassen, da diese Art der Verbindung in der Praxis wohl niemals Anwendung findet.

Doppelte Nietung mit Doppellaschen. — Platten und Niete von Stahl.

[Vergl. Formel (31) und (32).]

$$\frac{e}{\delta_s} = \frac{d_s}{\delta_s} + \frac{\pi}{1,1} \left(\frac{d_s}{\delta_s} \right) \dots \dots \dots (79)$$

$$\varphi = \frac{1}{1 + \frac{1,1}{\pi} \frac{\delta_s}{d_s}} \dots \dots \dots (80)$$

(Vergl. Tabelle XIX.)

Dreifache Nietung mit Doppellaschen. — Platten und Niete von Stahl.

[Vergl. Formel (33) und (34).]

$$\frac{e}{\delta_s} = \frac{d_s}{\delta_s} + \frac{\pi}{0,733} \left(\frac{d_s}{\delta_s} \right)^2 \dots \dots \dots (81)$$

$$\varphi = \frac{1}{1 + \frac{0,733}{\pi} \frac{\delta_s}{d_s}} \dots \dots \dots (82)$$

(Vergl. Tabelle XX.)

Dreifache Nietung mit Doppellaschen und der halben Anzahl Niete in der letzten Reihe. — Platten und Niete von Stahl.

Unter der Bedingung, dass

$$d_s \geq 0,704 \delta_s,$$

eine Voraussetzung, die wohl für alle Fälle der Praxis gilt, entstehen folgende Formeln [vergl. Formel (35), (36) und (37)]:

$$\frac{e}{\delta_s} = \frac{d_s}{2\delta_s} + \frac{\pi}{0,88} \left(\frac{d_s}{\delta_s} \right)^2 \dots \dots \dots (83)$$

$$\varphi = \frac{1}{1 + \frac{0,44 \delta_s}{\pi d_s}} \dots \dots \dots (84)$$

$$\delta_s' = \delta_s \frac{e - \frac{d_s}{2}}{2(e - d_s)} \dots \dots \dots (85)$$

(Vergl. Tabelle XXI.)

Wir haben bei unserer Betrachtung wiederholt darauf aufmerksam gemacht, dass die Grösse des Nietdurchmessers aus praktischen Gründen nicht beliebig gesteigert werden kann und dass man infolge dessen, namentlich bei grossen Plattendicken genöthigt ist, verhältnissmässig kleinere Nietdurchmesser zu wählen, als bei Platten geringerer Dicke. Das Verhältniss von Nietdurchmesser zur Plattendicke $\frac{d}{\delta}$

ist also in der Praxis kein gleichbleibendes, sondern schwankt in den Grenzen von ca. 2 für dünne Platten bis beinahe zu 1 für die grössten vorkommenden Plattendicken. — Eine allgemein angenommene Regel für die Bestimmung dieses Verhältnisses besteht jedoch nicht, und die Vorschriften der verschiedenen Classifications-Institute sowohl, als auch der Kriegsmarinen, die doch in dieser Beziehung maassgebend sein sollten, weichen in diesem Punkte nicht unwesentlich voneinander ab. Als Beispiel hierfür geben wir in der folgenden Tabelle die für die verschiedenen Plattendicken von dem Germanischen Lloyd, dem Britischen Lloyd und dem Bureau Veritas vorgeschriebenen Nietdurchmesser, wobei die vom Britischen Lloyd in Zollen gegebenen Maasse mit möglichster Annäherung in Millimeter ausgedrückt sind.

Zur besseren Uebersicht geben wir gleichzeitig auch die Nietdurchmesser, wie sie in den weiter unten folgenden Tabellen angenommen worden sind. Dieselben stimmen mit den Vorschriften der vorgenannten Classifications-Institute annähernd überein und die vorhandenen kleinen Abweichungen sind nur dadurch bedingt, dass in unserer Tabelle die Zunahme des Nietdurchmessers immer genau 2mm beträgt. Bei Zugrundelegung des Metermaasses würde sich diese Skala der Nietdurchmesser sehr empfehlen, weil man hierbei eine recht zweckmässige Anordnung der Vernietung erzielen kann, ohne genöthigt zu sein, übermässig viele Abstufungen im Nietdurchmesser anzuwenden.

Die Tabelle bezieht sich auf Stahlplatten und Nieten aus bestem Nieteisen oder weichem Stahl. — Die Classifications-Institute pflegen keinen Unterschied bei der Verwendung von Nieten aus Schweisseisen oder aus Stahl zu machen.

Plattendicke in Millimetern	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Nietdurchmesser nach d. Germanisch. Lloyd	10	12	14	16	16	18	18	20	20	22	22	22	24	24	24	26	26	26	28	28	28	28	30
Nietdurchmesser nach d. Britischen Lloyd	—	—	16	16	16	19	19	19	19	22	22	22	22	22	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Nietdurchmesser nach dem Bureau Veritas	—	12	14	16	16	18	18	20	20	20	22	22	22	24	24	24	26	26	26	28	28	28	
Nietdurchmesser für Stahlplatt. u. Stahl- niete nach d. folgen- den Tabellen . . .	—	—	12	14	14	16	16	18	18	20	20	20	22	22	22	24	24	26	26	28	28	30	30

Zickzacknietung.

Bis jetzt hatten wir bei unseren Untersuchungen stillschweigend vorausgesetzt, dass immer ein Niet mit einem anderen der Nachbarreihe genau in einer Linie, parallel zur Zugrichtung, liegt, so wie das bei den in Fig. 5, 6, 9, 10 und 11 auf Taf. XL dargestellten Verbindungen ersichtlich ist. Diese Art der Nietanordnung, welche jetzt im Schiffbau fast ganz ausschliesslich Anwendung findet, nennt man die Kettennietung im Gegensatz zu der sogen. Zickzacknietung, bei welcher die Niete nicht in einer geraden, sondern in einer gebrochenen Linie eingetheilt sind. Einige Beispiele für die Zickzacknietung sind auf Taf. XL dargestellt. Fig. 7 zeigt einen Stoss mit doppelter Zickzacknietung und Fig. 8 einen solchen mit dreifacher Nietung, wobei in der letzten Nietreihe jedes zweite Niet ausgelassen ist. — Vom theoretischen Standpunkte aus ist es ziemlich gleichgültig, ob man Ketten- oder Zickzacknietung anwendet, und dieselben Formeln, welche wir bisher für die Kettennietung aufgestellt haben, gelten demnach auch für die Zickzacknietung; höchstens hätte man hierbei noch den Umstand in Betracht zu ziehen, dass man bei Anwendung der Zickzacknietung und Beibehaltung derselben Theilung nur eine um eins geringere Anzahl Niete in der zweiten Reihe anbringen kann, als bei der Kettennietung.

Praktische Vortheile lassen sich für die Zickzacknietung im Allgemeinen nur wenige geltend machen. Der wichtigste derselben besteht darin, dass die einzelnen Nietreihen etwas näher aneinander gerückt werden können; ein Umstand, der namentlich bei der Ver-

nietung von schwachen Platten, wo es besonders auf Dichtigkeit ankommt, in die Wagschale fällt. Dagegen erfordert bei der Zickzacknietung, wenn in der Aussenhaut angewendet, die correcte Eintheilung der Niete eine weit grössere Aufmerksamkeit, und selbst bei Aufwendung einer grossen Sorgfalt wird es vorkommen, dass einmal ein Niet gerade auf die Stossfuge selbst fällt. Betrachten wir z. B. Fig. 7 auf Taf. XL, welche die Verbindung des Plattenstosses eines Aussenganges nebst den anliegenden Innengängen darstellt, so sehen wir, wie an der oberen Längsnaht schon bei der Eintheilung der Nietlöcher *a*, *b*, *c* und *d* in dem Innengange genau auf den Stoss des Aussenganges Rücksicht genommen werden muss. Diese Eintheilung ist eine solche, dass die Niete *b* und *c* genau an den äussersten Ecken der beiden Platten des Aussenganges sitzen, da nur auf diese Weise ein gutes Verstemmen der Platte möglich ist. Nimmt man auf diesen Umstand keine Rücksicht und macht man die Eintheilung der Niete in der Längsnaht so, wie in Fig. 7 an der unteren Kante der Platte gezeigt ist, so liegt die mit *e* bezeichnete Plattenecke auf eine grössere Entfernung frei, wodurch ein gutes Verstemmen erschwert wird.

Die Zickzacknietung wurde früher im Schiffbau ganz allgemein, sowohl für die Längsnähte als auch für die Stossplatten angewendet. Man ist jedoch schon seit einer langen Reihe von Jahren davon abgekommen und verwendet, wie schon erwähnt, jetzt nur noch die Kettennietung.

Praktisches über Niete und Nietverbindungen.

Bei allen Nietverbindungen ist die Güte des Materials der Niete von höchster Wichtigkeit und dieselben sollten daher stets aus dem besten weichen Eisen von sehniger Structur oder aus weichem Stahl hergestellt werden. Alle geringeren Eisensorten sind zu diesem Zwecke vollkommen unbrauchbar, da die Köpfe der aus solchem Materiale angefertigten Niete erfahrungsmässig beim Erkalten leicht abspringen. Im Allgemeinen gilt als Regel, dass die Bruchfläche des Nieteisens eine gleichmässige, sehnige Structur zeigen und ganz frei von Krystallen sein muss. — Es hat jedoch auch sein Bedenkliches, Eisen von sehr grosser Weichheit zu verwenden, da, wie die Erfahrung lehrt, die aus solchem Materiale angefertigten Niete vom Seewasser merklich stärker angegriffen werden, als diejenigen, welche von einer härteren Eisenqualität hergestellt sind. — Weiteres über diesen Gegenstand findet sich im achtzehnten Kapitel.

Früher war es ganz allgemein üblich, bei Stahlschiffen eiserne Niete zu verwenden, und diese Praxis hat sich zum Theile noch bis auf den heutigen Tag erhalten. Dieselbe ist jedoch, wie wir schon früher bei den theoretischen Untersuchungen der Nietverbindungen erwähnten, mit mancherlei Nachtheilen verbunden; erstens müssen nämlich die Niete einen verhältnissmässig grossen Durchmesser erhalten, und dann scheinen die eisernen Niete in einer aus Stahlplatten bestehenden Aussenhaut durch die Einwirkung des Seewassers besonders stark zu leiden. Man erklärt gewöhnlich diese Erscheinung durch eine zwischen den verschiedenartigen Materialien der Aussenhaut und der Niete entstehende galvanische Wirkung. Um diesen Uebelständen aus dem Wege zu gehen, benutzt man in neuerer Zeit mit bestem Erfolge Niete aus Stahl. Man hatte lange Zeit Bedenken, dieses Material zu solchem Zwecke zu verwenden, da dasselbe nach den mit Stahlplatten und Stahlwinkeln gemachten Erfahrungen eine Bearbeitung mit dem Hammer in Dunkelrothwärme oder sogenannten schwarzwarmen Zustande nicht verträgt. Nachdem es jedoch in neuerer Zeit gelungen ist, absolut unhärtbaren Stahl von genügender Weichheit herzustellen, so sind die erwähnten Bedenken als beseitigt zu betrachten, und die Verwendung von Stahlnieten gewinnt täglich an Ausdehnung. — Dieselben werden thatsächlich nicht in dem gleichen Maasse vom Seewasser angegriffen, als eiserne Niete, bei welchen dieser Vorgang durch die sehnige Structur des Eisens ganz besonders befördert zu werden scheint. Der Durchmesser der Stahlniete kann annähernd das gleiche Verhältniss zur Plattendicke haben, wie das bei der Vernietung von Eisenplatten durch eiserne Niete der Fall ist, so dass man also in dieser Beziehung nicht in so abnorme Verhältnisse verfällt, wie bei der Vernietung von Stahlplatten durch eiserne Niete.

Es kommen im Schiffbau verschiedene Arten von Nieten zur Verwendung, die sich einestheils durch die Form des Kopfes, anderntheils durch die Gestalt des Schaftes kennzeichnen. Mit Bezug auf den ersten Punkt unterscheidet man Niete mit flachem Kopfe (englisch: *pan headed rivets*), wie in Fig. 31 und 32 auf Taf. XL dargestellt, und solche mit rundem Kopfe, wie die in Fig. 34 und 35 gezeigten (englisch: *snap head*). Vorzugsweise werden im Schiffbau Niete mit flachem Kopfe angewendet, und zwar aus dem Grunde, weil für dieselben beim Niederschlagen nur ein einfaches ebenes Vorhalteisen genügt, ohne dass dadurch die Gestalt des Kopfes deformirt wird. Bei Verwendung von Nieten mit halbrunden Köpfen würde man dagegen

genöthigt sein, das Vorhalteisen mit einer der Kopfform entsprechenden Vertiefung zu versehen, und während des Niederschlagens der Niete müsste genau darauf geachtet werden, dass der Nietkopf immer in dieser Vertiefung bleibt. Hierdurch würde jedoch die Ausführung der Arbeit ungemein erschwert werden, und deshalb kommen Niete mit halbrundem Kopfe im Schiffbau nur ausnahmsweise vor.

Der Schaft des Nietes ist entweder über seine ganze Länge nahezu cylindrisch, wie dies in Fig. 31 dargestellt ist, oder derselbe geht unterhalb des Kopfes in einen Conus über, wie dies Fig. 32 zeigt.

Den Zweck dieser letzteren Form müssen wir etwas genauer erklären. Die Nietlöcher in den Platten und Winkeln werden bekanntermaassen beim Schiffbau fast ausnahmslos durch die Lochmaschine erzeugt, und da man die sogenannte Lochscheibe gewöhnlich um 2 bis 4 mm im Durchmesser grösser macht, als den Lochstempel, so entstehen in der Platte Löcher, welche eine schlank conische Form besitzen. Es gilt nun als Regel, dass sich die Platten immer mit der Seite berühren sollen, auf welcher sich die kleinen Oeffnungen der Nietlöcher befinden, woraus folgt, dass das Niet an der Seite mit der weiten Oeffnung eingeführt werden muss. Zwei aufeinander gelegte Platten, welche durch ein Niet zu verbinden sind, werden demnach einen Querschnitt besitzen, wie in Fig. 37 auf Taf. XL dargestellt ist. Beim Niederschlagen des Nietes wird sich dasselbe anstauchen und wird die Oeffnung in der oberen Seite der Platte auf diese Weise voll ausfüllen. Anders verhält es sich auf der unteren Seite, von wo das Niet eingeschoben wird und sich der Kopf befindet. Hier ist die Wirkung der Hammerschläge keine so energische mehr, und bei einem cylindrischen Nietschaft würde sich derselbe an dieser Stelle nicht so weit aufstauchen, dass er das Nietloch voll ausfüllt. Um dies dennoch zu erreichen, giebt man dem Schaft die in Fig. 32 dargestellte Form mit einem Conus unterhalb des Kopfes. Selbstverständlich wird bei Anwendung einer solchen Nietform ein sehr gutes Ausfüllen der Nietlöcher ermöglicht. Derartige Niete werden daher auch bei allen sorgfältig ausgeführten Schiffsbauten benutzt, und namentlich sind sie auf den Werften der Kriegsmarinen im Gebrauche. — Selbstverständlich muss die Höhe des Conus ebenso wie die Länge des Schaftes mit der Plattendicke correspondiren, und man ist daher in einem und demselben Schiffe genöthigt, Niete mit verschieden hohem Conus zu verwenden, wodurch allerdings mancherlei Unbequemlichkeiten entstehen.

In möglichster Uebereinstimmung mit den in den englischen Marinewerften üblichen Proportionen der Niete ist im Nachstehenden eine Tabelle der Nietabmessungen für Metermaass aufgestellt worden. Der Nietdurchmesser springt hierbei immer um 2 mm, während auf den englischen Marinewerften der Unterschied im Durchmesser $\frac{1}{8}$ Zoll oder ca. 3 mm beträgt. Die Tabellen gelten sowohl für Eisen-, als auch für Stahlniete.

Niete mit versenktem Kopfe, wie Fig. 33 auf Taf. XL.

Durchmesser des Nietes	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
Durchmesser des Kopfes	14	16	19	22	25	28	32	34	36	38	40	42	44
Höhe des Kopfes	5	6	6	7	8	11	14	16	16	17	18	19	19

**Niete mit flachem oder mit halbrundem Kopfe,
wie Fig. 31 oder 34 auf Taf. XL.**

Durchmesser des Nietes	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
Durchmesser des Kopfes	13	16	18	20	22	25	28	30	32	34	37	40	44	49
Höhe des Kopfes	5	7	9	11	13	14	15	16	17	18	19	20	22	25

**Niete mit flachem oder halbrundem Kopfe und mit einem conischen
Ansätze des Schaftes,
wie Fig. 32 oder 35 auf Taf. XL.**

Durchmesser des Nietes	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
Durchmesser des Kopfes	16	18	20	22	25	28	30	32	35	38	41	45	50
Höhe des Kopfes	7	9	11	13	14	15	16	17	18	19	20	22	25
Durchmesser unmittelbar unter dem Kopfe . . .	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	35	38
Höhe des Conus	5	6	7	8	9	10	11	12	13	13	14	15	16

Alles in Millimetern ausgedrückt.

Der aufgehämmerte Kopf der Niete, der sogen. Setzkopf, ist gleichfalls von verschiedener Form. — Für manche inneren Theile eines Schiffes wendet man einen halbrunden Kopf an, wie er in Fig. 38 auf Taf. XL dargestellt ist. Diese Form des Nietkopfes wird gewöhnlich „Schellkopf“ genannt (englisch: *snap point*), weil derselbe, nachdem er aus freier Hand mit dem Hammer niedergeschlagen, noch durch Aufsetzen eines halbkugelförmigen Gesenkes, des Schelleisens, erst in seine richtige Form gebracht wird. Man benutzt solche Nietköpfe namentlich für die Schotte, Kielschweine, Decksbalken, Spanten und Bodenwrangen, Maschinenfundamente u. s. w., kurz überall da, wo eine glatte Oberfläche der vernieteten Theile nicht erforderlich ist. — Für solche Theile, welche weniger in die Augen fallen, also z. B. für die Bodenwrangen und Gegenspanten, sieht man bisweilen von der Anordnung eines Schellkopfes ab und hämmert den Kopf aus freier Hand in die Form eines stumpfen Kegels, so wie in Fig. 39 dargestellt ist. Diese Kopfform bezeichnet man mit dem Ausdrücke „Spitzkopf“ (englisch: *boiler point*).

An solchen Theilen, welche mittels Maschinenkraft vernietet werden, giebt man meistens beiden Köpfen eine halbkugelförmige Gestalt, und das Niet nimmt dann die in Fig. 40 dargestellte Form an.

Bei denjenigen Verbindungen, welche eine glatte Oberfläche bieten müssen, also in erster Linie bei der ganzen Aussenhaut, ferner bei den Stössen der Stringerplatten, bei den eisernen Decks und den Wänden der Decksaufbauten werden die Niete mit „versenkten Köpfen“ (englisch: *flush* oder *countersunk point*) versehen und erhalten dann die durch Fig. 41 auf Taf. XL dargestellte Form. Es ist jetzt allgemein üblich, die Versenkung, d. i. die conische Erweiterung des Nietloches, über die ganze Dicke der Platte auszudehnen; höchstens lässt man eine ganz schmale Kante von der ursprünglichen Fläche des Loches an der unteren Seite stehen. Man verbindet hiermit nur den Zweck, den Arbeiter bei dem Versenken der Platte daran zu verhindern, mit der Versenkung zu weit zu gehen, wodurch es vorkommen könnte, dass der Durchmesser des Loches an der unteren Seite der Platte grösser werden würde, als dem Nietdurchmesser entspricht. — In früherer Zeit wurde die Versenkung meistens nur auf die halbe Plattendicke oder auf eine noch geringere Tiefe ausgedehnt. Diese Methode hat jedoch insofern ihr Bedenkliches, als das Niet allen Halt verliert, sobald die Plattendicke oder die Höhe des Nietkopfes durch Oxydation um so viel reducirt ist, als der Tiefe der Versenkung entspricht.

Ueber die Grösse des Winkels der die Versenkung bildenden Kegelfläche sind die Ansichten sehr getheilt. In früherer Zeit war es üblich, eine sehr stumpfe Versenkung anzuwenden, und es galt damals als Regel, dass der Durchmesser des Nietloches an seiner äusseren Seite doppelt so gross sein müsse, als der Nietdurchmesser selbst. Dies ist jedoch jedenfalls etwas zu gross und deshalb ist es bei den gewöhnlichen Plattendicken von 10 mm aufwärts Gebrauch, den Durchmesser des Nietloches auf der äusseren Plattenseite nur $1\frac{1}{2}$ mal grösser als den Nietdurchmesser zu wählen. Die geringeren Plattendicken erfordern jedoch eine grössere Versenkung. — In manchen Schiffswerften wählt man auch bei allen Plattendicken innerhalb gewisser Grenzen für den Winkel, welchen die Achse des Nietloches mit der Seite der die Versenkung bildenden Kegelfläche einschliesst, eine bestimmte Grösse, die beiläufig 20° beträgt. Diese Methode bietet den Vortheil, dass zum Versenken aller Platten ein und dasselbe Werkzeug brauchbar ist.

Es ist jetzt allgemein üblich, den Kopf eines versenkten Nietes derartig herzustellen, dass er nicht allein das Loch vollkommen ausfüllt, sondern auch noch eine geringe Wölbung zeigt, welche vor der Oberfläche der Platte vorsteht, wie das in Fig. 41 und 42 in etwas übertriebener Weise veranschaulicht ist. — Es ist früher mehrfach empfohlen worden, den Kopf der versenkten Niete etwas hohl zu machen, so dass er noch unter der Plattenoberfläche bleibt. Man hatte bei dieser Methode im Auge, den Anstrich des Nietes vor dem Abscheuern zu schützen, und da die Niete erfahrungsmässig der Oxydation weit mehr unterworfen sind, als die Platten selbst, so hat dieses Verfahren auch eine gewisse Begründung. Thatsächlich conserviren sich die Niete durch die in die Vertiefung eingeschmierte Spachtelfarbe auch sehr gut; da man aber einen vertieften Kopf beim Niederschlagen mit dem Hammer nie so fest anziehen kann, als ein etwas erhabenes Niet, so hat man diese Methode wieder aufgegeben. Wird ein Niet im Laufe der Zeit wirklich so stark angefressen, dass seine Oberfläche unter die der Platte herabsinkt, so ist es immer noch Zeit, durch Ueberspachteln einen guten Schutz gegen weitere Oxydation zu schaffen.

In manchen Fällen ist es erforderlich, das Niet an beiden Enden mit einem versenkten Kopfe zu versehen. Es ist das z. B. bei den Nieten der Fall, welche den Stringerwinkel des Oberdecks mit dem Scheergange verbinden. Ein solches Niet ist in Fig. 42 dargestellt.

Bei manchen Verbindungen, die weniger in die Augen fallen,

oder bei schwachen Platten lässt man bisweilen die Versenkung ganz weg und giebt dem Köpfe eine flache vorstehende Form, so wie in Fig. 43 gezeigt ist. Diese Art Niete werden namentlich für die Decke des Doppelbodens angewendet.

Es ist eine bekannte Erscheinung, dass die Köpfe stark beanspruchter Verbindungen die Neigung zeigen, abzuspringen. Um dem vorzubeugen, vermittelt man den Uebergang des Kopfes in den Nietschaft durch eine schmale Kegelfläche, die selbstverständlich eine kleine Versenkung des Nietloches bedingt. Es entstehen auf diese Weise Niete von einer Form, wie sie in Fig. 44 dargestellt ist. Dieselbe wird jedoch mehr bei Kesselarbeiten als im Schiffbau verwendet.

Die Länge des Nietschaftes muss selbstverständlich um so viel grösser als die Dicke der zu verbindenden Platten sein, dass das über die Plattenoberfläche vorstehende Volumen des Nietschaftes genügt, um daraus den Kopf bilden zu können. — Wenn das Niet nur durch zwei Plattendicken geht und gut in das Loch passt, so genügt es gewöhnlich für versenkte Köpfe, wenn der Schaft um 1 bis $1\frac{1}{8}$ Nietdurchmesser länger ist, als die gesammte Plattendicke, und bei halbrunden oder Schellköpfen ist eine überschüssige Schaftlänge von $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{3}{4}$ mal den Durchmesser ausreichend. Für Niete, welche durch drei und mehr Plattendicken gehen, ist dies jedoch zu wenig, da sich das Niet in Folge seiner verhältnissmässig grossen Länge viel mehr zusammenstauchen muss, bis es das Nietloch ganz erfüllt, und die Differenz zwischen Schaftlänge und Plattendicke steigt alsdann bis auf zwei Nietdurchmesser und mehr.

Wir haben bereits in den früheren Kapiteln bei der Besprechung der einzelnen Constructionstheile das Wichtigste über die hierbei in Betracht kommenden Nietverbindungen erwähnt. Wenn wir daher jetzt dazu übergehen, die mit Bezug auf diesen Punkt von den Classifications-Gesellschaften aufgestellten Vorschriften zu besprechen, um hieran noch weitere Betrachtungen zu knüpfen, so wird es sich nicht vermeiden lassen, schon Gesagtes zu wiederholen.

Es soll hier zunächst ein Auszug von dem gegeben werden, was die Vorschriften des Germanischen Lloyd über die Vernietungen sagen. Es wird hierbei nur auf die Bestimmungen für aus Stahl erbaute Schiffe Rücksicht genommen werden, da Schweisseisen im Schiffbau nur noch ganz ausnahmsweise zur Anwendung gelangt.

Die Vernietung der Längsnähte darf eine einfache sein, wenn die Dicke der Beplattung zwischen Kiel und Scheergang weniger als

9 mm beträgt. Wenn die Platten eine Dicke von 9 mm und nicht über 11 mm haben, so sind die Längsnähte vom Kiel angefangen, bis oberhalb der Kimm doppelt zu nieten. Bei einer grösseren Dicke der Platten sind alle Längsnähte doppelt zu nieten.

Die untere Längsnaht des Scheerganges ist doppelt zu nieten, wenn die Dicke des unter dem Scheergange liegenden Plattenstrakes 8 mm überschreitet. In Spardeck-Schiffen sind die Längsnähte der Scheergänge stets doppelt zu vernieten.

Wenn eine doppelte Nietung der Längsnähte in Folge der Plattendicke vorgeschrieben ist, so ist sie über die ganze Länge des Schiffes auszudehnen.

Mit dem Kiel und Steven ist die Beplattung bei allen Schiffen wenigstens durch doppelte Nietung zu verbinden.

Die gesammte Nietung der Aussenhaut ist als Kettennietung auszuführen.

Die Art der Vernietung der Stösse in der Aussenhaut, der Stringer und der Decksbeplattung wird von der Grösse des Schiffes sowohl, als auch von dem Verhältnisse von Länge zur Höhe abhängig gemacht. Die hierauf bezüglichen Bestimmungen sind zu umfangreich, um im Detail hier wiedergegeben werden zu können. Es sei nur Folgendes erwähnt:

Die Laschen des Flachkiels und der Kielgänge bei Schiffen mit Balkenkiel sind dreifach zu nieten, sobald die Längsnummer (Grosse Nummer) mehr als 130, und vierfach, wenn sie über 1540 beträgt.

In allen Schiffen, deren Längsnummer weniger als 520 beträgt, sind die Stösse der äusseren Beplattung und der Deckstringer durch Laschen mit mindestens doppelter Kettennietung zu verbinden. Ueberschreitet bei diesen Schiffen das Verhältniss von Länge zur Höhe den Werth 12, so ist der Scheergang auf halbe Länge mittschiffs in den Stössen dreifach zu vernieten.

Die Stösse der Aussenhaut sind stets dreifach zu vernieten, wenn die Breite der Gänge 1,27 m überschreitet, und vierfach, wenn nach den sonstigen Bestimmungen schon eine dreifache Nietung gefordert wird.

Die Stösse der Seitenbeplattung von Aufbauten sind stets doppelt zu vernieten.

Der Abstand der Niete von den Kanten der Platten und Winkel darf nie geringer als der Durchmesser der Niete sein.

Die Entfernung der parallelen Mittellinie der Nietreihen untereinander darf im Allgemeinen bei doppelter und dreifacher Ketten-

nietung nicht geringer als 3 mal, und bei Zickzacknietung nicht geringer als $2\frac{1}{2}$ mal dem Nietdurchmesser sein.

Die Entfernung der Niete voneinander, von Mitte zu Mitte in ein und derselben Nietreihe, in den Stößen und Ueberlappungen darf bei einfacher Nietung für Stahl nicht mehr als $3\frac{1}{2}$ mal, und für Schweisseisen nicht mehr als 4 mal dem Nietdurchmesser betragen.

**Durchmesser der Niete für Platten, Winkel etc. aus Stahl.
Breite der Ueberlappungen, Breite und Dicke der Stossbleche und
Breite der Stossüberlappung für Stahl,**

nach den Vorschriften des Germanischen Lloyd.

Dicke der Platten	Durchmesser der Niete	Breite der Ueberlappungen			Breite und Dicke der Stossbleche						Breite der Stossüberlappung		
		für einf. Nietg.	für doppelte		für doppelte Kettennietung		f. dreifache Kettennietung		f. vierfache Zickzacknietung		f. doppelte Kettennietg.	f. dreifache Kettennietg.	f. vierfache Kettennietg.
			Zickzacknietung	Kettennietung	Breite	Dicke	Breite	Dicke	Breite	Dicke			
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
3,0	10,0	35	60	65	140	3,5	190	4,0			70		
3,5	10,0	35	60	65	140	4,0	190	4,5			70		
4,0	10,0	35	60	65	140	4,5	190	5,0			70		
4,5	12,0	45	70	75	160	5,0	230	6,0			80		
5,0	12,0	45	70	75	160	6,0	230	7,0			80		
6,0	14,0	50	80	85	180	7,0	270	8,0			90	140	
7,0	16,0	55	90	95	205	8,0	305	9,0	350	9,0	110	160	210
8,0	16,0	55	90	95	205	9,0	305	10,0	350	10,0	110	160	210
9,0	18,0	60	100	105	230	10,0	340	11,0	390	11,0	120	180	240
10,0	18,0	60	100	105	230	11,0	340	12,0	390	12,0	120	180	240
11,0	20,0	70	110	120	260	12,0	380	13,0	430	13,0	130	200	260
12,0	20,0	80	110	120	260	13,0	380	14,0	430	14,0	130	200	260
13,0	22,0	80	120	130	285	14,5	420	15,5	470	15,5	150	220	290
14,0	22,0	80	120	130	285	15,5	420	16,5	470	16,5	150	220	290
15,0	22,0	70	120	130	285	16,5	420	17,5	470	17,5	150	220	290
16,0	24,0		130	145	310	17,5	455	18,5	500	18,5	160	240	310
17,0	24,0		130	145	310	18,5	455	19,5	500	19,5	160	240	310
18,0	24,0		130	145	310	19,5	455	20,5	500	20,5	160	240	310
19,0	26,0		145	155	340	20,5	495	21,5	550	21,5	170	260	340
20,0	26,0		145	155	340	22,0	495	23,0	550	23,0	170	260	340
21,0	26,0		145	155	340	23,0	495	24,0	550	24,0	170	260	340
22,0	28,0		155	170			535	25,0	590	25,0		280	370
23,0	28,0		155	170			535	26,0	590	26,0		280	370
24,0	28,0		155	170			535	27,0	590	27,0		280	370
25,0	28,0		155	170			535	28,0	590	28,0		280	370
26,0	30,0		165	180			570	29,0	630	29,0		300	400

Bei doppelt und dreifach vernieteten Stößen oder Ueberlappungen kann die Entfernung der Niete, gleichgültig, ob es sich um Stahl oder Eisen handelt 4 bis $4\frac{1}{2}$ mal dem Nietdurchmesser betragen.

Der Germanische Lloyd schreibt ferner für die Stösse und Ueberlappungen die in der auf S. 402 befindlichen Tabelle gegebenen Verhältnisse vor.

Tabelle über die Durchmesser und Entfernungen der Niete, sowie Breite der Laschen und Ueberlappungen, nach den Vorschriften des Britischen Lloyd.

Dicke der Platten in engl. Zollen	$\frac{5}{20}$	$\frac{6}{20}$	$\frac{6-7}{20}$	$\frac{7}{20}$	$\frac{8}{20}$	$\frac{9}{20}$	$\frac{9-10}{20}$	$\frac{10}{20}$	$\frac{11}{20}$	$\frac{12}{20}$	$\frac{12-13}{20}$	$\frac{13}{20}$	$\frac{14}{20}$	$\frac{14-15}{20}$	$\frac{15}{20}$	$\frac{16}{20}$	
Nietdurchmesser	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{7}{8}$	1	1	1	1	
Breite d. dreifach vernieteten Laschen in Zollen	—	—	—	—	14 $\frac{1}{4}$	14 $\frac{1}{4}$	14 $\frac{1}{4}$	16 $\frac{3}{4}$	16 $\frac{3}{4}$	16 $\frac{3}{4}$	16 $\frac{3}{4}$	16 $\frac{3}{4}$	19	19	19	19	
Breite d. doppelt vernieteten Laschen in Zollen	8	8	9 $\frac{3}{4}$	9 $\frac{3}{4}$	9 $\frac{3}{4}$	9 $\frac{3}{4}$	9 $\frac{3}{4}$	11 $\frac{3}{4}$	11 $\frac{3}{4}$	11 $\frac{3}{4}$	11 $\frac{3}{4}$	11 $\frac{3}{4}$	—	—	—	—	
Breite d. dreifach vernieteten Ueberlappungen	—	—	—	—	7 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$	9	9	9	9	9	10 $\frac{1}{2}$	10 $\frac{1}{2}$	10 $\frac{1}{2}$	10 $\frac{1}{2}$	
Breite d. doppelt vernieteten Ueberlappungen	4 $\frac{1}{4}$	4 $\frac{1}{4}$	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	—	—	—	—	
Breite d. doppelt vernieteten Ueberlappung der Längsnähte	3 $\frac{3}{4}$	3 $\frac{3}{4}$	4 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{4}$	5 $\frac{1}{4}$	5 $\frac{1}{4}$	5 $\frac{1}{4}$	5 $\frac{1}{4}$	6	6	6	6	
Breite d. einfach vernieteten Ueberlappung der Längsnähte	2 $\frac{1}{4}$	2 $\frac{1}{4}$	2 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Maximalabstand d. Niete von Mitte zu Mitte	In den Stößen der Aussenhautplatte	2 $\frac{1}{4}$	2 $\frac{1}{4}$	2 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{5}{8}$	2 $\frac{5}{8}$	3 $\frac{1}{8}$	3 $\frac{1}{8}$	3 $\frac{1}{8}$	3 $\frac{1}{8}$	3 $\frac{1}{8}$	3 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	
		2 $\frac{1}{4}$	2 $\frac{1}{4}$	2 $\frac{3}{8}$	2 $\frac{3}{8}$	2 $\frac{3}{8}$	2 $\frac{3}{8}$	3 $\frac{1}{8}$	3 $\frac{1}{8}$	3 $\frac{1}{8}$	3 $\frac{1}{8}$	3 $\frac{1}{8}$	3 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$
		2 $\frac{1}{4}$	2 $\frac{1}{4}$	3 $\frac{3}{8}$	3 $\frac{3}{8}$	3 $\frac{3}{8}$	3 $\frac{3}{8}$	4	4	4	4	4	4 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$
In den Spanten, Gegenspannen, Bodenwangen, Kielschweinen u. Balkenwinkel.	In den Spanten, Gegenspannen, Bodenwangen, Kielschweinen u. Balkenwinkel.	4 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{4}$	5 $\frac{1}{4}$	5 $\frac{1}{4}$	5 $\frac{1}{4}$	6 $\frac{1}{4}$	6 $\frac{1}{4}$	6 $\frac{1}{4}$	6 $\frac{1}{4}$	6 $\frac{1}{4}$	7	7	7	7	
		4 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{4}$	5 $\frac{1}{4}$	5 $\frac{1}{4}$	5 $\frac{1}{4}$	6 $\frac{1}{4}$	6 $\frac{1}{4}$	6 $\frac{1}{4}$	6 $\frac{1}{4}$	6 $\frac{1}{4}$	7	7	7	7	7
		4 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{4}$	5 $\frac{1}{4}$	5 $\frac{1}{4}$	5 $\frac{1}{4}$	6 $\frac{1}{4}$	6 $\frac{1}{4}$	6 $\frac{1}{4}$	6 $\frac{1}{4}$	6 $\frac{1}{4}$	7	7	7	7	7

Die Vorschriften des Britischen Lloyd sind in der auf Seite 403 befindlichen Tabelle gegeben.

Endlich mögen noch die entsprechenden Vorschriften des Bureau Veritas erwähnt sein.

Tabelle über die Durchmesser der Niete, sowie Breite der Laschen und Ueberlappungen,
nach den Vorschriften des Bureau Veritas.

Dicke der Platten	Durchmesser der Niete		Ueberfassung der Längsnähte				Breite und Dicke der Laschen	
	für die Platten u. Winkel	für den massiven Kiel u. die Steven	für einfache Nietung	für doppelte Zickzack- nietung	für doppelte Ketten- nietung	für über- lappte Stöße m. dreifach. Nietung	für doppelte Nietung	für dreifache Nietung
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
5	12	18	45	70	75	—	160 × 6	— —
6	14	20	50	80	85	—	180 × 7	— —
7	16	22	55	90	95	160	200 × 8	300 × 9
8	16	22	55	90	95	160	200 × 9	300 × 10
9	18	24	70	100	105	180	230 × 10	340 × 11
10	18	24	70	100	105	180	230 × 11	340 × 12
11	20	26	—	110	115	200	260 × 12	380 × 13
12	20	26	—	110	115	200	260 × 13	380 × 14
13	20	26	—	110	115	200	260 × 14	380 × 15
14	22	28	—	120	130	225	290 × 15	420 × 16
15	22	28	—	120	130	225	290 × 16	420 × 17
16	22	28	—	120	130	225	290 × 17	420 × 19
17	24	30	—	130	145	250	320 × 18	460 × 20
18	24	30	—	130	145	250	320 × 19	460 × 22
19	24	30	—	130	145	250	320 × 20	460 × 22
20	26	32	—	140	160	280	350 × 21	500 × 23
21	26	32	—	140	160	280	350 × 22	500 × 24
22	26	32	—	140	160	280	350 × 23	500 × 25
23	28	34	—	155	175	310	— —	500 × 26
24	28	34	—	155	175	310	— —	540 × 27
25	28	34	—	155	175	310	— —	540 × 28

Der Britische Lloyd giebt ferner noch die in der folgenden Tabelle (s. Seite 405) ausgedrückten Vorschriften.

**Geringste Anzahl der Niete zwischen zwei Spanten
in den Längsnähten mittschiffs.**

Durchmesser der Niete in Zollen	Anzahl der Niete zwischen zwei Spanten in Zollen			
	$\frac{5}{8}$ "	$\frac{3}{4}$ "	$\frac{7}{8}$ "	1"
Entfernung der Spanten 20"	7	5	—	—
" " " 21"	7	6	5	—
" " " 22"	—	6	5	—
" " " 23"	—	6	5	5
" " " 24"	—	7	6	5
" " " 25"	—	—	6	5
" " " 26"	—	—	6	5

Mit Bezug auf die Anordnung der Niete in den Längsnähten zwischen zwei Spanten verweisen wir hier auf das auf S. 190 Gesagte. Wir wiederholen, dass in allen Fällen, wo für eine Spantendistanz in den Längsnähten eine ungerade Nietanzahl vorgeschrieben ist, letztere in der eine Stossfuge enthaltenden Spantendistanz um eins vermehrt werden muss, so dass an diesen Stellen eine gerade Anzahl vorhanden ist. Die Stossfuge kann dann genau zwischen zwei Nietlöchern liegen. — Im Hinter- und Vorderschiffe, wo wegen der starken Neigung der Aussenhaut zur Symmetrieebene des Schiffes die Längsnähte zwischen zwei Spanten eine grössere Länge erhalten als mittschiffs, müssen auch entsprechend den Angaben in vorstehender Tabelle mehr Niete zwischen zwei Spanten angebracht werden.

Die Niete, welche die Kielplatten mit einem Balkenkiel und die Aussenhautplatten im Vorder- und Hinterschiffe mit den Steven verbinden, erhalten einen grösseren Durchmesser als diejenigen, welche man bei der Verbindung von Platten gleicher Dicke unter sich wählt, und zwar beträgt der Unterschied nach den Vorschriften des Britischen Lloyd $\frac{4}{16}$ Zoll; es wird jedoch nicht verlangt, den Durchmesser dieser Niete überhaupt grösser als $1\frac{1}{4}$ Zoll zu wählen. — Die Vorschriften der übrigen Classifications-Institute stimmen in diesem Punkte mit dem Britischen Lloyd überein.

Die Vernietung am Kiel und an den Steven wird immer, wie schon früher erwähnt, als zweireihige Zickzacknietung hergestellt, und nur bei sehr grossen Schiffen kommt ausnahmsweise einmal eine dreifache Zickzacknietung zur Anwendung. Wie aus den bereits

weiter oben gegebenen Regeln für die Vernietungen hervorgeht, wird bei diesen Verbindungen der Abstand der Niete verhältnissmässig grösser gewählt, da er hier bis zu fünf Nietdurchmessern von Mitte zu Mitte betragen darf. Die Niete selbst erhalten an beiden Seiten versenkte Köpfe, und zwar lässt man dieselben gewöhnlich mit einer merklichen Wölbung über der Plattenoberfläche vorstehen.

Da die durch den Kiel und die Steven laufenden Niete im Ver gleiche zu ihrem Durchmesser sehr lang sind, so bietet die Ausführung dieser Vernietung nicht unerhebliche Schwierigkeiten. Dieselben steigern sich noch bei der Verbindung der Aussenhautplatten mit dem Hintersteven von Schraubenschiffen, da letzterer gewöhnlich eine doppelt so grosse Dicke als der Kiel besitzt und die Niete deshalb eine ganz enorme Länge erhalten müssen, welche bei grossen Dampfern eventuell bis zu 20 und selbst 25 cm wächst. Niete von solcher Länge lassen sich durch Niederschlagen mit dem Hammer nicht genügend fest anziehen und stauchen sich auch nicht hinreichend auf, um das Nietloch ganz ausfüllen zu können. Wenn man nun noch in Rücksicht zieht, dass das ganze Hinterschiff bei Schraubenschiffen sehr starken Erschütterungen ausgesetzt ist, so wird man es begreiflich finden, dass die Vernietung am Hintersteven bei Dampfern sich sehr leicht lockert und Leckagen zeigt. — Bei der Ausführung dieser Vernietung durch die in neuerer Zeit vielfach verwendeten hydraulischen Nietmaschinen sitzen die Niete wesentlich fester, da sie sich bei dem hier zur Anwendung kommenden hohen Druck einestheils stärker aufstauchen und das Nietloch besser füllen, und andernteils, weil das Aufpressen des Kopfes so wenig Zeit erfordert, dass das Niet noch rothwarm ist, nachdem der Kopf schon gebildet ist. Durch das Erkalten und Zusammenziehen des Nietes werden die Platten alsdann so stark aufeinander gepresst, wie das bei Handnietung gar nicht zu erreichen ist.

In vielen Schiffswerften werden die Aussenhautplatten mit Hilfe von Schrauben an dem Hintersteven befestigt. Dieselben haben eine Form, wie sie in Fig. 45 auf Taf. XL dargestellt ist. Auf dem Kopfe, der die Gestalt eines versenkten Nietes besitzt, ist noch ein vierkantiger Ansatz angebracht, welcher gestattet, die Schraube mit Hilfe eines Schlüssels fest anzuziehen. Nachdem das geschehen, wird der Ansatz abgehauen und der Kopf der Schraube leicht verhäm mert. Die Schrauben werden in etwas geringeren Abständen angeordnet, als dies bei Anwendung von Nietten der Fall ist. Diese Art der Ver-

bindung der Aussenhautbeplattung mit dem Hintersteven hat sich, wenn einigermaassen sorgfältig ausgeführt, sehr bewährt. Es ist jedoch hierbei von grosser Wichtigkeit, dass die Befestigungsschrauben von besonders weichem Eisen hergestellt werden. Flusseisen, bezw. weicher Stahl, eignet sich hauptsächlich für diesen Zweck.

Nachdem wir im Vorstehenden ein Bild von den in der Praxis üblichen Verhältnissen der Nietverbindungen gegeben haben, sollen dieselben noch flüchtig mit den im Eingange zu diesem Kapitel festgestellten theoretischen Resultaten verglichen werden.

Wir bedienen uns hierbei am besten der Tabellen II und III. Ein Blick in die vierte Spalte dieser Tabellen zeigt uns, dass der Abstand der Niete von Mitte zu Mitte bei doppelter Vernietung in den Grenzen von 4,14 bis 2,81 mal, und bei dreifacher Vernietung von 4,43 bis 2,81 mal den Nietdurchmesser schwankt, und zwar ist für alle Blechdicken über 7 mm die Theilung geringer als vier Nietdurchmesser. Da nun, wie wir gesehen haben, in der Praxis in Uebereinstimmung mit den Classifications-Gesellschaften der Abstand der Niete in den Stössen regelmässig vier Nietdurchmessern gleich gemacht wird, so ist leicht zu übersehen, dass in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle der Gesamtnietquerschnitt in einem Stosse zu gering ist, und dass also in der Praxis die Festigkeit weit hinter derjenigen zurückbleibt, welche sich bei rationeller Eintheilung der Niete erreichen liesse. Man kann mit kurzen Worten sagen: bei allen mit doppelter oder dreifacher Vernietung und mit einfachen Laschen hergestellten Verbindungen sind in der Praxis die Niete zu weit voneinander entfernt, und zwar ist dieses Verhältniss um so ungünstiger, je dicker die Platten sind. — Wenn man die nach den Vorschriften der Classifications-Institute ausgeführten Vernietungen einer Untersuchung unterwirft, so ergeben sich die in der folgenden Tabelle zusammengestellten Resultate mit Bezug auf den Platten- und Nietquerschnitt. (Tabelle s. S. 408.)

Die Tabelle zeigt deutlich, wie mangelhaft die übliche Art der Vernietung ist.

In erster Linie kommen bei jedem Schiffe für die Festigkeit in der Längsachse die Stösse in der Aussenhaut und in den Stringerplatten, bezw. der Decksbeplattung des oberen Decks in Betracht. Es ist daher von höchster Wichtigkeit, die Nieteintheilung für diese Stösse theoretisch richtig anzuordnen. Die hierdurch bedingten kleinen Schwierigkeiten und geringen Mehrkosten stehen in gar keinem Verhältnisse zu den grossen Vortheilen, welche durch die auf diese Weise

Plattendicke in sechzehntel Zollen.	Nietdurch- messer in sechzehntel Zollen.	Ueberschuss des Plattenquerschnittes über den Niet- querschnitt in Pro- centen.		Ueberschuss des Nietenquerschnittes über den Platten- querschnitt in Pro- centen.	
		Doppelte Nietung	Dreifache Nietung	Doppelte Nietung	Dreifache Nietung
5	10	—	—	14,2 %	11,0 %
6	10	5,0 %	4,0 %	—	—
7	12	2,1 „	1,7 „	—	—
8	12	16,7 „	13,3 „	—	—
9	13	21,1 „	16,9 „	—	—
10	14	25,0 „	20,0 „	—	—
11	14	37,5 „	30,0 „	—	—
12	16	31,3 „	25,0 „	—	—
13	16	42,2 „	33,7 „	—	—
14	16	53,1 „	42,5 „	—	—
15	17	54,4 „	43,5 „	—	—
16	18	55,6 „	44,5 „	—	—

erlangte wesentlich höhere Festigkeit geboten werden. — Bei der jetzigen Praxis im Eisenschiffbaue bleibt die Eintheilung der Niete in den Stössen meistens, unter ungefährer Beobachtung der Vorschriften der Classifications-Institute, nur den Vorarbeitern überlassen, da es bis jetzt leider noch nicht allgemein üblich ist, von den so sehr wichtigen Nietanordnungen Detailzeichnungen anzufertigen. Es ist überhaupt im Eisenschiffbaue eine alte Gepflogenheit, so wenig wie möglich Zeichnungen zu machen und selbst Verbindungen von grosser Wichtigkeit dem Gutdünken des Vormannes zu überlassen. In dieser Beziehung steht der Schiffbau dem Maschinenbaue noch weit nach, und ehe nicht mit diesem Systeme gebrochen wird, kann von einer zweckmässigen Ausnutzung des verwendeten Materials kaum die Rede sein. Selbst die mit dem grössten Scharfsinne ausgedachten Constructions, die dazu bestimmt sind, das Eigengewicht des Schiffes zu vermindern, bezw. die Festigkeit der Verbindung zu erhöhen, sind selbstverständlich ohne allen Werth, wenn nicht die Niete mit der peinlichsten Gewissenhaftigkeit eingetheilt werden, um die höchste erreichbare Festigkeit zu sichern.

Der Umstand, dass sich das Verhältniss zwischen Niet- und Plattenquerschnitt und mithin auch der Festigkeitsgrad für die dickeren Platten am ungünstigsten gestaltet, bildet bei der jetzt üblichen Nieteintheilung einen Nachtheil von besonderer Wichtigkeit,

da bekanntermaassen die Beanspruchung des Materials pro Querschnittseinheit mit der Zunahme in den Dimensionen der Schiffe wächst. Der Festigkeitsgrad der Verbindungen sollte also bei grossen Schiffen ein grösserer sein, aber nicht ein geringerer, wie es jetzt der Fall ist.

Hierdurch erklärt es sich auch, wenn bei grossen Schiffen bisweilen ein Lockern der Nietverbindungen beobachtet wird, und zwar zeigt sich diese Erscheinung am häufigsten an den Stössen der Scheergangplatten, da diese, wie wir schon mehrfach angedeutet haben, der grössten Zugspannung ausgesetzt sind. Um diesen Verhältnissen Rechnung zu tragen, hat man angefangen, die Laschen des Scheerganges mit einer vierfachen Nietung zu versehen, welche bei dem üblichen Nietabstande einen geringen Ueberschuss des Nietquerschnittes über den Plattenquerschnitt besitzt. Diese Methode hat jedoch den grossen Nachtheil, dass die Lasche eine zu grosse Breite erhält, um noch zwischen zwei Spanten Platz zu finden, und man deshalb genöthigt ist, das der Lasche zunächst liegende Spant nur bis an die Unterkante des Scheerganges reichen zu lassen oder die Spantendistanz wesentlich zu vergrössern. — Das zweckmässigste Mittel, um einer Lockerung der Plattenstösse vorzubeugen, bleibt die Anwendung von doppelten Laschen, die sich auch immer mehr und mehr Eingang verschafft hat.

Eine Erscheinung, welche man ziemlich häufig bei Schiffen von etwas grösseren Dimensionen beobachten kann, ist das Oeffnen der Plattenstösse in den Kimmgängen, und zwar namentlich in dem mittleren Theile der Schiffslänge. Es ist hierbei jedoch gewöhnlich keine Lockerung der Niete selbst zu constatiren, und deshalb kann man die Erscheinung auch nicht direct als ein Zeichen der Schwäche hinstellen; vielmehr liegt die Ursache wohl in den meisten Fällen in einem mangelhaften Aneinanderpassen der Platten, verbunden mit unzureichendem Verstemmen. Um dies genauer zu erklären, wollen wir die Operation des Verstemmens der Stösse etwas näher erläutern und verweisen zu diesem Zwecke auf Fig. 47 auf Taf. XL, welche einen Stoss im Durchschnitte darstellt, dessen Platten sich nicht vollkommen berühren. Um diese Fuge, nachdem die Lasche vernietet ist, zu schliessen, wird mit Hilfe eines stumpfen, meisselartigen Werkzeuges in einer Entfernung von ungefähr 4 mm zu jeder Seite der Fuge und parallel zu derselben eine rinnenartige Vertiefung eingehauen, wodurch sich das Material nach der benachbarten Platte hinüberdrängt und auf diese Weise die Fuge schliesst. So wie es in der Figur dar-

gestellt und in der Praxis meistens der Fall ist, berühren sich die Platten an ihrer äusseren Seite nur mit einem schmalen Grat. Es ist unausbleiblich, dass derselbe sehr bald durch die corrodirende Wirkung des Seewassers zerstört wird und die unmittelbare Folge davon ist, dass die Fuge dem Auge sichtbar wird, wodurch der Eindruck entsteht, der Stoss habe sich durch zu grosse Beanspruchung geöffnet. Es ist dies eine irrthümliche, sehr verbreitete Ansicht. Der Beweis für das Unzutreffende derselben liegt darin, dass nicht allein die Niete in der Lasche selbst, sondern auch in den Längsnähten der benachbarten Platten vollkommen fest sind. Ein Oeffnen des Stosses, ohne dass sich die Niete an der Lasche und in den Längsnähten lockern, ist aber, wie leicht verständlich, ganz undenkbar. — Ist die Stossfuge durch die Oxydation der Plattenkanten einmal zum Vorscheine gekommen, so sucht man dem Uebel gewöhnlich dadurch abzuhelpfen, dass man die Nähte von Neuem verstemmt. Nach kurzer Zeit zeigt es sich jedoch in der Regel wieder, und nach abermaligem Verstemmen entsteht endlich eine tiefe Rinne, die sich nicht mehr beseitigen lässt. Das Aufsetzen einer äusseren Lasche ist gewöhnlich das letzte Radicalmittel.

Die Oxydation des angestemmtten Grates in der Stossfuge, welche, wie wir gesehen haben, den Anfang für die ganze Erscheinung bildet, würde, da der Stoss doch sorgfältig durch einen Farbenanstrich geschützt ist, nicht eintreten können, wenn nicht ein unbedeutendes Oeffnen des Stosses vorhergegangen wäre. Letzteres entsteht wahrscheinlich durch ein geringes Ein- und Ausbauchen der Verlaschung bei der Rollbewegung des Schiffes. Es ist also nicht die Längsschiffsbeanspruchung, welche diese Erscheinung an den Stössen der Kimmgänge hervorruft. Es ist das schon deshalb unmöglich, weil die Kimmgänge geringeren Zugspannungen ausgesetzt sind, als der Scheergang und die übrigen oberen Plattengänge. So lange demnach die Stösse der letzteren nicht durch die Beanspruchung in der Längsachse gelockert werden, kann die Erscheinung keinesfalls bei den Kimmgängen eintreten.

Das Oeffnen der Quernähte der Plattengänge wird namentlich auch in den, dem Hinterstevan zunächst liegenden Stossfugen bei Schraubendampfern beobachtet. Die Ursache für diese Erscheinung ist hier in den durch die Umdrehung der Schraube hervorgerufenen Vibrationen zu suchen.

Die Vorsichtsmaassregeln, welche man anwenden kann, um das Oeffnen der Nähte in den Kimmgängen zu verhindern, sind ver-

schiedenartig. In erster Linie hat man darauf zu achten, dass die Platten über die ganze Länge des Stosses dicht aneinander passen, denn schon ein kleiner Zwischenraum von 1 mm Weite hat erfahrungsmässig einen nachtheiligen Einfluss auf die Conservirung der Stossfugen. Ist durch Unachtsamkeit bei dem Anpassen der Aussenhaut dennoch eine kleine Oeffnung in der Stossfuge geblieben, so ist dieselbe sorgfältig mit einem Blechstreifen von entsprechender Dicke und von einer Breite, welche der Plattendicke entspricht, auszufüllen. Von besonderer Wichtigkeit ist das Verstemmen der Stösse. Man hat dabei darauf zu achten, dass bei der Ausführung dieser Operation das Werkzeug, der sogen. Stemmer, nicht zu nahe an der Fuge, sondern je nach der Plattendicke, wenigstens in einer Entfernung von 7 bis 8 mm neben der Fuge, angesetzt wird. Auf diese Weise wird es möglich, das Material der beiden benachbarten Platten nicht nur mit einem schmalen Grat, sondern mit einem grösseren Theile der Plattendicke aneinander zu pressen, so dass der Querschnitt der Stossfuge eine Gestalt annimmt, wie das in Fig. 49 auf Taf. XL dargestellt ist. — Als ein besonders wirksames Mittel, das Oeffnen der Stossfugen zu verhindern, muss die Anwendung von Laschen von grosser Breite und von wesentlich grösserer Dicke als diejenige der Platten selbst angesehen werden. Die Begründung hierfür liegt in dem Umstande, dass die breiten und dicken Laschen das Ein- und Ausbeulen des Stosses erschweren. Man hat deshalb schon früh angefangen, die dreifach vernieteten Laschen in ausgedehnterem Maasse anzuwenden und denselben eine um 3 bis 6 mm grössere Dicke zu geben, als diejenige der zu verbindenden Platten beträgt.

Als besonders zweckmässig gegen das Oeffnen der Stossfugen hat sich die Anwendung der auf S. 194 beschriebenen „untergesteckten Laschen“ erwiesen.

Das wirksamste Mittel, um ein Oeffnen der Quernähte zu verhindern, bleibt immer die Anwendung von doppelten Laschen. Bis jetzt ist diese Methode nur an den Kimmgängen von verhältnissmässig grossen Schiffen zur Anwendung gebracht worden, da man immer der Meinung war, dass die an der Aussenhaut vorstehenden Laschen die Geschwindigkeit beeinträchtigen würden. Die mit solchen Schiffen, welche nachträglich mit äusseren Laschen versehen worden sind, gesammelten Erfahrungen haben jedoch deutlich gezeigt, dass ein nachtheiliger Einfluss auf die Geschwindigkeit nur in sehr geringem Maasse constatirt werden konnte. — Die Anwendung von Doppel-laschen kann daher nur angelegentlichst empfohlen werden.

Die Erfahrung sowohl, als auch die angestellten Versuche haben gezeigt, dass von dem Moment ab, wo sich die ersten Anzeichen für das Lösen einer Nietverbindung durch ein geringes Verschieben der verbundenen Platten bemerkbar machen, bis zu dem Punkte, bei welchem der Bruch wirklich stattfindet, die Beanspruchung der Verbindung ganz beträchtlich gesteigert werden kann. Oder mit anderen Worten: schon bei einer Beanspruchung, welche nur einem geringen Procentsatze der Bruchbelastung entspricht, tritt eine kleine Verschiebung der vernieteten Platten ein. Die mit Bezug auf diesen Punkt angestellten Versuche haben allerdings voneinander sehr abweichende Resultate ergeben; es scheint aber sicher zu sein, dass schon bei einer zwischen 25 und 30 Procent der Bruchfestigkeit schwankenden Beanspruchung eine geringe Verschiebung der vernieteten Platten stattfindet. Nachdem dieses erste Recken eingetreten ist, kann wieder die Beanspruchung sehr lange gesteigert werden, bis ein weiteres Nachgeben beobachtet werden kann, welches sich dann bis zum eintretenden Bruche fortgesetzt steigert. Die Erklärung für diese Erscheinung liegt in dem Umstande, dass selbst bei solchen Nietungen, welche mit mehr als gewöhnlicher Sorgfalt ausgeführt sind, nicht alle Niete gleichmässig beansprucht sind, und dies ist wieder durch das mangelhafte Passen der Nietlöcher bedingt. Ein Theil der Niete wird nämlich immer schief in der Platte sitzen, wie das z. B. Fig. 48 auf Taf. XL darstellt. Wenn angenommen wird, dass die Platten durch zwei durch die Pfeile angedeutete Kräfte beansprucht werden, so wird das mit *A* bezeichnete Niet, welches von Haus aus eine solche Neigung besitzt, dass seine Achse mit den angreifenden Kräften einen spitzen Winkel bildet, wohl schwerlich viel zur Festigkeit der Verbindung beitragen können, wenn nicht eine merkliche Verschiebung der Platten bereits stattgefunden hat. Solange der ausgeübte Zug kein grosser ist, wird derselbe durch die zwischen den Platten vorhandene Reibung aufgenommen werden, und letztere ist thatsächlich so gross, dass sie bis zu 30 Proc. von der Bruchfestigkeit der Verbindung betragen kann. — Nach den Resultaten, welche von Mr. Wildish über eine Reihe von Versuchen in den *Transactions of the Institution of Naval Architects* (Bd. XXVI) veröffentlicht worden sind, ergab sich der Reibungswiderstand, bezogen auf ein Niet, zu folgenden Beträgen:

	Für 1" Niet	Für $\frac{3}{4}$ " Niet
Niet mit halbrundem Kopf und Schliesskopf . . .	6,40 tons	4,72 tons
„ „ flachem „ „ halbrund. Schliessk.	7,36 „	4,52 „
„ „ „ „ „ versenkt. „	8,55 „	6,25 „
„ „ versenktem „ „ „ „	9,04 „	4,95 „

Wenn die Niete mittels hydraulischer Maschinen niedergepresst sind, so steigert sich die Reibung für das einzöllige Niet bis auf 9,6 tons und für das dreiviertelzöllige bis auf 5,9 tons.

Die vorstehenden Zahlen zeigen deutlich eine grosse Ueberlegenheit der versenkten Köpfe einerseits und der Maschinennietung andererseits.

Nach anderen Angaben kann die Reibung zwischen zwei vernieteten Platten zu 5 kg pro Quadratmillimeter Nietquerschnitt angenommen werden.

Die nach der Ueberwindung der Reibung eintretende Verschiebung der Platten wird um so geringer ausfallen, je genauer die Nietlöcher aufeinander passen. Die Steifigkeit der Verbindung wird daher um so grösser sein, je besser die Vernietung ausgeführt ist.

Dass das mangelhafte Aufeinanderpassen der Nietlöcher auch die Bruchfestigkeit der Nietverbindung beeinträchtigt, braucht wohl nicht näher begründet zu werden. Im Allgemeinen kann aber behauptet werden, dass der auf diese Weise bedingte Verlust an Festigkeit nicht so gross ist, wie man das gewöhnlich anzunehmen pflegt.

Selbst bei sorgfältiger Arbeit ist es nicht zu vermeiden, dass einige Nietlöcher nicht genau aufeinander passen und vielleicht um 2 bis 3 mm verschoben sind. Um das Einbringen des betreffenden Nietes in diesen Fällen zu ermöglichen, muss daher das Loch etwas erweitert werden, und zu diesem Zwecke bedient man sich zwei verschiedener Methoden. Die eine besteht in dem gewaltsamen Eintreiben eines schlanken conischen Stahldorns, dessen Durchmesser am dicken Ende dem Durchmesser des Nietes entspricht. Das Loch wird auf diese Weise so erweitert, dass das Niet bequem eingebracht werden kann. Das Eisen wird sich jedoch hierbei an den sich berührenden Flächen der Platten, am Rande des Loches, aufstauchen, so dass ein nicht unbedeutender Grat entsteht, der das dichte Aufeinanderliegen der Platten verhindert. Dieselben berühren sich nur mit dem an dem Nietloche befindlichen Grat und zwischen zwei benachbarten Nietlöchern bleibt ein hohler Raum. Der Querschnitt einer Vernietung,

deren Nietlöcher durch den Dorn aufgetrieben sind, zeigt daher ein Bild, wie es in Fig. 50 auf Taf. XL dargestellt ist. Wenn man ein vernietetes Plattenpaar auf der Hobelmaschine bis auf das Mittel der Niete abhobelt, so wird man in den meisten Fällen die geschilderte Erscheinung beobachten können. Die Anwendung des Dorns ist aber auch noch deshalb besonders bedenklich, weil dadurch das Nietloch, wenn es nahe am Plattenrande gelegen ist, oft einreißt. Dies wird namentlich bei Verwendung von Schweisseisen sehr leicht bei den Nietlöchern in den Quernähten der Plattengänge und der Stringerplatten der Fall sein, wo das Aufspalten der Platte beim Eintreiben des Dorns durch die Längsrichtung der Walzfaser noch unterstützt wird, zumal wenn es sich um Schweisseisen geringer Qualität handelt, was allerdings im Schiffbaue heute kaum noch zur Verwendung gelangt. Die Anwendung des Dorns beim Aufweiten der Nietlöcher ist daher als ganz unzulässig zu bezeichnen.

Die zweite Methode, welche man zur Erweiterung der Nietlöcher anwendet, besteht in dem sogenannten „Aufräumen“ derselben. Bei dieser Operation wird ein schlank conischer Stahlstab von vierkantigem oder halbkreisförmigem Querschnitte in das Nietloch gebracht und in demselben mit Hilfe eines langen aufgesteckten Hebels mit Gewalt herumgedreht, wobei die scharfen Kanten des Instrumentes das Eisen an den Wandungen des Nietloches abarbeiten. — Bei diesem Verfahren wird ein Einreißen des Nietloches vermieden und der entstehende Grat ist ein wesentlich geringerer; ganz vermeiden lässt sich der letztere jedoch nicht. Wenn es daher ganz besonders auf die Herstellung einer dichten Vernietung ankommt, wie das z. B. bei Petroleumdampfern der Fall ist, so muss man die Platten, nachdem die Nietlöcher aufgeräumt sind, wieder losnehmen und den Grat an der Berührungsfläche entfernen.

Es soll hier noch einer Erscheinung Erwähnung gethan werden, welche auf den ersten Blick nur schwer erklärlich ist. Nach den von Reed angestellten Versuchen kann nämlich in einer Verlaschung der Plattenquerschnitt den Gesamtquerschnitt der Niete um etwa 22 Proc. überschreiten, ohne dass das Abscheeren der Niete bei zunehmender Beanspruchung früher eintritt, als das Abreißen der Platten. Dies würde scheinbar für eine wesentliche Ueberlegenheit der Scheerfestigkeit der Niete über die absolute Festigkeit der Platte zwischen den Löchern sprechen. Da das aber, wie die Experimente nachgewiesen haben, durchaus nicht der Fall ist, so bleibt nur noch die Annahme übrig, dass die Reibung zwischen den Platten die Festig-

keit der Niete unterstützt. Dies erscheint um so wahrscheinlicher, als bei weniger sorgfältig ausgeführten Vernietungen dieses scheinbare Ueberwiegen der Scheerfestigkeit der Niete nicht in gleichem Maasse beobachtet werden kann. Es muss hierbei auch noch berücksichtigt werden, dass diese Resultate immer nur solchen Experimenten entnommen sind, bei welchen das Probestück nur einem gleichmässigen Zuge ausgesetzt ist. Wenn jedoch die Richtung der Beanspruchung wechselt, und bald in einem Zuge, bald in einem Drucke besteht, so dürften sich die Verhältnisse wohl anders gestalten, und deshalb wird auch immer die Bedingung, nach welcher der Plattenquerschnitt in der letzten Nietreihe dem Gesamtquerschnitte der Niete gleich sein soll, als correct betrachtet werden müssen.

Die mittels Maschinenkraft vernieteten Verbindungen bieten, wie schon früher angedeutet, nach den angestellten Versuchen eine beträchtlich grössere Festigkeit als die durch die Handnietung hergestellten. Das Niet staucht sich innerhalb des Loches besser auf und füllt dasselbe vollkommener aus, als wenn die Vernietung durch Handarbeit erfolgt. Im Allgemeinen ist jedoch die Anwendung der Maschinennietung noch eine verhältnissmässig sehr beschränkte und kommt gegenwärtig fast ausschliesslich bei der Kiel- und Stevennietung vor, wo sie sich als ganz besonders vorthellhaft erwiesen hat. — Für die Stösse und Nähte der Aussenhautbeplattung ist die Anwendung der Maschinen- oder hydraulischen Nietung mit grösseren Schwierigkeiten und Unkosten verknüpft, da der schwerfällige, zangenförmige Nietapparat sich nur sehr unbequem zwischen den Spanten regieren lässt. Bei der hydraulischen Vernietung einer Längsnaht ist es erforderlich, dass einer oder zwei der benachbarten noch unvernieteten Plattengänge losgenommen werden, um mit dem Nietapparate bequem ankommen zu können. Die Ausführung der hydraulischen Vernietung einer ganzen Aussenhaut ist daher nur in der Weise möglich, dass man von dem Kielgange beginnend der Reihe nach die Längsnähte vernietet, bis man schliesslich am Scheergange ankommt. Zwei über dem zu vernietenden Gange befindliche Plattenstraken müssen während der Operation immer entfernt werden. Die Fertigstellung der ganzen Arbeit wird auf diese Weise ganz enorm verzögert, denn während man bei Handnietung sofort, wenn ein kleiner Theil der Platten angepasst ist, mit dem Nieten vorgehen und also sozusagen dem Plattenanlegen folgen kann, ist bei hydraulischer Nietung die Arbeit kaum in anderer Weise auszuführen, als dass man

erst dann, wenn die ganze Aussenhaut vollständig angepasst ist, mit dem Nieten beginnt.

Es ist kein Zweifel, dass die allgemeine Einführung der Maschinen-
nietung im Schiffbaue ein sehr grosser Fortschritt sein und uns er-
möglichen würde, viele der Schwierigkeiten zu überwinden, welche
sich uns noch gegenwärtig bei dem Baue sehr grosser, mit starker
Maschinenkraft ausgestatteter Dampfer entgegenstellen.

Tabelle I.

Eiserne Platten. — Eiserne Niete.

Einfache Nietung mit einfachen Laschen.

$$\frac{e}{\delta} = \frac{d}{\delta} + \frac{\pi}{4} \left(\frac{d}{\delta} \right)^2; \quad \varphi = \frac{1}{1 + \frac{4}{\pi} \cdot \frac{\delta}{d}}$$

[Vergl. Formel (2) und (4).]

δ = Platten- dicke in Millimetern	d = Niet- durchmesser in Millimetern	e = Theilung der Niete in Millimetern	$\frac{e}{d}$ Verhältniss der Theilung zum Niet- durchmesser	φ = Festig- keitsgrad
6	12	30,8	2,57	0,61
7	14	36,0	2,57	0,61
8	14	33,2	2,37	0,58
9	16	38,3	2,40	0,58
10	16	36,1	2,26	0,56
11	18	41,1	2,28	0,56
12	18	39,2	2,17	0,54
13	20	44,1	2,21	0,55
14	20	42,4	2,12	0,53
15	20	40,9	2,05	0,51
16	22	45,8	2,08	0,52
17	22	44,4	2,02	0,50
18	22	43,1	1,96	0,49
19	24	47,8	1,99	0,50
20	24	46,6	1,94	0,49
21	26	51,3	1,97	0,49
22	26	50,1	1,93	0,48
23	28	54,7	1,96	0,49
24	28	53,7	1,92	0,48
25	30	58,3	1,94	0,48
26	30	57,2	1,91	0,48

Tabelle II.

Eiserne Platten. — Eiserne Niete.

Doppelte Nietung mit einfachen Laschen.

$$\frac{e}{\delta} = \frac{d}{\delta} + \frac{\pi}{2} \left(\frac{d}{\delta} \right)^2; \quad \varphi = \frac{1}{1 + \frac{2}{\pi} \frac{\delta}{d}}$$

[Vergl. Formel (5) und (6).]

δ = Platten- dicke in Millimetern	d = Niet- durchmesser in Millimetern	e = Theilung der Niete in Millimetern	$\frac{e}{d}$ Verhältniss der Theilung zum Niet- durchmesser	φ = Festig- keitsgrad
6	12	49,7	4,14	0,76
7	14	58,0	4,14	0,76
8	14	52,5	3,74	0,73
9	16	60,7	3,79	0,74
10	16	56,2	3,51	0,71
11	18	64,2	3,57	0,72
12	18	60,4	3,36	0,70
13	20	68,3	3,41	0,71
14	20	64,8	3,24	0,69
15	20	61,9	3,09	0,68
16	22	69,5	3,16	0,68
17	22	66,7	3,03	0,67
18	22	64,2	2,92	0,66
19	24	71,6	2,98	0,67
20	24	69,2	2,88	0,65
21	26	76,6	2,94	0,66
22	26	74,3	2,86	0,65
23	28	81,5	2,91	0,65
24	28	79,4	2,83	0,65
25	30	86,5	2,88	0,65
26	30	84,4	2,81	0,64

Tabelle III.

Eiserne Platten. — Eiserne Niete.

Dreifache Nietung mit einfachen Laschen und der halben Anzahl Niete in der letzten Reihe.

Wenn $d \geq 1,27 \delta$,

$$\frac{e}{\delta} = \frac{d}{2\delta} + \frac{5\pi}{8} \left(\frac{d}{\delta}\right)^2; \quad \varphi = \frac{1}{1 + \frac{4}{5\pi} \cdot \frac{\delta}{d}}; \quad \delta' = \delta \frac{e - d}{e - \frac{2}{d}}$$

[Vergl. Formel (10), (11) und (12).]

Wenn $d < 1,27 \delta$,

$$\frac{e}{\delta} = \frac{d}{\delta} + \frac{\pi}{2} \left(\frac{d}{\delta}\right)^2; \quad \varphi = \frac{1 + \frac{1}{4}}{1 + \frac{2}{\pi} \frac{\delta}{d}}; \quad \delta' = \frac{5}{4} \delta.$$

[Vergl. Formel (14), (15) und (16).]

δ = Platten- dicke in Millimetern	d = Niet- durchmesser in Millimetern	e = Theilung der Niete in Millimetern	$\frac{e}{d}$ Verhältniss der Theilung zum Niet- durchmesser	δ' = Dicke d. Lasche in Millimetern	φ = Festig- keitsgrad
6	12	53,1	4,43	7	0,89
7	14	62,0	4,43	8	0,89
8	14	55,1	3,93	9,5	0,87
9	16	63,9	4,00	10,5	0,88
10	16	58,3	3,64	12	0,86
11	18	66,8	3,71	13	0,86
12	18	62,0	3,44	14,5	0,85
13	20	70,4	3,52	15,5	0,86
14	20	66,0	3,30	17	0,85
15	20	62,3	3,12	18,5	0,84
16	22	70,4	3,20	19,5	0,84
17	22	66,9	3,04	21	0,84
18	22	64,2	2,92	22,5	0,82
19	24	71,6	2,98	24	0,83
20	24	69,2	2,88	25	0,82
21	26	76,6	2,94	26,5	0,83
22	26	74,3	2,86	27,5	0,81
23	28	81,5	2,91	29	0,82
24	28	79,4	2,83	30	0,81
25	30	86,5	2,88	31,5	0,82
26	30	84,4	2,81	32,5	0,81

NB. Für die unterhalb der horizontalen Linie gegebenen Werthe ist: $d < 1,27 \delta$.

Tabelle IV.

Eiserne Platten. — Eiserne Niete.

Vierfache Nietung mit einfachen Laschen und der halben Anzahl Niete in der letzten Reihe.

Wenn $d \geq 1,27 \delta$,

$$\frac{e}{\delta} = \frac{d}{2\delta} + \frac{7\pi}{8} \left(\frac{d}{\delta}\right)^2; \quad \varphi = \frac{1}{1 + \frac{4}{7\pi} \cdot \frac{\delta}{d}}; \quad \delta' = \delta \frac{e - \frac{d}{2}}{e - d}.$$

[Vergl. Formel (17), (18) und (19).]

Wenn $d < 1,27 \delta$,

$$\frac{e}{\delta} = \frac{d}{\delta} + \frac{3\pi}{4} \left(\frac{d}{\delta}\right)^2; \quad \varphi = \frac{1 + \frac{1}{6}}{1 + \frac{4}{3\pi} \cdot \frac{\delta}{d}}; \quad \delta' = \frac{7}{6} \delta.$$

[Vergl. Formel (20), (21) und (22).]

δ = Platten- dicke in Millimetern	d = Niet- durchmesser in Millimetern	e = Theilung der Niete in Millimetern	$\frac{e}{d}$ Verhältniss der Theilung zum Niet- durchmesser	δ' = Dicke d. Lasche in Millimetern	φ = Festig- keitsgrad
6	12	72,0	6,00	7	0,92
7	14	84,0	6,00	8	0,92
8	14	74,3	5,31	9	0,91
9	16	86,2	5,39	10	0,91
10	16	78,4	4,90	11,5	0,90
11	18	90,0	5,00	12,5	0,90
12	18	83,2	4,62	14	0,89
13	20	94,6	4,73	15	0,89
14	20	88,5	4,43	16,5	0,89
15	20	83,3	4,17	17,5	0,88
16	22	94,2	4,28	18,5	0,88
17	22	89,3	4,06	20	0,88
18	22	85,3	3,88	21	0,87
19	24	95,4	3,98	22,5	0,87
20	24	91,9	3,83	23,5	0,86
21	26	101,8	3,92	24,5	0,87
22	26	98,4	3,78	26	0,86
23	28	108,3	3,87	27	0,87
24	28	105,0	3,75	28	0,86
25	30	114,8	3,83	29,5	0,86
26	30	111,5	3,72	30,5	0,85

NB. Für die unterhalb der horizontalen Linie gegebenen Werthe ist: $d < 1,27 \delta$.

Tabelle V.

Eiserne Platten. — Eiserne Niete.

Doppelte Nietung mit Doppellaschen.

$$\frac{e}{\delta} = \frac{d}{\delta} + \pi \left(\frac{d}{\delta}\right)^2; \quad \varphi = \frac{1}{1 + \frac{1}{\pi} \frac{\delta}{d}}; \quad \delta' = \frac{1}{2} \delta.$$

[Vergl. Formel (31) und (32).]

δ = Platten- dicke in Millimetern	d = Niet- durchmesser in Millimetern	e = Theilung der Niete in Millimetern	$\frac{e}{d}$ Verhältniss der Theilung zum Niet- durchmesser	δ' = Dicke d. Lasche in Millimetern	φ = Festig- keitsgrad
6	8	41,5	5,19	3	0,81
7	8	36,7	4,59	3,5	0,78
8	10	49,3	4,92	4	0,80
9	10	44,9	4,49	4,5	0,78
10	12	57,2	4,77	5	0,79
11	12	53,1	4,43	5,5	0,77
12	14	65,4	4,67	6	0,79
13	14	61,4	4,38	6,5	0,77
14	16	73,4	4,59	7	0,78
15	16	69,6	4,35	7,5	0,77
16	18	81,6	4,54	8	0,78
17	18	77,9	4,33	8,5	0,77
18	20	89,8	4,49	9	0,78
19	20	86,2	4,31	9,5	0,77
20	22	98,2	4,46	10	0,78
21	22	94,4	4,29	10,5	0,77
22	24	106,2	4,43	11	0,77
23	24	102,6	4,27	11,5	0,77
24	26	114,4	4,40	12	0,77
25	26	111,0	4,27	12,5	0,76
26	28	122,7	4,38	13	0,77
27	28	119,2	4,26	13,5	0,77

Tabelle VI.

Eiserne Platten. — Eiserne Niete.

Dreifache Nietung mit Doppellaschen.

$$\frac{e}{\delta} = \frac{d}{\delta} + \frac{3\pi}{2} \left(\frac{d}{\delta}\right)^2; \quad \varphi = \frac{1}{1 + \frac{2}{3\pi} \cdot \frac{\delta}{d}} \delta; \quad \delta' = \frac{1}{2} \delta.$$

[Vergl. Formel (33) und (34).]

δ = Platten- dicke in Millimetern	d = Niet- durchmesser in Millimetern	e = Theilung der Niete in Millimetern	$\frac{e}{d}$ Verhältniss der Theilung zum Niet- durchmesser	δ' = Dicke d. Lasche in Millimetern	φ = Festig- keitsgrad
6	8	58,2	7,28	3	0,86
7	8	51,1	6,38	3,5	0,84
8	10	68,9	6,89	4	0,85
9	10	62,3	6,23	4,5	0,84
10	12	79,8	6,66	5	0,85
11	12	73,7	6,14	5,5	0,84
12	14	91,0	6,50	6	0,85
13	14	85,1	6,08	6,5	0,84
14	16	102,2	6,38	7	0,84
15	16	96,4	6,03	7,5	0,83
16	18	113,4	6,31	8	0,84
17	18	107,8	5,99	8,5	0,83
18	20	124,7	6,23	9	0,84
19	20	119,3	5,96	9,5	0,83
20	22	136,2	6,19	10	0,84
21	22	130,6	5,94	10,5	0,83
22	24	147,4	6,14	11	0,84
23	24	141,9	5,91	11,5	0,83
24	26	158,6	6,10	12	0,84
25	26	153,5	5,90	12,5	0,83
26	28	170,1	6,08	13	0,84
27	28	164,8	5,88	13,5	0,83

Tabelle VII.

Eiserne Platten. — Eiserne Niete.

Dreifache Nietung mit Doppellaschen und der halben Anzahl Niete in der letzten Reihe.

$$d \geq 0,64 \delta;$$

$$\frac{e}{\delta} = \frac{d}{2\delta} + \frac{5\pi}{4} \left(\frac{d}{\delta}\right)^2; \quad \varphi = \frac{1}{1 + \frac{2}{5 \cdot \pi} \cdot \frac{\delta}{d}}; \quad \delta' = \delta \frac{e - \frac{d}{2}}{2(e - d)}.$$

[Vergl. Formel (35), (36) und (37).]

δ = Plattendicke in Millimetern	d = Nietdurchmesser in Millimetern	e = Theilung der Niete in Millimetern	$\frac{e}{d}$ Verhältniss der Theilung zum Niet- durchmesser	δ' = Dicke d. Lasche in Millimetern	φ = Festig- keitsgrad
6	8	45,9	5,73	3,5	0,91
7	8	39,9	4,99	4	0,90
8	10	54,1	5,41	4,5	0,90
9	10	48,6	4,86	5	0,90
10	12	62,6	5,21	6	0,90
11	12	57,4	4,78	6,5	0,90
12	14	71,2	5,08	7	0,90
13	14	66,2	4,73	7,5	0,90
14	16	79,8	4,99	8	0,90
15	16	75,0	4,69	8,5	0,90
16	18	88,5	4,92	9	0,90
17	18	83,8	4,66	10	0,90
18	20	97,2	4,86	10,5	0,90
19	20	92,7	4,64	11	0,90
20	22	106,0	4,82	11,5	0,90
21	22	101,6	4,62	12	0,90
22	24	114,8	4,78	12,5	0,90
23	24	110,2	4,59	13,5	0,90
24	26	123,5	4,75	14	0,90
25	26	119,2	4,59	14,5	0,90
26	28	132,4	4,73	15	0,90
27	28	128,0	4,57	15,5	0,89

Tabelle VIII.

Stählerne Platten. — Eiserne Niete.

Einfache Nietung mit einfachen Laschen.

$$\frac{e}{\delta_s} = \frac{d}{\delta_s} + \frac{\pi}{5,33} \left(\frac{d}{\delta_s} \right); \quad \varphi = \frac{1}{1 + \frac{5,33}{\pi} \cdot \frac{\delta_s}{d}}$$

[Vergl. Formel (40) und (41).]

δ_s = Platten- dicke in Millimetern	d = Niet- durchmesser in Millimetern	e = Theilung der Niete in Millimetern	$\frac{e}{d}$ Verhältniss der Theilung zum Niet- durchmesser	φ = Festig- keitsgrad
4	10	24,7	2,47	0,59
5	12	29,0	2,42	0,59
6	14	33,3	2,38	0,58
7	16	37,6	2,35	0,58
8	16	34,9	2,18	0,54
9	18	39,2	2,18	0,54
10	18	37,1	2,06	0,52
11	20	41,4	2,07	0,52
12	20	39,7	1,98	0,50
13	22	43,9	2,00	0,50
14	22	42,4	1,93	0,48
15	22	41,1	1,87	0,46
16	24	45,2	1,89	0,47
17	24	44,0	1,83	0,46
18	26	48,1	1,85	0,46
19	26	47,0	1,81	0,45
20	28	51,1	1,83	0,45
21	28	50,0	1,79	0,44
22	30	54,1	1,81	0,45
23	30	53,1	1,77	0,44
24	32	57,1	1,79	0,44
25	32	56,2	1,76	0,43

Tabelle IX.

Stählerne Platten. — Eiserne Niete.

Doppelte Nietung mit einfachen Laschen.

$$\frac{e}{\delta_s} = \frac{d}{\delta_s} + \frac{\pi}{2,66} \cdot \left(\frac{d}{\delta_s}\right)^2; \quad \varphi = \frac{1}{1 + \frac{2,66}{\pi} \cdot \frac{\delta_s}{d}}$$

[Vergl. Formel (42) und (43).]

δ_s = Platten- dicke in Millimetern	d = Niet- durchmesser in Millimetern	e = Theilung der Niete in Millimetern	$\frac{e}{d}$ Verhältniss der Theilung zum Niet- durchmesser	φ = Festig- keitsgrad
4	10	39,5	3,95	0,75
5	12	46,0	3,83	0,74
6	14	52,6	3,76	0,73
7	16	59,2	3,70	0,73
8	16	53,8	3,36	0,70
9	18	60,5	3,36	0,70
10	18	56,3	3,11	0,68
11	20	62,9	3,15	0,68
12	20	59,4	2,97	0,66
13	22	66,0	3,00	0,67
14	22	62,8	2,86	0,65
15	22	60,1	2,73	0,63
16	24	66,5	2,77	0,64
17	24	64,0	2,67	0,63
18	26	70,4	2,71	0,63
19	26	68,0	2,62	0,62
20	28	74,3	2,65	0,62
21	28	72,1	2,57	0,61
22	30	78,3	2,61	0,62
23	30	76,2	2,54	0,61
24	32	82,4	2,57	0,61
25	32	80,4	2,51	0,60

Tabelle X.

Stählerne Platten. — Eiserne Niete.

Dreifache Nietung mit einfachen Laschen und der halben Anzahl Niete in der letzten Reihe.

Wenn $d \geq 1,69 \delta_s$,

$$\frac{e}{\delta_s} = \frac{d}{2 \delta_s} + \frac{\pi}{2,13} \left(\frac{d}{\delta_s} \right)^2; \quad \varphi = \frac{1}{1 + \frac{1,06}{\pi} \cdot \frac{\delta_s}{d}}; \quad \delta_s' = \delta_s \frac{e - \frac{d}{2}}{e - d}.$$

[Vergl. Formel (44), (45) und (46).]

Wenn $d < 1,69 \delta_s$

$$\frac{e}{\delta_s} = \frac{d}{\delta_s} + \frac{\pi}{2,66} \left(\frac{d}{\delta_s} \right)^2; \quad \varphi = \frac{1 + \frac{1}{4}}{1 + \frac{2,66}{\pi} \cdot \frac{\delta_s}{d}}; \quad \delta_s' = \frac{5}{4} \delta_s.$$

[Vergl. Formel (47), (48) und (49).]

δ_s = Platten- dicke in Millimetern	d = Niet- durchmesser in Millimetern	e = Theilung der Niete in Millimetern	$\frac{e}{d}$ Verhältniss der Theilung zum Niet- durchmesser	δ_s' = Dicke der Lasche in Millimetern	φ = Festig- keitsgrad
4	10	41,9	4,19	5	0,88
5	12	48,5	4,04	6	0,88
6	14	55,2	3,94	7	0,87
7	16	62,0	3,87	8,5	0,87
8	16	55,2	3,45	10	0,86
9	18	62,1	3,45	11	0,86
10	18	56,8	3,15	12	0,84
11	20	63,6	3,18	13,5	0,84
12	20	59,4	2,97	15	0,88
13	22	66,0	3,00	16,5	0,88
14	22	62,8	2,86	17,5	0,81
15	22	60,1	2,73	19	0,79
16	24	66,5	2,77	20	0,80
17	24	64,0	2,67	21,5	0,78
18	26	70,4	2,71	22,5	0,79
19	26	68,0	2,62	24	0,77
20	28	74,3	2,65	25	0,78
21	28	72,1	2,57	26,5	0,76
22	30	78,3	2,61	27,5	0,77
23	30	76,2	2,54	29	0,76
24	32	82,4	2,57	30	0,76
25	32	80,4	2,51	31,5	0,75

NB. Für die unterhalb der horizontalen Linie gegebenen Werthe ist: $d < 1,69 \delta_s$.

Tabelle XI.

Stählerne Platten. Eiserne Niete.

Vierfache Nietung mit einfachen Laschen und der halben Anzahl Niete in der letzten Reihe.

Wenn $d \geq 1,69 \delta_s$,

$$\frac{e}{\delta_s} = \frac{d}{2\delta_s} + \frac{\pi}{1,52} \left(\frac{d}{\delta_s}\right)^2; \quad \varphi = \frac{1}{1 + \frac{0,76}{\pi} \frac{\delta_s}{d}}; \quad \delta_s' = \delta_s \frac{e - \frac{d}{2}}{e - d}.$$

[Vergl. Formel (50), (51) und (52).]

Wenn $d < 1,69 \delta_s$,

$$\frac{e}{\delta_s} = \frac{d}{\delta_s} + \frac{\pi}{1,77} \left(\frac{d}{\delta_s}\right)^2; \quad \varphi = \frac{1 + \frac{1}{6}}{1 + \frac{1,77}{\pi} \frac{\delta_s}{d}}; \quad \delta_s' = \frac{7}{6} \delta_s.$$

[Vergl. Formel (53), (54) und (55).]

δ_s = Platten- dicke in Millimetern	d = Niet- durchmesser in Millimetern	e = Theilung der Niete in Millimetern	$\frac{e}{d}$ Verhältniss der Theilung zum Niet- durchmesser	δ_s' = Dicke der Lasche in Millimetern	φ = Festig- keitsgrad
4	10	56,7	5,67	4,5	0,91
5	12	65,5	5,46	6	0,91
6	14	74,5	5,32	7	0,91
7	16	83,6	5,22	8	0,90
8	16	74,1	4,63	9,5	0,89
9	18	83,4	4,63	10,5	0,89
10	18	76,0	4,22	12	0,88
11	20	85,2	4,26	13	0,88
12	20	79,2	3,96	14	0,87
13	22	88,1	4,00	15,5	0,87
14	22	83,4	3,79	16,5	0,86
15	22	79,3	3,60	17,5	0,84
16	24	87,9	3,66	19	0,85
17	24	84,1	3,51	20	0,83
18	26	92,7	3,56	21	0,84
19	26	89,1	3,43	22,5	0,83
20	28	97,6	3,48	23,5	0,83
21	28	94,3	3,37	24,5	0,82
22	30	102,6	3,42	26	0,82
23	30	99,4	3,31	27	0,81
24	32	107,7	3,37	28	0,82
25	32	104,7	3,27	29,5	0,81

NB. Für die unterhalb der horizontalen Linie gegebenen Werthe ist: $d < 1,69 \delta_s$.

Tabelle XII.

Stählerne Platten. — Eiserne Niete.

Doppelte Nietung mit Doppellaschen.

$$\frac{e}{\delta_s} = \frac{d}{\delta_s} + \frac{\pi}{1,33} \left(\frac{d}{\delta_s} \right)^2; \quad \varphi = \frac{1}{1 + \frac{1,33 \delta_s}{\pi d}}$$

[Vergl. Formel (56) und (57).]

δ_s = Platten- dicke in Millimetern	d = Niet- durchmesser in Millimetern	e = Theilung der Niete in Millimetern	$\frac{e}{d}$ Verhältniss der Theilung zum Niet- durchmesser	φ = Festig- keitsgrad
6	10	49,4	4,94	0,80
7	12	60,6	5,05	0,80
8	12	54,5	4,54	0,78
9	14	65,4	4,67	0,79
10	14	60,3	4,31	0,77
11	16	70,9	4,43	0,78
12	16	66,7	4,15	0,76
13	18	76,9	4,27	0,77
14	18	72,7	4,04	0,75
15	20	83,0	4,15	0,76
16	20	79,0	3,95	0,75
17	22	89,2	4,06	0,75
18	22	85,5	3,89	0,74
19	24	95,6	3,98	0,75
20	24	92,0	3,83	0,74
21	26	102,0	3,93	0,75
22	26	98,6	3,79	0,74
23	28	108,5	3,88	0,74
24	28	105,2	3,76	0,73
25	30	115,0	3,83	0,74
26	30	111,8	3,73	0,73

Tabelle XIII.

Stählerne Platten. — Eiserne Niete.

Dreifache Nietung mit Doppellaschen.

$$\frac{e}{\delta_s} = \frac{d}{\delta_s} + \frac{\pi}{0,886} \left(\frac{d}{\delta_s} \right)^2; \quad \varphi = \frac{1}{1 + \frac{0,886}{\pi} \frac{\delta_s}{d}}$$

[Vergl. Formel (58) und (59).]

δ_s = Platten- dicke in Millimetern	d = Niet- durchmesser in Millimetern	e = Theilung der Niete in Millimetern	$\frac{e}{d}$ Verhältniss der Theilung zum Niet- durchmesser	φ = Festig- keitsgrad
6	10	69,1	6,91	0,86
7	12	84,9	7,08	0,86
8	12	75,8	6,32	0,84
9	14	91,2	6,51	0,84
10	14	83,5	5,96	0,83
11	16	98,5	6,15	0,84
12	16	91,6	5,73	0,83
13	18	106,4	5,91	0,83
14	18	100,1	5,56	0,82
15	20	114,5	5,73	0,83
16	20	108,6	5,43	0,82
17	22	122,9	5,59	0,82
18	22	117,3	5,33	0,81
19	24	131,5	5,48	0,82
20	24	126,1	5,26	0,81
21	26	140,2	5,39	0,81
22	26	135,0	5,19	0,81
23	28	148,8	5,31	0,81
24	28	143,9	5,14	0,81
25	30	157,6	5,26	0,81
26	30	152,8	5,09	0,80

Tabelle XIV.

Stählerne Platten. Eiserne Niete.

Dreifache Nietung mit Doppellaschen und der halben Anzahl Niete in der letzten Reihe.

$$d \geq 0,85 \delta_s$$

$$\frac{e}{\delta_s} = \frac{d}{2 \delta_s} + \frac{\pi}{1,06} \left(\frac{d}{\delta_s} \right)^2; \quad \varphi = \frac{1}{1 + \frac{0,532}{\pi} \frac{\delta_s}{d}}; \quad \delta_s' = \delta_s \frac{e - \frac{d}{2}}{2(e-d)}$$

[Vergl. Formel (60), (61) und (62).]

δ_s = Platten- dicke in Millimetern	d = Niet- durchmesser in Millimetern	e = Theilung der Niete in Millimetern	$\frac{e}{d}$ Verhältniss der Theilung zum Niet- durchmesser	δ_s' = Dicke der Lasche in Millimetern	φ = Festig- keitsgrad
6	10	54,4	5,44	3,5	0,91
7	12	67,0	5,58	4	0,91
8	12	59,4	4,95	4,5	0,90
9	14	71,5	5,11	5	0,90
10	14	65,1	4,65	6	0,89
11	16	76,9	4,81	6,5	0,90
12	16	71,2	4,45	7	0,89
13	18	82,9	4,61	7,5	0,89
14	18	77,6	4,31	8,5	0,88
15	20	89,0	4,45	9	0,89
16	20	84,1	4,20	9,5	0,88
17	22	95,4	4,34	10	0,88
18	22	90,6	4,12	10,5	0,88
19	24	101,8	4,24	11	0,88
20	24	97,4	4,06	12	0,88
21	26	108,4	4,17	12,5	0,88
22	26	104,1	4,00	13	0,88
23	28	115,0	4,11	13,5	0,88
24	28	110,9	3,96	14	0,87
25	30	121,7	4,06	15	0,88
26	30	117,7	3,92	15,5	0,87

Tabelle XV.

Stählerne Platten. — Stählerne Niete.

Einfache Nietung mit einfachen Laschen.

$$\frac{e}{\delta_s} = \frac{d_s}{\delta_s} + \frac{\pi}{4,4} \left(\frac{d_s}{\delta_s} \right)^2; \quad \varphi = \frac{1}{1 + \frac{4,4}{\pi} \frac{\delta_s}{d_s}}$$

[Vergl. Formel (63) und (64).]

δ_s = Platten- dicke in Millimetern	d_s = Niet- durchmesser in Millimetern	e = Theilung der Niete in Millimetern	$\frac{e}{\delta_s}$ Verhältniss der Theilung zum Niet- durchmesser	φ = Festig- keitsgrad
6	12	29,1	2,43	0,59
7	14	34,0	2,43	0,59
8	14	31,5	2,25	0,56
9	16	36,3	2,27	0,56
10	16	34,3	2,14	0,53
11	18	39,0	2,17	0,54
12	18	37,3	2,07	0,52
13	20	42,0	2,10	0,52
14	20	40,4	2,02	0,51
15	20	39,0	1,95	0,49
16	22	43,6	1,98	0,50
17	22	42,3	1,92	0,48
18	22	41,2	1,87	0,47
19	24	45,6	1,90	0,47
20	24	44,6	1,86	0,46
21	26	49,0	1,88	0,47
22	26	48,0	1,84	0,46
23	28	52,3	1,87	0,47
24	28	51,3	1,83	0,45
25	30	55,7	1,86	0,46
26	30	54,7	1,82	0,45

Tabelle XVI.

Stählerne Platten. — Stählerne Niete.

Doppelte Nietung mit einfachen Laschen.

$$\frac{e}{\delta_s} = \frac{d_s}{\delta_s} + \frac{\pi}{2,2} \left(\frac{d_s}{\delta_s} \right)^2; \quad \varphi = \frac{1}{1 + \frac{2,2}{\pi} \frac{\delta_s}{d_s}}$$

[Vergl. Formel (65) und (66).]

δ_s = Platten- dicke in Millimetern	d_s = Niet- durchmesser in Millimetern	e = Theilung der Niete in Millimetern	$\frac{e}{d_s}$ Verhältniss der Theilung zum Niet- durchmesser	φ = Festig- keitsgrad
6	12	46,8	3,86	0,74
7	14	54,0	3,86	0,74
8	14	49,0	3,50	0,71
9	16	56,6	3,54	0,72
10	16	52,6	3,29	0,70
11	18	60,0	3,34	0,70
12	18	56,6	3,14	0,68
13	20	63,9	3,20	0,69
14	20	60,8	3,04	0,67
15	20	58,1	2,90	0,66
16	22	65,2	2,96	0,66
17	22	62,7	2,85	0,65
18	22	60,4	2,75	0,64
19	24	67,3	2,80	0,64
20	24	65,1	2,71	0,63
21	26	72,0	2,77	0,64
22	26	69,9	2,69	0,63
23	28	76,7	2,74	0,64
24	28	74,7	2,67	0,63
25	30	81,4	2,71	0,63
26	30	79,4	2,65	0,62

Tabelle XVII.

Stählerne Platten. — Stählerne Niete.

Dreifache Nietung mit einfachen Laschen und der halben Anzahl Niete in der letzten Reihe.

Wenn $d_s \geq 1,4 \delta_s$,

$$\frac{e}{\delta_s} = \frac{d_s}{2 \delta_s} + \frac{\pi}{1,76} \left(\frac{d_s}{\delta_s} \right)^2; \quad \varphi = \frac{1}{1 + \frac{0,88 \delta_s}{\pi d_s}} \quad \delta_s' = \delta_s \frac{e - \frac{d_s}{2}}{e - d_s}$$

[Vergl. Formel (67), (68) und (69).]

Wenn $d_s < 1,4 \delta_s$,

$$\frac{e}{\delta_s} = \frac{d_s}{\delta_s} + \frac{\pi}{2,2} \left(\frac{d_s}{\delta_s} \right)^2 \quad \varphi = \frac{1 + \frac{1}{4}}{1 + \frac{2,2 \delta_s}{\pi d_s}}; \quad \delta_s' = \frac{5}{4} \delta_s.$$

[Vergl. Formel (70), (71) und (72).]

δ_s = Platten- dicke in Millimetern	d_s = Niet- durchmesser in Millimetern	e = Theilung der Niete in Millimetern	$\frac{e}{d_s}$ Verhältniss der Theilung zum Niet- durchmesser	δ_s' = Dicke der Lasche in Millimetern	φ = Festig- keitsgrad
6	12	48,8	4,07	7	0,88
7	14	57,0	4,07	8,5	0,88
8	14	50,7	3,62	9,5	0,86
9	16	58,8	3,67	11	0,86
10	16	53,7	3,36	12,5	0,85
11	18	61,5	3,42	13,5	0,85
12	18	57,2	3,18	15	0,84
13	20	64,9	3,24	16	0,85
14	20	61,0	3,05	17,5	0,84
15	20	58,1	2,90	19	0,82
16	22	65,2	2,96	20	0,83
17	22	62,7	2,85	21,5	0,81
18	22	60,4	2,75	22,5	0,79
19	24	67,3	2,80	24	0,80
20	24	65,1	2,71	25	0,79
21	26	72,0	2,77	26,5	0,80
22	26	69,9	2,69	27,5	0,78
23	28	76,7	2,74	29	0,79
24	28	74,7	2,67	30	0,78
25	30	81,4	2,71	31,5	0,79
26	30	79,4	2,65	32,5	0,78

NB. Für die unterhalb der horizontalen Linie gegebenen Werthe ist: $d_s < 1,4 \delta_s$.

Tabelle XVIII.

Stählerne Platten. Stählerne Niete.

Vierfache Nietung mit einfachen Laschen und der halben Anzahl Niete in der letzten Reihe.

Wenn $d_s \geq 1,4 \delta_s$,

$$\frac{e}{\delta_s} = \frac{d_s}{2 \delta_s} + \frac{\pi}{1,257} \left(\frac{d_s}{\delta_s} \right)^2; \quad \varphi = \frac{1}{1 + \frac{0,629}{\pi} \cdot \frac{\delta_s}{d_s}}; \quad \delta_s' = \delta_s \frac{e - \frac{d_s}{2}}{e - d_s}$$

[Vergl. Formel (73), (74) und (75).]

Wenn $d_s < 1,4 \delta_s$,

$$\frac{e}{\delta_s} = \frac{d_s}{\delta_s} + \frac{\pi}{1,466} \left(\frac{d_s}{\delta_s} \right)^2; \quad \varphi = \frac{1 + \frac{1}{6}}{1 + \frac{1,466}{\pi} \frac{\delta_s}{d_s}}; \quad \delta_s' = \frac{7}{6} \delta_s.$$

[Vergl. Formel (76), (77) und (78).]

δ_s = Platten- dicke in Millimetern	d_s = Niet- durchmesser in Millimetern	e = Theilung der Niete in Millimetern	$\frac{e}{d_s}$ Verhältniss der Theilung zum Niet- durchmesser	δ_s' = Dicke der Lasche in Millimetern	φ = Festig- keitsgrad
6	12	66,0	5,50	7	0,91
7	14	77,0	5,50	8	0,91
8	14	68,2	4,87	9,5	0,90
9	16	79,1	4,94	10,5	0,90
10	16	72,0	4,50	11,5	0,89
11	18	82,6	4,59	13	0,89
12	18	76,5	4,25	14	0,88
13	20	87,0	4,35	15	0,88
14	20	81,4	4,07	16,5	0,88
15	20	77,1	3,85	17,5	0,86
16	22	86,8	3,95	19	0,87
17	22	83,0	3,77	20	0,86
18	22	79,6	3,62	21	0,84
19	24	89,0	3,71	22,5	0,85
20	24	85,7	3,57	23,5	0,84
21	26	95,0	3,65	24,5	0,85
22	26	91,8	3,53	26	0,84
23	28	101,1	3,61	27	0,84
24	28	98,0	3,50	28	0,83
25	30	107,1	3,57	29,5	0,84
26	30	104,3	3,47	30,5	0,83

NB. Für die unterhalb der horizontalen Linie gegebenen Werthe ist: $d_s < 1,4 \delta_s$.

Tabelle XIX.

Stählerne Platten. — Stählerne Niete.

Doppelte Nietung mit Doppellaschen.

$$\frac{e}{\delta_s} = \frac{d_s}{\delta_s} + \frac{\pi}{1,1} \left(\frac{d_s}{\delta_s} \right)^2 \quad \varphi = \frac{1}{1 + \frac{1,1}{\pi} \frac{\delta_s}{d_s}}$$

[Vergl. Formel (79) und (80).]

δ_s = Platten- dicke in Millimetern	d_s = Niet- durchmesser in Millimetern	e = Theilung der Niete in Millimetern	$\frac{e}{d_s}$ Verhältniss der Theilung zum Niet- durchmesser	φ = Festig- keitsgrad
6	8	38,4	4,81	0,79
7	8	34,1	4,26	0,77
8	10	45,7	4,57	0,78
9	10	41,7	4,17	0,76
10	12	53,1	4,43	0,77
11	12	49,4	4,12	0,76
12	14	60,7	4,33	0,77
13	14	57,1	4,08	0,76
14	16	68,2	4,26	0,77
15	16	64,8	4,05	0,75
16	18	75,9	4,21	0,76
17	18	72,4	4,02	0,75
18	20	83,4	4,17	0,76
19	20	80,2	4,01	0,75
20	22	91,1	4,14	0,76
21	22	87,8	3,99	0,75
22	24	98,8	4,12	0,76
23	24	95,5	3,98	0,75
24	26	106,4	4,09	0,76
25	26	103,3	3,97	0,75
26	28	114,1	4,08	0,76
27	28	110,9	3,96	0,75

Tabelle XX.

Stählerne Platten. — Stählerne Niete.

Dreifache Nietung mit Doppellaschen.

$$\frac{e}{\delta_s} = \frac{d_s}{\delta_s} + \frac{\pi}{0,733} \left(\frac{d_s}{\delta_s} \right)^2 \quad \varphi = \frac{1}{1 + \frac{0,733}{\pi} \frac{\delta_s}{d_s}}$$

[Vergl. Formel (81) und (82).]

δ_s = Platten- dicke in Millimetern	d_s = Niet- durchmesser in Millimetern	e = Theilung der Niete in Millimetern	$\frac{e}{d_s}$ Verhältniss der Theilung zum Niet- durchmesser	φ = Festig- keitsgrad
6	8	53,7	6,71	0,85
7	8	47,2	5,90	0,83
8	10	63,6	6,36	0,84
9	10	57,6	5,76	0,83
10	12	73,7	6,14	0,84
11	12	68,1	5,68	0,82
12	14	84,0	6,00	0,83
13	14	78,6	5,62	0,82
14	16	94,4	5,90	0,83
15	16	89,1	5,57	0,82
16	18	104,8	5,82	0,83
17	18	99,7	5,54	0,82
18	20	115,2	5,76	0,83
19	20	110,2	5,51	0,82
20	22	125,7	5,71	0,83
21	22	120,8	5,49	0,82
22	24	136,3	5,68	0,82
23	24	131,4	5,47	0,82
24	26	146,7	5,64	0,82
25	26	141,9	5,46	0,82
26	28	157,2	5,62	0,82
27	28	152,4	5,44	0,82

Tabelle XXI.

Stählerne Platten. — Stählerne Niete.

Dreifache Nietung mit Doppellaschen und mit der halben Anzahl Niete in der letzten Reihe.

Wenn $d_s \geq 0,704 \delta_s$,

$$\frac{e}{\delta_s} = \frac{d_s}{2\delta_s} + \frac{\pi}{0,88} \left(\frac{d_s}{\delta_s}\right)^2, \quad \varphi = \frac{1}{1 + \frac{0,44 \delta_s}{\pi d_s}}, \quad \delta'_s = \delta_s \frac{e - \frac{d_s}{2}}{2(e - d_s)}$$

[Vergl. Formel (83), (84) und (85).]

δ_s = Platten- dicke in Millimetern	d_s = Niet- durchmesser in Millimetern	e = Theilung der Niete in Millimetern	$\frac{e}{d_s}$ Verhältniss der Theilung zum Niet- durchmesser	δ'_s = Dicke der Lasche in Millimetern	φ = Festig- keitsgrad
6	8	42,1	5,26	3,5	0,91
7	8	36,6	4,58	4	0,89
8	10	49,6	4,96	4,5	0,90
9	10	44,6	4,46	5,5	0,89
10	12	57,4	4,78	6	0,90
11	12	52,7	4,39	6,5	0,89
12	14	65,3	4,67	7	0,89
13	14	60,3	4,35	7,5	0,89
14	16	73,3	4,58	8	0,89
15	16	68,9	4,31	9	0,88
16	18	81,3	4,52	9,5	0,89
17	18	77,0	4,28	10	0,88
18	20	89,3	4,46	10,5	0,89
19	20	85,2	4,26	11	0,88
20	22	97,4	4,43	11,5	0,89
21	22	93,3	4,24	12,5	0,88
22	24	105,4	4,39	13	0,89
23	24	101,3	4,22	13,5	0,88
24	26	113,5	4,37	14	0,89
25	26	109,5	4,21	14,5	0,88
26	28	121,6	4,35	15	0,89
27	28	117,6	4,20	16	0,88

Achtzehntes Kapitel.

Stahl und Eisen als Schiffbaumaterial.

A. Allgemeines.

In früherer Zeit wurde im Eisenschiffbau ausschliesslich das Material benutzt, welches man im gewöhnlichen Leben mit dem Ausdrucke „Schmiedeeisen“ bezeichnet. Aber schon in den 70er Jahren kam die Verwendung von weichem Stahle oder Flusseisen immer mehr in Aufnahme, und heute ist fast ausschliesslich nur dieses Material für den Schiffbau in Betracht zu ziehen.

Ein klares Verständniss für die im Schiffbau benutzten verschiedenen Eisen- und Stahlsorten wird nur demjenigen möglich sein, der eine, wenn auch nur oberflächliche Kenntniss von der Herstellungsweise und chemischen Beschaffenheit derselben besitzt, und zwar erscheint dies um so mehr erforderlich, als die in den letzten Jahrzehnten durch die gemachten Fortschritte in der Eisen- und Stahlindustrie hervorgerufenen grossen Umwälzungen noch vielfach Unklarheiten in den Benennungen und Qualitätsbezeichnungen zurückgelassen haben. Es empfiehlt sich daher dieses Kapitel mit einem ganz flüchtigen Abriss über die Herstellungsweise der verschiedenen Eisen- und Stahlsorten einzuleiten.

Alles in den Handel gebrachte Eisen enthält kleinere oder grössere Mengen fremder Körper, welche demselben theils absichtlich beigemischt werden, theils als Verunreinigung bei der Herstellung in dasselbe gelangen. Alle diese Beimischungen beeinflussen mehr oder weniger die Qualität des Eisens. Der wichtigste dieser fremden Körper, welcher ausnahmslos in jedem Handelseisen vorkommt, ist

der Kohlenstoff; ausserdem finden sich aber auch noch Silicium, Phosphor, Schwefel, Mangan, Kupfer und andere weniger wichtige Bestandtheile in demselben enthalten.

Je nach dem Gehalte des Eisens an fremden Bestandtheilen sind dessen Eigenschaften verschieden. Mit Bezug hierauf theilt man die einzelnen Sorten von Handeisen zunächst in zwei grosse Gruppen ein, nämlich in Roheisen mit einer verhältnissmässig grossen Menge fremder Bestandtheile und in schmiedbares Eisen mit relativ wenig fremden Beimischungen. Diese beiden Eisengattungen unterscheiden sich physikalisch namentlich durch die Verschiedenheit ihrer Schmelztemperatur, sowie ihres Verhaltens in rothglühendem Zustande: Roheisen schmilzt leichter, d. h. bei geringerer Temperatur (bei ungefähr 1100 bis 1200^o) als schmiedbares Eisen, und geht ohne vorherige Erweichung rasch aus dem festen in den flüssigen Zustand über, sobald die Schmelztemperatur erreicht ist. Wegen dieser letzteren Eigenschaft lässt es sich nicht schmieden. — Schmiedbares Eisen wird dagegen, bevor es den Schmelzpunkt erreicht, allmählich erweicht und lässt sich dann durch den Hammer bearbeiten. In kaltem Zustande besitzt es eine mehr oder minder grosse Dehnbarkeit, wogegen sein Schmelzpunkt wesentlich höher liegt (etwa bei 1500 bis 1600^o), als beim Roheisen, und im Allgemeinen mit der Abnahme fremder Beimischungen steigt.

Wie bereits erwähnt, ist die wichtigste Beimischung des Eisens der Kohlenstoff, und unter der Voraussetzung, dass neben demselben nicht noch andere Bestandtheile in grösseren Mengen vorhanden sind, liegt die Grenze zwischen Roheisen und schmiedbarem Eisen bei einem Kohlenstoffgehalte von 2 bis 2,3 Proc. Ist ein grösserer Gehalt an Kohlenstoff vorhanden, so handelt es sich um „Roheisen“, ist derselbe geringer, so ist das Eisen „schmiedbar“.

Beide Eisensorten zerfallen wieder in mehrere Gattungen, welche andeutungsweise hier geschildert werden sollen:

Unter den Roheisenarten unterscheidet man zunächst das graue Roheisen, so benannt, weil der in demselben enthaltene Kohlenstoff sich beim Erkalten des Eisens nach vollendetem Schmelzprocesse zum grossen Theile als selbständiger Körper — in Form von Graphit — ausscheidet, sich zwischen den Krystallflächen des Eisens lagert und dem letzteren in seiner Bruchfläche eine graue Färbung giebt.

Als weisses Roheisen bezeichnet man hingegen diejenigen Roheisenqualitäten, in welchen der Kohlenstoff auch nach der Erstarrung mit dem Eisen chemisch verbunden bleibt, also durch

mechanische Processe nicht abzuschneiden ist und dem Auge nicht sichtbar erscheint. Die Bruchfläche solcher Eisenarten ist von weisser Farbe.

Für gewisse, seltenere Zwecke kann es sich auch um die Herstellung kohlenstoffhaltiger Legirungen von Eisen und Mangan handeln, welche ihres bisweilen über 80 Proc. hohen Mangangehaltes wegen kaum noch als zum eigentlichen Roheisen gehörig betrachtet werden können, wenn sie auch ihrem Aussehen und ihren Eigenschaften nach dem weissen Roheisen ähnlich sind. Man bezeichnet diese Legirungen als Ferromangane oder bei sehr hohem Mangangehalt auch als Rohmangane. Die Schmelztemperatur derselben ist eine um so höhere, je grösser der Mangangehalt ist; sie werden aber gleich allen anderen Roheisensorten durch die Eigenthümlichkeit einer plötzlichen Veränderung ihres Aggregatzustandes charakterisirt.

Unter den einzelnen Sorten schmiedbaren Eisens lassen sich zunächst wieder zwei Gruppen unterscheiden, nämlich Stahl und Schmiedeeisen. Ersterer umfasst die an fremden Bestandtheilen, namentlich an Kohlenstoff reicheren Qualitäten und kennzeichnet sich durch die Härtebarkeit, d. h. er zeigt, wenn er auf etwa 500° C. erhitzt und darauf durch Eintauchen in Wasser, Oel oder Metalllegirungen von mässiger Temperatur rasch abgekühlt wird, eine ganz beträchtliche Steigerung des Härtegrades. — Unter Schmiedeeisen versteht man dagegen die kohlenstoffärmeren Sorten des schmiedbaren Eisens, welche in Folge der vorerwähnten Behandlung, des sogen. Härteprocesses, eine merkliche Aenderung ihres Härtegrades nicht erfahren. Die Grenze zwischen diesen beiden Gruppen liegt, vorausgesetzt, dass fremde Beimischungen ausser dem Kohlenstoffe nur in geringer Menge in dem Materiale enthalten sind, bei etwa 0,4 bis 0,6 Proc. Kohlenstoffgehalt; sie erniedrigt sich aber mit dem Zunehmen anderer Bestandtheile, wie Mangan, Chrom, Silicium.

Sowohl der Stahl als auch das Schmiedeeisen werden noch nach einer anderen Richtung hin unterschieden. Einzelne Qualitäten dieser beiden Materialien werden bei ihrer Darstellung nicht bis zum Schmelzpunkte erhitzt, sondern man treibt die Behandlung im Feuer nur so weit, bis sie einen weichen, teigartigen Zustand annehmen. Bei diesem Processe werden sie reichlich mit Schlacken vermischt, die durch Bearbeitung des weissglühenden Materials (d. h. bei Schweisshitze) unter einer Presse oder dem Dampfhammer wieder entfernt werden müssen. Einzelne getrennte Stücke lassen sich in diesem Zustande durch die Anwendung eines Hammers zu einem Stücke ver-

einigen — zusammenschweissen, wie der technische Ausdruck lautet —, wobei die beigemengten Schlacken theilweise aus dem betreffenden Stücke herausgequetscht werden. Solches Material nennt man Schweisseisen, bezw. Schweisstahl.

Abweichend hiervon werden andere Sorten schmiedbaren Eisens in flüssigem Zustande hergestellt, wodurch die Einmischung von Schlacke ausgeschlossen bleibt, da letztere, specifisch leichter als Eisen, sich flüssig rasch von diesem sondert. Der Herstellungsweise entsprechend, wird dieses Material als Flusseisen, bezw. Flussstahl bezeichnet; der bedeutend grösseren inneren Gleichförmigkeit wegen, welche die Art der Fabrikation bedingt, ist dieses Material auch unter dem Namen Homogeneisen bekannt.

Die vorstehend gekennzeichnete Unterscheidung des schmiedbaren Eisens in Stahl und Schmiedeeisen einerseits, je nachdem es härtbar oder nicht, und in Schweiss- und Flusseisen, bezw. -stahl zu Folge des Aggregatzustandes bei der Herstellung andererseits, wurde im Jahre 1876 von einer internationalen Commission hervorragender Metallurgen auf der Weltausstellung in Philadelphia vereinbart und daraufhin in Deutschland officiell eingeführt. In der Praxis aber sind diese Bezeichnungen, speciell ausserhalb Deutschlands, leider nicht allgemein Gebrauch geworden. So wird z. B. jedes in flüssigem Zustande gewonnene Material, gleichviel ob es härtbar ist oder nicht, in England und Nordamerika als „Stahl“ bezeichnet und höchstens in harten und weichen (nicht härtbaren) Stahl unterschieden; desgleichen wird das officiell als „Schweisstahl“ bekannte Material einfach „Stahl“ genannt. Allerdings ist die Einbürgerung oder vielmehr die Beibehaltung dieser Ausdrücke in der Praxis dadurch begründet, dass man in früheren Jahren, wenngleich die Härtbarkeit schon das Unterscheidungsmerkmal zwischen Stahl und Schmiedeeisen bildete, doch nur den ersteren im eigentlichen Sinne zu schmelzen verstand und der flüssige Aggregatzustand bei der Herstellung des schmiedbaren Eisens deshalb zugleich den „Stahl“ charakterisirte. Die Herstellung von Schmiedeeisen — also nicht härtbarem Materiale — im flüssigen Zustande gelang erst in neuerer Zeit nach Einführung des Bessemerprocesses.

Fassen wir das Vorhergesagte kurz zusammen, so lässt sich das in den Handel gelangende Eisen nach folgenden Gruppen einteilen:

I. Roheisen.

Nicht schmiedbar; beim Erhitzen plötzlich schmelzend; Gehalt an Kohlenstoff (Silicium, Phosphor, Mangan etc.) mindestens 2 Proc.

1. Graues Roheisen.	2. Weisses Roheisen.	3. Ferromangane.
Der grösste Theil des Kohlenstoffes wird beim Erkalten als Graphit ausgeschieden. Farbe der Bruchfläche grau. In der Giesserei als Gusswaare verarbeitet, heisst das graue Roheisen „Gusseisen“.	Der Kohlenstoff bleibt zum grössten Theile gebunden. Farbe der Bruchfläche weiss. Dieses Material ist härter und spröder als graues Roheisen.	Kohlenstoffhaltige Eisenmangan-Legirungen mit reichem Mangangehalte. Der grösste Theil des Kohlenstoffes bleibt gebunden. Farbe der Bruchfläche weiss oder gelblich.

II. Schmiedbares Eisen.

Schmiedbar; beim Erhitzen allmählich erweichend; Kohlenstoffgehalt geringer als 2 Proc.

1. Stahl.		2. Schmiedeeisen.	
Gehalt an Kohlenstoff (Silicium, Mangan) ca. 0,6 Proc. oder darüber; härtbar.		Gehalt an Kohlenstoff (Silicium, Mangan) weniger als 0,6 Proc.; nicht merklich härtbar.	
a. Schweisstahl. In nicht flüssigem Zustande hergestellt; schlackenhaltig.	b. Flusstahl. In flüssigem Zustande hergestellt; schlackenfrei. Gewöhnlich „Gussstahl“ genannt.	a. Schweisseisen. In nicht flüssigem Zustande hergestellt; schlackenhaltig. Im gewöhnlichen Leben „Schmiedeeisen“ oder „Eisen“ genannt.	b. Flusseisen. In flüssigem Zustande hergestellt; schlackenfrei. Von dem Schiffbauer gewöhnlich „Stahl“ genannt.

Im Schiffbau wird zur Herstellung des eigentlichen Schiffskörpers nur schmiedbares Eisen benutzt, und zwar gelangen beide Arten des oben unter Schmiedeeisen aufgeführten Materials, sowohl Schweisseisen als auch Flusseisen, zur Verwendung. Der Schiffbauer bezeichnet jedoch das zur Construction der Schiffe verwendete Schweisseisen kurz mit dem Ausdrucke „Eisen“ und das in

neuerer Zeit vorwiegend gebrauchte Flusseisen, wie schon angedeutet, mit dem Ausdrucke „Stahl“. — Vor mehr als 30 Jahren sind wohl einzelne Schiffe aus wirklichem Stahl, also aus härtbarem Materiale hergestellt worden; diese Fälle sind jedoch nur als Experimente zu bezeichnen und können hier daher nicht weiter in Betracht kommen.

Die älteste, bis zum Mittelalter allein bekannte Methode zur Gewinnung von Schweisseisen, das Rennverfahren, bestand im Allgemeinen darin, dass man leicht reducirbare Erze in eigenthümlich construirten Feuerstellen oder Oefen niederschmolz, wobei sich zunächst durch Entziehung des Sauerstoffes kohlenstoffhaltiges Eisen abschied, welches gegen das Ende des Processes durch die oxydirende Wirkung des Gebläsewindes entkohlt wurde. Der auf dem Boden der Feuerstelle sich bildende Klumpen bestand aus sehnigem, ungleichartigem Eisen und konnte sofort ausgeschmiedet werden. — Als zu Anfang des 13. Jahrhunderts in Deutschland durch die Erfindung des Hochofens die Gewinnung von Roheisen ermöglicht wurde, konnte man auch bei der Erzeugung von Schweisseisen ein anderes Verfahren einschlagen, indem man den Process in zwei Abschnitte zerlegte; zunächst konnte man nämlich im Hochofen Roheisen gewinnen und dieses dann in Schmiedeeisen umwandeln.

Aus dem über die chemische Zusammensetzung der einzelnen Eisensorten bereits Gesagten geht hervor, dass die Umwandlung des Roheisens in Schmiedeeisen hauptsächlich in der Entziehung des Kohlenstoffgehaltes besteht. Die Erreichung dieses Zweckes wird auf sehr verschiedene Weise ermöglicht.

Ein älteres, in Deutschland jetzt kaum noch zur Anwendung gelangendes Verfahren ist das „Frischen“. Dasselbe besteht in der Hauptsache darin, dass man das Roheisen auf dem „Frischherde“, einer Einrichtung, welche einem grossen Schmiedefeuere nicht unähnlich ist, bei einer kräftigen Windzuführung von Neuem einschmilzt. Der in dem Roheisen enthaltene Kohlenstoff sowohl, als auch die sonstigen Beimengungen werden unter der Einwirkung des Gebläsewindes oxydirt; das Eisen verliert infolgedessen erheblich an Kohlenstoffgehalt, wird immer strengflüssiger, um schliesslich als weicher, glühender Klumpen aus dem Feuer genommen und unter einem Hammer bearbeitet zu werden, bei welcher Procedur man das Eisen gleichzeitig von den eingedrungenen Schlacken befreit.

Die zweite zur Herstellung von Schweisseisen jetzt noch übliche Methode besteht in dem „Puddeln“. Die Ausführung dieses Processes erfolgt in dem sogen. Puddelofen, der nichts anderes als ein Flamm-

ofen ist und in der Hauptsache aus einem flachen, beckenartigen, mit einem Gewölbe überdeckten Raume besteht, durch welchen die in einer seitlich angebrachten Feuerung erzeugte Flamme in horizontaler Richtung hinstreicht und das in demselben befindliche Roheisen zunächst unter beschränkter Luftzuführung zum Schmelzen bringt. Hierauf lässt man die Temperatur etwas sinken, um das Eisen dickflüssiger zu machen, in welchem Zustande es unter gesteigerter Luftzuführung mittels eiserner Stangen umgerührt wird, um hierdurch die Oxydation der fremden Bestandtheile, namentlich des Kohlenstoffes, zu ermöglichen. Die Erreichung dieses Zweckes wird noch durch den Zusatz von Eisenoxyden in Form von Hammerschlag und Walzensintern beträchtlich gefördert. Mit dem Fortschreiten der Oxydation wird das Material immer strengflüssiger und nach Verlauf von ein bis zwei Stunden ganz steif, in welchem Zustande es dann in einzelnen Klumpen, Luppen genannt, aus dem Ofen genommen wird, um darauf durch Pressung unter einer sogen. „Luppenquetsche“ oder unter den Schlägen eines Dampfhammers von den beigemengten Schlacken thunlichst befreit zu werden. Man giebt hierbei der Luppe die Gestalt eines kurzen Cylinders und bringt sie dann sofort in eine Walzenstrasse, um sie in Stangen von rechteckigem Querschnitte (meistens 20 bis 30 mm dick und 70 bis 100 mm breit), in sogen. Rohschienen auszuwalzen. Dieselben zeigen indess noch ein sehr loses und schieferiges Aussehen und sind noch stark mit Schlacken durchsetzt. Diese Rohschienen werden nunmehr in 500 bis 800 mm lange Stücke gebrochen, dem Aussehen der Bruchfläche nach sortirt und bilden danach das Rohmaterial für die Herstellung von Walzeisen und Blechen.

Die dritte der hier zu betrachtenden Methoden zur Erzeugung von schmiedbarem Eisen ist der „Bessemer-Process“, der seinen Namen von dem Erfinder desselben, Henry Bessemer, hat. Dieses Verfahren besteht darin, dass man durch Einblasen von gepresster Luft in das flüssige Roheisen die fremden Bestandtheile desselben oxydirt. Die Herstellung härtbaren Materials, also des Stahles, gelang Bessemer nach diesem Verfahren im Jahre 1858 nach jahrelangen fruchtlosen Versuchen, während derselbe drei Jahre später, allerdings unabsichtlich, dazu gelangte, durch Zusatz von manganhaltigen Eisenlegirungen ein kohlenstoffarmes Material, d. h. Flusseisen, zu erzeugen. Welches Aufsehen dieses neue Verfahren, Roheisen durch Einblasen von Luft in schmiedbares Eisen zu verwandeln, erregte und mit welcher enormen Schnelligkeit es sich über alle Eisen produciren-

den Länder verbreitete, mag daraus erhellen, dass bereits sechs Jahre später auf 45 Hüttenwerken 117 Bessemer-Apparate im Betriebe waren.

Die Ausführung des Bessemer-Processes ist kurz folgende: Das Roheisen wird zunächst in einem Kupolofen eingeschmolzen und dabei, je nach seiner Beschaffenheit, mehr oder weniger stark überhitzt. Das flüssige Metall wird dann in ein birnenförmiges schmiedeeisernes Gefäss, Converter genannt, von ca. 1,8 m Durchmesser und 3,5 m Höhe gebracht, dessen Inneres mit einer feuerfesten Fütterung versehen ist. Dasselbe ist um zwei, etwa in halber Höhe angebrachte Zapfen mit Hilfe einer mechanischen Vorrichtung drehbar. Durch einen dieser Zapfen führt die Windleitung nach mehreren in dem Boden des Gefässes befindlichen Oeffnungen, welche der gepressten Luft den Eintritt in das flüssige Metall ermöglichen, um hier einen von donnerähnlichem Geräusch und langer, prachtvoller, zur oberen Oeffnung des Convertors herausschlagender Flamme begleiteten Oxydationsprocess hervorzurufen. Nach und nach wird die Flamme kleiner und nach Verlauf von 18 bis 25 Minuten verschwindet sie ganz, einem braunen Rauche Platz machend, womit der Process beendet und das ganze im Converter enthaltene Metall in Schmiedeeisen verwandelt ist.

Je nach Umständen wird hierauf dem Inhalte des Convertors eine grössere oder geringere Menge flüssigen, manganhaltigen Spiegeleisens zugesetzt, wodurch der Kohlenstoffgehalt ganz nach Belieben wieder erhöht wird. Man hat es daher in der Hand, mittels dieses einfachen Processes sowohl die härtesten Stahlsorten, als auch das weichste Schmiedeeisen mit allen Zwischenabstufungen zu erzeugen. — Nach erfolgter Mischung wird der Converter mit Hilfe oben erwähnter mechanischer Vorrichtung langsam um seine beiden Zapfen gedreht, so dass das Metall durch die obere schwanenhalsartige Mündung in eine grosse, hydraulisch bewegte Gusspfanne abfliessen kann. Von der Gusspfanne wird das Material alsdann in bereit gehaltene gusseiserne Formen gegossen, welche einem quadratischen Cylinder mit etwas abgerundeten Ecken entsprechen. Die so gewonnenen Blöcke, „Ingots“ genannt, deren Gewicht zwischen 150 und 800 kg beträgt, können dann durch Schmieden oder Walzen direct weiter verarbeitet werden. Das durch diesen sogenannten sauren Process erzeugte schmiedbare Eisen wird je nach seinem Kohlenstoffgehalte mit dem Namen Bessemer-Stahl oder Bessemer-Flusseisen belegt.

Die mit Hilfe dieses Verfahrens erzielten Erfolge entsprachen

jedoch anfänglich nicht in jeder Beziehung den Erwartungen des Erfinders, der geglaubt hatte, nunmehr aus jedem beliebigen Roheisen ein Stahlmaterial bester Qualität erzeugen zu können. Bessemer musste vielmehr zu seiner grossen Enttäuschung die Erfahrung machen, dass er vermöge seiner Methode nur ganz reines, nahezu schwefel- und phosphorfrees Roheisen verarbeiten konnte, da schon eine ganz geringe Beimischung von Phosphor die guten Eigenschaften des Eisens in der nachtheiligsten Weise beeinflusste. Während der kurzen Dauer des Processes lässt sich weder der Schwefelgehalt beseitigen, noch kann innerhalb quarziger Ofenwände und bei Gegenwart saurer Schlacken der Phosphor ausgeschieden werden. Aus diesem Grunde vermochte sich diese Herstellungsmethode — in der Praxis auch bisweilen mit dem Ausdrucke „saurer Bessemer-Process“ belegt — nur in solchen Eisendistricten in grösserem Umfange zu erhalten, in welchen phosphorfreie Erze in ausreichender Menge zur Verfügung standen; so vor Allem in Steiermark und Schweden.

In neuerer Zeit ist indess auch nach dieser Richtung hin ein grossartiger Fortschritt durch die Erfindung des Engländers Sidney Gilchrist Thomas zu verzeichnen. Derselbe vervollkommnete das Bessemer-Verfahren dadurch, dass er — im Jahre 1878 — an Stelle des sogenannten sauren Futters des Bessemer-Ofens ein aus Erdbasen hergestelltes zur Anwendung brachte und hierdurch, sowie durch einen Zusatz von Kalkstein, basische Schlacken erzeugte, welche den oxydirten Phosphor binden und dem Eisen jede Beimischung dieser so nachtheilig wirkenden Substanz entziehen. — Obgleich dieses Verfahren in England erfunden wurde, so erlangte es doch erst in Deutschland seine jetzige Vollkommenheit, und Deutschland ist heute mit Bezug auf die nach dem Thomasverfahren erzeugten Eisenquantitäten allen anderen Ländern voran.

Wir kommen nun zur vierten Methode der Erzeugung von schmiedbarem Eisen, dem sogenannten Martin-Process (auch Simens-Martin-Process genannt). Schon seit langer Zeit hatte es nicht an Versuchen gefehlt, zur Erzeugung von Stahl ein Zusammenschmelzen von Roheisen mit Schmiedeeisenabfällen auf dem offenen Herde eines Flammofens zu ermöglichen. Sämmtliche Versuche scheiterten indess an der Unmöglichkeit, die zum Flüssigwerden des Schmiedeeisens erforderliche Schmelztemperatur andauernd auf ihrer Höhe zu erhalten. Erst die Gebrüder Martin in Sireuil, welche in den 60er Jahren die Versuche wieder aufgenommen und ihren Flammofen mit Siemens'scher Regenerativfeuerung versehen hatten, wurden von Erfolg

begünstigt. Die Ehre der Erfindung dieser Methode gebührt demnach zum wesentlichen Theile auch Siemens.

Das hierbei zuerst zur Verwendung gelangende Material ist das Roheisen, und erst nachdem dieses zum Schmelzen gebracht ist, setzt man nach und nach das aus Abfällen, alten Schienen, Schmiedeschrot, Fehlchargen von Bessemer-Flusseisen, gepuddeltem Eisen u. s. w. bestehende Quantum Schmiedeeisen hinzu. Je nachdem man beabsichtigt, ein kohlenstoffreicheres oder ein weiches, kohlenstoffarmes Flusseisen herzustellen, werden dem Metalle noch ausserdem Eisenmangan und Eisensiliciumlegirungen zugesetzt, deren Hauptaufgabe in der Desoxydation und in der Entgasung besteht. Neben diesen unentbehrlichen Zuschlägen finden zuweilen auch Eisenerze Verwendung, während man sich in anderen Hüttenwerken wieder des Einblasens von Luft in das Metallbad mit grossem Erfolge bedient. — Das fertige Metall wird vom Ofen in eine Gusspfanne abgestochen, welche gewöhnlich auf einem Wagen läuft, der sich an den eisernen Gussformen entlang bewegen lässt, um letztere in möglichst bequemer Weise füllen zu können. Die fertigen Blöcke, die Ingots, können auch hier ohne Zwischenoperationen mittels des Dampfhammers zu Schmiedestücken, sowie auf dem Walzwerke zu Stangeneisen und Blechen weiter verarbeitet werden. — In neuester Zeit ist im Verfahren nach dem Siemens-Martin-Process ein bedeutender Fortschritt gemacht worden, indem man den Ofen mit einem basischen Futter auskleidet, wodurch es ermöglicht wird, die in dem Eisen noch vorhandenen geringen Mengen von Phosphor zu entziehen.

Das in Form von Rohschienen durch den Puddelprocess gewonnene Schweisseisen — das allerdings, wie schon angedeutet, heute kaum noch für den Schiffbau in Betracht kommt — ist stets mit sehr viel Schlacke durchsetzt, weshalb es nach seiner Fertigstellung noch einer besonderen Operation zum Reinigen desselben unterzogen werden muss. Zu diesem Zwecke werden sogenannte Pakete hergerichtet, welche aus einem Bündel von 60 bis 100 cm langen Stücken von Rohschienen bestehen. Man erhitzt diese sodann bis zur Schweiss-hitze und lässt sie einige Male durch die Walzen laufen, um sie zu Stäben von ungefähr 8 bis 10 cm Breite und etwa 25 mm Dicke zu verarbeiten. Bei der hierbei stattfindenden Schweissung wird ein grosser Theil der dem Material anhaftenden Schlacken entfernt, so dass man in Folge dieser Procedur bereits ein Eisen von bedeutend besserer Qualität erzielt. Die so entstandenen Stäbe werden dann von Neuem gebrochen und zu ähnlichen Packeten vereinigt, um sie

darauf meistens direct zu den gewünschten Querschnitten auszuwalzen, vorausgesetzt, dass es sich nur um die Herstellung von Stangeneisen handelt. Erachtet man zu letzterem ein Material von geringerer Qualität für ausreichend, oder hat man es mit einem verhältnissmässig guten und schlackenfreien Rohmaterial zu thun, so kann Stangeneisen

wohl auch schon aus den ersten Packeten, welche von den Rohschienen hergerichtet worden sind, zu den gewünschten Dimensionen ausgewalzt werden.

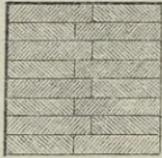


Fig. 1.

Die Art und Weise der Herstellung, bezw. Anordnung dieser Packete ist für das fertige Product von der grössten Wichtigkeit, speciell wenn es sich um die Fabrikation von Façoneisen handelt, da die Anordnung der Eisenstücke in den Packeten auch das Gefüge des fertigen Stabes beeinflusst. Inwiefern auch die Art und Weise, in welcher die Walzen auf das Packet einwirken, von grösster Wichtigkeit für die Güte des herzustellenden Materials ist, wollen wir hier flüchtig erläutern. Die nebenstehende Fig. 1 stelle den Querschnitt eines zur Erzeugung eines Winkel-eisenstabes bestimmten Packetes dar. Dasselbe wird nun durch eine Reihe von Walzenkalibern gepresst, welche in ihrer sich stetig ändernden Form in Fig. 2 dargestellt sind. Wenn man nun ermisst, dass zwischen den einzelnen Schichten des Packetes beim Schweissen immer etwas Schlacke zurückbleiben wird, so muss das fertig ausgewalzte Profil nothwendiger Weise eine Structur erhalten, wie in Fig. 3 veranschaulicht ist. Ein derart beschaffenes Winkeleisen wird natürlich bei der Bearbeitung immer die Tendenz zeigen, in einer durch die Linie *ab* angedeuteten

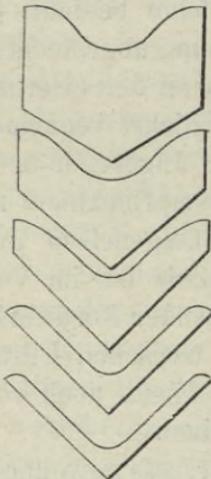


Fig. 2.



Fig. 3.

Richtung zu reissen, wie dies auch thatsächlich bei vielen Winkeleisen beobachtet werden kann. Eine geschickte Anordnung der Packete und zweckmässige Walzenkalibrirung kann diesen Uebelstand, wenn auch nicht ganz vermeiden, so doch wesentlich abschwächen.

Unter Umständen kann es für den Schiffbauer von Interesse sein, sich darüber ein Bild zu verschaffen, wie die Structur des Quer-

schnittes eines aus Schweisseisen hergestellten Profils beschaffen ist. Es kann das sehr leicht in der Weise geschehen, indem man ein Stück des betreffenden Eisens an der Endfläche sauber abfeilt und in ein Bad von verdünnter Salzsäure legt. Letztere greift nur das metallische Eisen an, während die mit Schlacken durchsetzten Theile der Säure besser widerstehen. Nach Verlauf eines oder mehrerer Tage (je nach dem Concentrationsgrade der Säure) wird sich auf der anfänglich ebenen Querschnittsfläche ein getreues Bild des Gefüges zeigen, welches unter Umständen von Wichtigkeit sowohl für die Behandlung des Materials, als auch für die Erklärung mancher eigenthümlichen Erscheinungen bei der Bearbeitung sein kann.

Handelt es sich um die Herstellung von Blechen aus Schweisseisen, so wird auch hierbei zunächst ein Packet aus Rohschienen angefertigt. Während man jedoch bei der Erzeugung von Stabeisen die Rohschienenstücke alle parallel nebeneinander liegend packetirt, werden bei den zur Herstellung von Blechen verwendeten Packeten die Rohschienenstücke auch zum Theil kreuzweise angeordnet, und zwar werden umsomehr Schichten in der Querrichtung zur späteren Längsausdehnung des Bleches gelegt, je grösser die Querbiegung ist, welcher das Blech bei der Bearbeitung ausgesetzt werden soll. So erhalten z. B. die Kiel- und Mastplatten, um die spätere Beanspruchung aushalten zu können, abgesehen davon, dass zu denselben auch ein besseres Rohmaterial verwendet werden muss, eine mehrfache Querpacketirung.

Das zum Auswalzen einer Platte bestimmte Packet wird an der oberen und unteren Seite mit einer aus gutem, ausgeschweisstem Blech bestehenden Deckplatte, dem sogenannten Deckel, versehen, wodurch eine schönere, dichtere Oberfläche des fertigen Bleches erzielt werden soll. Für Bleche von besserer Qualität wendet man beim Packetiren keinen Deckel an. — Bei der in Deutschland üblichen Fabrikationsweise werden gewöhnlich die Packete zunächst auf Schweisshitze erwärmt und unter einem Dampfhammer geschweisst, bei welcher Operation noch ein grosser Theil der anhaftenden Schlacken entfernt wird. Hierauf werden die Packete abermals erhitzt, um dann auf dem Walzwerke weiter verarbeitet zu werden. Die Eisenblöcke, Brammen genannt, werden zuerst in der späteren Breitenrichtung der Bleche und darnach der Länge nach gewalzt, bis sie die gewünschte Dicke erreicht haben.

Die so erzeugten Bleche sind von annähernd rechteckiger Form

mit unregelmässigen Kanten, ungefähr wie in Fig. 4 dargestellt ist, und müssen nun mittels der gewöhnlichen Blechscheere auf Maass beschnitten werden. Hierbei ist für die Bearbeitung von Schiffsplatten die Berücksichtigung folgenden Umstandes von besonderer Wichtigkeit.

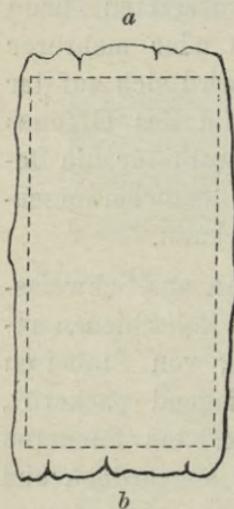


Fig. 4.

Aus der ganzen Art und Weise der Behandlung des Packetes auf der Walze geht schon hervor, dass die beiden schmalen Seiten *a* und *b* der Platte mit verhältnissmässig mehr Schlacke durchsetzt und überhaupt nicht so dicht sein werden, als die Platte nach der Mitte zu, da sich immer einige Schweissfugen, von der Kante aus nach dem Innern zu verlaufend, in derselben befinden werden. Wenn daher nicht von beiden Enden ein grösseres Stück abgeschnitten wird, so bleiben an der Platte immer noch einige Theile zurück, die nicht vollkommen dicht sind und in Folge dessen unter der Einwirkung des Seewassers noch mehr zu leiden haben, als besser ausgeschweisstes Eisen. Auf diese Weise er-

klärt es sich zum Theile auch, dass bisweilen bei Schiffen von ganz geringem Alter einzelne Aussenhautplatten in den Stossfugen durch das Seewasser schon stark gelitten haben. Das wirksamste Abhilfsmittel hiergegen besteht darin, die Aussenhautplatten um einige Centimeter länger als erforderlich zu bestellen und vor Anbringung derselben von jedem Ende einen Streifen abzuschneiden.

Das Walzen von Stangen- und Profileisen, sowie von Blechen aus den bei der Flusseisenfabrikation gewonnenen Blöcken erfordert keine Zwischenoperationen; höchstens werden letztere, bevor sie der Walze übergeben werden, etwas unter dem Dampfhammer bearbeitet, um die im Innern des Blockes etwa vorhandenen kleinen Gussblasen zu beseitigen. Die Kalibrirung der Walzen für Profileisen kann auch hier nach anderen Grundsätzen vorgenommen werden, da man nicht, wie beim Walzen von Schweisseisen, auf die Packetirung Rücksicht zu nehmen braucht. Auch die oben erwähnte grössere Undichtigkeit, bezw. Unreinheit der schmalen Seiten bei ausgewalzten Blechen ist hier nicht vorhanden, da wir es mit einem ganz homogenen, schlackenfreien Materiale zu thun haben.

Für die Beurtheilung der Qualität des schmiedbaren Eisens sind von den physikalischen Eigenthümlichkeiten desselben zunächst die

sogenannten Arbeitseigenschaften und unter diesen wieder die verschiedenen Erscheinungsformen der „Cohäsion“ von besonderem Werthe. Letztere wird durch die chemische Zusammensetzung des schmiebbaren Eisens meistens am wesentlichsten beeinflusst.

Eine besondere Beachtung verdienen vor Allem die Zerreiissfestigkeit des Eisens, sowie die Widerstandsgrenze, bei welcher eine bleibende Formveränderung eintritt, die man gewöhnlich mit dem Ausdrücke Elasticitätsgrenze bezeichnet. Die letztere darf natürlich bei Constructionstheilen, welche einer dauernden Belastung ausgesetzt sind, niemals überschritten werden, da anderenfalls die ganze Eisenconstruction ihre Gestalt verändern und wegen der dadurch für einzelne Theile bedingten Verminderung der Querschnittsdimensionen schliesslich ein Bruch erfolgen müsste. — Ferner kommt die Dehnbarkeit des Eisens, d. h. die Fähigkeit, eine bleibende Formveränderung anzunehmen, sowie die Zähigkeit desselben, d. h. der Unterschied zwischen Festigkeit und Elasticitätsgrenze in Betracht. Die Verlängerung (Dehnung) des zur Untersuchung der Qualität des Materials dienenden Probestabes, sowie die Querschnittsverminderung an der Bruchstelle desselben (Contraction) bilden gemeinschaftlich den Maassstab für die Zähigkeit des Materials. — Inwieweit diese beiden Zähigkeitserscheinungen zur Beurtheilung der Eisenqualität sich eignen, werden wir bei der Besprechung der Materialprüfungen näher auseinandersetzen.

Für die mechanische Bearbeitung der Metalle dient die Dehnbarkeit derselben als Grundlage, und man bezeichnet diese, je nach der Art der formverändernden Kraft, als Dehnbarkeit im engeren Sinne, wenn es sich um Beanspruchung auf Zug, und als Hämmerbarkeit, wenn es sich um Inanspruchnahme auf Druck handelt. — Bei denjenigen Metallen, deren Schmelzpunkt ein sehr hoher ist, mindert man in der Regel die Härte derselben durch Erhitzen ein wenig herab, um dadurch an Kraftaufwand zu sparen, da die erforderliche Kraft mit der Härte des Materials wächst. Die Bearbeitung solches weichen, erhitzten Metalles mittels des Hammers nennt man „Schmieden“ und dementsprechend also diejenige Eigenschaft der Metalle, vermöge welcher sich dieselben im erhitzten Zustande durch den Hammer bearbeiten lassen, die „Schmiedbarkeit“.

Je grösser die Zähigkeit eines Materials ist, desto leichter lassen sich natürlich auch bleibende Formveränderungen desselben, welche, wie bereits erwähnt, erst bei einer Beanspruchung ausserhalb der Elasticitätsgrenze eintreten, bewirken. Da nun Festigkeit und Elasti-

citätsgrenze je nach der angewendeten Temperatur verschieden sind, so muss auch die Schmiedbarkeit mit der Temperaturverschiedenheit sich ändern, vorausgesetzt, dass sich die Elasticitätsgrenze nicht bei zunehmender Temperatur um genau dasselbe Maass vermindert, wie die Festigkeit, in welchem Falle der Grad der Schmiedbarkeit unverändert bleiben würde. Wenn aber mit dem Steigen der Temperatur die Elasticitätsgrenze langsamer abnimmt als die Festigkeit, so muss auch das Material an Schmiedbarkeit verlieren, d. h. spröder werden, während es dagegen schmiedbarer wird, wenn umgekehrt die Elasticitätsgrenze sich rascher erniedrigt als die Festigkeit. So wird z. B. das Zink bei einer Erhitzung auf 200° spröde. Dem Erhitzungsgrade entsprechend, bei welchem sich die Sprödigkeit bei einzelnen Eisensorten bemerkbar macht, bezeichnet man die letzteren als kaltbrüchig oder als rothbrüchig.

Die Schweissbarkeit, d. h. diejenige Eigenthümlichkeit des schmiedbaren Eisens, vermöge welcher sich einzelne Stücke in weichem, knetbarem Zustande durch Druck oder Hammerschläge zu einem Ganzen vereinigen lassen, ist gleichfalls bei den einzelnen Eisenqualitäten verschieden. Dieselbe ist um so grösser, je mehr der Temperaturunterschied zwischen der Schweisshitze und dem Schmelzpunkte beträgt, je weicher also das Material in Folge Erwärmens gemacht werden kann. Nur Metalle mit sehr hohem Schmelzpunkte, wie Platin und schmiedbares Eisen, können deshalb als gut schweisssbar gelten, da sie ausreichend lange im knetbaren Zustande verharren und erst bei einer Temperatur von mehr als 1000° die Metalle plastisch zu werden beginnen. Je reiner das Material ist, je weniger dessen Schmelztemperatur also durch fremde Beimischungen herabgesetzt wird, desto grösser ist auch die Schweissbarkeit desselben. Stahl lässt sich folglich auch weniger leicht schweissen als Schmiedeeisen.

Die Berührungsfächen zweier aneinander zu schweisssender Metallstücke müssen rein metallisch, d. h. von fremden Substanzen befreit sein und genau aufeinander passen. Die Oxydschicht, mit der sich das Eisen in der Hitze überzieht, und welche man mit dem Namen Glühspan bezeichnet, verwandelt sich unter Anwendung von Schweisspulver oder durch die in dem Eisen schon vorhandenen Beimischungen in flüssige Schlacke, in welchem Zustande sie beim Aufeinanderpressen der Metallstücke an den Schweissfugen hinausgedrückt wird. Muss die Schweissung bei verhältnissmässig geringer Temperatur erfolgen und die Schlacke demnach sehr leichtschmelzig

sein, so wird ein Gemisch von kohlen- und borsaurigen Alkalien und Kochsalz als Schweisspulver verwendet, wogegen im anderen Falle, wenn — wie beim Schmiedeeisen — die Schmelztemperatur der Schlacken eine verhältnissmässig hohe sein darf, einfach Sand oder pulverisirter Lehm als Schweisspulver dient.

Wenn die Schweissbarkeit auch, wie erwähnt, im Allgemeinen mit der Abnahme fremder Bestandtheile zunimmt, so ist doch aus noch nicht genügend aufgeklärten Ursachen das Schweisseisen fast ausnahmslos besser schweisbar als Flusseisen. Von letzterem lässt sich wieder das nach dem Thomasprocesse erzeugte am besten schweissen. Eine Beimischung von Silicium befördert in der Regel die Schweissbarkeit, während manganhaltiges Eisen sich nur schwer schweissen lässt.

Was die Einwirkung der in dem Eisen enthaltenen fremden Bestandtheile auf dessen Eigenschaften anbetrifft, so sei darüber in Kürze Folgendes angeführt:

Der Kohlenstoff steigert die Festigkeit, die Elasticität, sowie die natürliche Härte und bestimmt in erster Linie die Härtbarkeit, welche, wie weiter oben auseinandergesetzt, erst bei einem Gehalte an Kohlenstoff von mindestens 0,6 Proc. eintritt. Von letzterem geht in Folge des Abschreckens ein Theil in einen eigenthümlichen Zustand über, in welchem er Cementkohle genannt wird. Das Maximum der Festigkeit ergibt sich bei einem Gehalte von etwa 1 Proc. gebundenen Kohlenstoffs (d. h. ausschliesslich der Cementkohle), während die Elasticität bei einem etwas geringeren Kohlenstoffgehalte ihren höchsten Grad erreicht. Die grösste Härte besitzt das Eisen dagegen bei etwa 2 Proc. Kohlenstoffgehalt, wohingegen schon 1 bis 1,5 Proc. desselben genügt, den Stahl auch in ungehärtetem Zustande als Werkzeug zur Bearbeitung von weichem Eisen brauchbar zu machen. Die Dehnbarkeit und also auch die Schmiedbarkeit nehmen mit wachsendem Kohlenstoffgehalte ganz beträchtlich ab. — Alle kohlenstoffreichen Sorten schmiedbaren Eisens haben zwar körniges Gefüge; dagegen besitzen nicht alle kohlenstoffarmen eine sehnige Structur. Flusseisen behält auch bei niedrigem Kohlenstoffgehalte das körnige Gefüge bei, nur das nach dem Thomasverfahren gewonnene hat man in neuester Zeit auch mit sehniger Structur hergestellt.

Silicium beeinflusst im Allgemeinen das Eisen in ähnlicher Weise, nur in weit schwächerem Maasse. So nimmt die Festigkeit unter seinem Einflusse um ein Weniges zu, während die Zähigkeit

in geringem Grade durch dasselbe beeinträchtigt wird. Es verändert aber weder die Härte wesentlich, noch verleiht es dem Eisen die Eigenschaft der Härthbarkeit.

Mangan steigert ebenfalls die Festigkeit, sofern es in mässiger Menge zugesetzt wird. Man folgert dies aus dem Umstande, dass die höchste Festigkeit des Stahls bei 0,95 Proc. Kohlenstoff neben 0,5 bis 0,6 Proc. Mangangehalt gefunden wurde. Ein höherer Zusatz beeinträchtigt indess die Festigkeit wieder und wirkt durch Steigerung der Elasticitätsgrenze ausserdem auch unvortheilhaft auf die Zähigkeit. Auf die Härthbarkeit wirkt das Mangan in derselben Weise wie der Kohlenstoff, aber nur etwa ein Fünftel so stark.

Phosphor und Schwefel bilden die schädlichsten Bestandtheile des Eisens. Ersterer verleiht dem Materiale ein grob-krySTALLINISCHES Gefüge und erhöht dessen Sprödigkeit in sehr erheblichem Grade. Stark phosphorhaltiges Eisen bricht oft schon bei Beanspruchungen, welche kaum die Elasticitätsgrenze übersteigen. Diese unter dem Namen „Kaltbrüchigkeit“ bekannte Eigenschaft wird noch durch hohen Kohlenstoffgehalt und niedere Temperatur gesteigert. Flusseisen, und vor Allem die härteren Sorten desselben, sind besonders empfindlich in dieser Beziehung und bleiben bei einem Phosphorgehalte von nur wenigen Tausendstel Procent kaum noch verwendbar; auch weiches Flusseisen sollte höchstens bis zu 0,1 Proc. Phosphor enthalten, wogegen Schweisseisen noch bei 0,4 Proc. Gehalt an Phosphor brauchbar bleibt.

Schwefel ist bei gewöhnlicher Temperatur nur unerheblich, bei dunkler Rothgluth indess in um so stärkerem Grade von nachtheiligem Einflusse auf die Güte des Materials. Stark schwefelhaltiges Metall, dunkel rothglühend bearbeitet, wird rissig und brüchig oder fällt sogar in Brocken auseinander, eine Eigenschaft, welche man mit dem Ausdrucke „Rothbrüchigkeit“ bezeichnet. Hier wird umgekehrt das Schweisseisen in stärkerem Maasse ungünstig beeinflusst und schon bei 0,02 bis 0,04 Proc. Schwefelgehalt rothbrüchig, während Flusseisen, wahrscheinlich wegen seines höheren Mangangehaltes, noch bei 0,1 Proc. Zusatz an Schwefel tadellos bleibt; doch auch bei Flusseisen muss 0,15 Proc. Schwefel als höchstzulässiger Gehalt angesehen werden. — Bei verhältnissmässig geringem Schwefelgehalte lässt sich das Metall noch in höherer Temperatur, in heller Rothgluth, bearbeiten; bei hohem Gehalte an Schwefel ist jedoch auch dies nicht mehr möglich.

Die wichtigste Eigenschaft des schmiedbaren Eisens ist seine

relativ hohe Festigkeit, speciell seine hohe Zugfestigkeit, denn hierdurch wird dieses Material erst zur Verwendung für stark beanspruchte Constructionstheile geeignet. Neben der Festigkeit ist aber auch die Dehnbarkeit bezw. Elasticität von hoher Bedeutung, indem diese ermöglicht, dass sich die in einer Eisenconstruction vorhandenen stark beanspruchten Theile um einen gewissen Betrag dehnen können, bis die benachbarten anfänglich nicht beanspruchten Theile gleichfalls in Mitleidenschaft gezogen werden. Der absolute Betrag der Festigkeit, als auch der Dehnbarkeit, sowie das Verhältniss dieser beiden Eigenschaften untereinander bilden daher einen sehr wichtigen Anhaltspunkt für die Beurtheilung der Qualität einer bestimmten Eisensorte.

Da die Art der Herstellung und chemischen Zusammensetzung des Eisens, sowie nicht minder die der Prüfung vorangehende mechanische Bearbeitung desselben seinen Festigkeitsgrad und die damit im Zusammenhange stehenden Eigenschaften bedingen, so liegt auch natürlich der Grenzwert bei den verschiedenen Eisensorten sehr weit auseinander. So kann die Zerreiissfestigkeit gewisser Eisensorten bis zu 100 kg pro Quadratmillimeter Querschnittsfläche und darüber betragen, während andere für gewisse Zwecke noch immer brauchbare Qualitäten nicht mehr als 25 kg Festigkeit besitzen. — Die Zähigkeit des Materials nimmt im Allgemeinen mit der Zunahme der Festigkeit ab; nichtsdestoweniger findet sich in dem Eisen, je vorzüglicher es ist, ein um so grösseres Maass beider Eigenschaften nebeneinander vereinigt. In Rücksicht auf diese Thatsache wird bei Eisenlieferungen häufig eine sogenannte Qualitätsziffer vorgeschrieben, welche sich aus der Summe der Bruchfestigkeit in Kilogrammen pro Quadratmillimeter und der Contraction in Procenten auf die Querschnittsfläche des Probestabes zusammensetzt. Ein Material von 52 kg Festigkeit und 43 Proc. Contraction ergibt z. B. die Qualitätsziffer 95, ein solches von 43 kg Festigkeit und 45 Proc. Contraction eine Qualitätsziffer 88 u. s. f. Es ist aber für die Verwendung des Eisens durchaus nicht gleichgültig, ob bei derselben Qualitätsziffer eine hohe Festigkeit bei entsprechend geringer Zähigkeit, oder umgekehrt bei höherer Zähigkeit eine verhältnissmässig geringe Festigkeit vorhanden ist. Die zu verwendende Qualität sollte man deshalb stets dadurch genauer bezeichnen, dass man für jede dieser beiden Eigenschaften auch noch das geringste zulässige Maass vorschreibt, wobei die festgesetzte Qualitätsziffer die Summe dieser beiden Minimalwerthe natürlich überschreiten müsste.

Eisentheile, welche wiederholt einer starken Beanspruchung ausgesetzt sind, als z. B. Wellen, Achsen, Brückentheile u. dergl., büssen im Laufe der Zeit einen Theil ihrer ursprünglichen Festigkeit und Dehnbarkeit ein, oder mit anderen Worten: die Qualitätsziffer des Eisens wird durch fortgesetzte äussere Einwirkung mechanischer Kräfte allmählich heruntergedrückt. Man erlangt hierdurch eine Erklärung für die in der Praxis oft beobachtete Erscheinung, dass ältere Constructionstheile schon bei verhältnissmässig geringer Beanspruchung brechen. Nach den von Wöhler aufgestellten Gesetzen geht die Verminderung in der Festigkeit des Eisens um so rascher vor sich, je häufiger ein Wechsel in der Beanspruchung eintritt und je grösser hierbei die Schwankungen der einwirkenden Kräfte sind. Es geht hieraus auch hervor, dass es unmöglich ist, aus den Festigkeitsuntersuchungen eines längere Zeit hindurch in Verwendung gewesenen Bautheiles auf die Güte des Materials zu schliessen, welche es zur Zeit seiner Verarbeitung, bezw. bevor es den Beanspruchungen ausgesetzt war, besass.

Um das Maass der Festigkeit und Dehnbarkeit festzustellen, wird ein Probestück der betreffenden Eisensorte auf einer besonders für diesen Zweck construirten Maschine gewaltsam zerrissen, wobei sowohl die hierzu erforderliche Kraft als auch die vor erfolgtem Bruche eingetretene Dehnung gemessen wird. Das Verfahren ist hierbei kurz folgendes:

Zunächst ist das der Platte oder dem Winkel zu entnehmende Probestück in die auf Taf. XL, Fig. 23, dargestellte Form zu bringen. Der mittlere, schmälere Theil ist derjenige, welcher der Festigkeitsprobe speciell unterzogen werden soll. Derselbe erhält gewöhnlich eine Länge von 200 mm. Die beiden Endstücke *A* und *B* dienen dazu, von der Maschine während der Probe erfasst zu werden, indem man jedes Ende mit Hilfe von zwei Keilen in einer im Innern konischen Büchse festklemmt. Die Anordnung ist hierbei eine derartige, dass sich die erwähnten Keile fest gegen das Probestück pressen, wenn bei der Einleitung des Versuches die beiden Büchsen durch den Mechanismus der Maschine langsam voneinander entfernt werden. Um ein Gleiten der Keile an dem Probestücke zu vermeiden, erhalten erstere, ähnlich wie die Backen eines Schraubstockes, scharfe Riefen, oder man versieht sie mit einem um ungefähr 3 mm vorstehenden cylindrischen Bolzen, welcher in eine in jedem Ende des Probestückes befindliche Oeffnung fasst. Die Art und Weise, wie das zu prüfende Stück in den an der Maschine angebrachten Büchsen

festgeklemmt wird, ist in Fig. 27 auf Taf. XL dargestellt. — Wird das Probestück von einer Flachschiene genommen, so genügt es, wenn man die mittlere Einkerbung desselben durch Aushobeln auf der Shapingmaschine herstellt; soll dagegen eine Probe von einem Winkel gewählt werden, so wird zunächst der eine Schenkel auf der Hobelmaschine abgehobelt und dann das Probestück in ganz derselben Weise, wie das einer Flachschiene entnommene, bearbeitet. Das Abtrennen des Schenkels darf keinesfalls mittels der Blechscheere geschehen, da dieses Verfahren das Material zu sehr beansprucht. Wenn daher keine Hobelmaschine zur Verfügung steht, so muss der eine Schenkel abgebohrt werden.

Handelt es sich um die Prüfung einer Platte, so muss das zu prüfende Stück aus derselben herausgebohrt werden, d. h. man bohrt, der Umfangslinie des Probestückes entsprechend, dicht aneinander kleine Löcher von ungefähr 10 mm Durchmesser. Auf diese Weise wird das innere Gefüge des betreffenden Stückes in keiner Weise gestört, wie es beispielsweise beim Ausschneiden mittels der Blechscheere der Fall sein würde.

Bei Prüfungen von Blechen aus Schweisseisen wird das Probestück mit seiner Längenausdehnung entweder genau parallel zur Walzrichtung, oder genau rechtwinkelig zu derselben aus der Platte entnommen, da die Festigkeit sowohl wie die Dehnung in beiden Richtungen verschieden und zur Beurtheilung des Materials die Feststellung des Unterschiedes zwischen beiden Fällen — längs der Faser und quer zur Faser, wie der technische Ausdruck lautet — von Wichtigkeit ist. Bei Flusseisen bzw. Stahlblechen ist dieser Unterschied nicht wesentlich, weshalb man hier in den meisten Fällen von einer gesonderten Prüfung absieht.

Das Probestück wird mit der Feile sauber abgeschlichtet, wobei besonders darauf zu achten ist, dass das Mittelstück in seiner ganzen Länge genau dieselbe Breite und Dicke hat. Da, wo das Mittelstück in Form von Hohlkehlen in die Breite der Endlappen übergeht, bringt man an jedem Ende einen Körner an, und diese beiden Punkte werden dann, wie erwähnt, in der Regel 200 mm voneinander entfernt angeordnet.

Nach dieser Vorbereitung wird das Probestück in der schon angedeuteten Weise eingespannt und einer entsprechenden Belastung ausgesetzt.

Es giebt eine ganze Reihe verschiedener Constructionen von Probirmaschinen. In der Hauptsache bestehen dieselben fast immer

aus einer Vorrichtung, welche an dem einen Ende des Probestückes die zur Dehnung, bezw. Zerreiſſung aufgewendete Kraft mißt, und aus einer anderen, meistens am anderen Ende des Probestückes angreifenden Vorrichtung, welche die erforderliche Zugkraft ausübt. — Der erstere Theil der Maschine besteht bei den üblicheren und einfacheren Systemen aus einer Combination von Hebeln, welche — ganz analog der Wirkung einer Centesimalwaage — durch Auflegen von Gewichten auf eine Waagschale oder mit Hilfe eines Laufgewichtes die auf das Probestück wirkende Zugkraft mißt. Dagegen besteht der kraftausübende Theil gewöhnlich in einer starken Schraube, deren Mutter durch eine geeignete mechanische Vorrichtung mit Hilfe von Menschenkraft oder durch Riemenbetrieb in Bewegung gesetzt wird.

Die Probe wird nun in folgender Weise ausgeführt: Man legt auf die Schale eine gewisse Menge von Gewichten, welche mit Rücksicht auf das der Maschine eigenthümliche Uebersetzungsverhältniß einer Beanspruchung des Probestückes von 20 bis 25 kg per Quadratmillimeter Querschnittsfläche entspricht. Hierauf setzt man die Schraubenmutter des kraftausübenden Maschinentheiles in Bewegung, bis die Waagschale gehoben ist und in der richtigen Höhe frei schwebt. Es wird nun mit der Bewegung der Mutter innegehalten und beobachtet, ob sich der Hebel des Messapparates etwa schon leicht senkt, was ein Zeichen bereits erfolgter Dehnung des Materials wäre. Meistens ist dies indess bei der Anfangsbelastung noch nicht der Fall, weshalb man durch vorsichtiges Auflegen weiterer Gewichte die Beanspruchung steigert. — Es ist hierbei rathsam, nur kleinere Gewichte in Zeiträumen von mehreren Minuten aufzulegen, da das Eintreten der Dehnung sich gewöhnlich erst einige Zeit nach der Steigerung der Belastung bemerkbar macht und also hinreichend Musse zur Beobachtung geboten sein muss.

Nachdem die Belastung in dieser Weise genügend gesteigert ist, wird sich die Waagschale (bezw. der Hebel mit dem Laufgewicht) senken und damit die Dehnung des Probestückes beginnen. In demselben Augenblicke wird die Schraubenmutter wieder in Bewegung gesetzt, bis die Schale wieder in normaler Höhe schwebt und kein weiteres Sinken eintritt. Nach Verlauf von einer Minute steigert man die Belastung abermals, was sofort wieder eine Dehnung des Probestückes nach sich zieht und worauf man die Mutter wieder so lange in Bewegung setzt, bis sich der Hebel des Messapparates von Neuem bis zu seiner normalen Lage erhoben hat. Mit diesen Manipu-

lationen wird so lange fortgefahren, bis der Hebel des Messapparates sich in Folge des Anziehens der Mutter nicht mehr hebt, also beständig in seiner unteren Lage verharret. Von diesem Punkte ab nimmt die Dehnung des Probestückes mehr und mehr zu, ohne dass eine Steigerung der Belastung nöthig ist, und in diesem Stadium ist das Maximum der Zugfestigkeit bereits erreicht, bezw. überschritten.

An dem Probestücke zeigt sich alsdann gewöhnlich nach der Mitte zu eine Einkerbung, eine Contraction, und kleine Risse, sowie eine gewisse Rauheit der Oberfläche machen sich an dieser Stelle bemerkbar, wonach bei einer weiteren Reckung des Probestückes der Bruch desselben mit flintenschussähnlichem Knalle erfolgt.

Aus der Summe der angewendeten Gewichte lässt sich dann leicht auf die Beanspruchung pro Quadratmillimeter schliessen, welcher das Probestück ausgesetzt war.

Legt man die beiden Theile des zerrissenen Probestückes an der Bruchstelle möglichst genau zusammen, so lässt sich durch Messung der Entfernung zwischen den Körnern ziemlich genau die eingetretene Dehnung, welche gewöhnlich in Procenten zur Länge ausgedrückt wird, ermitteln. Da sich aber die Bruchflächen nicht mehr ganz genau aneinander passen lassen, so bedient man sich zur Messung der Dehnung besser eines scharfspitzigen Zirkels, den man vor Beginn der Probe genau auf die Entfernung zwischen den beiden Körnern einstellt. Im Verlaufe der Probe reisst man dann, während man die eine Zirkelspitze auf den einen Körner einsetzt, mit der anderen von Zeit zu Zeit einen kurzen Kreisbogen an, der mit Zunahme der Dehnung immer weiter unterhalb des ersten Kreisbogens fällt und das Probestück also in der in Fig. 26 auf Taf. XL dargestellten Weise markirt. Die Entfernung zwischen dem letzten Kreisbogen und dem ersten giebt dann ziemlich genau die Dehnung.

Das hier soeben flüchtig geschilderte System einer Probirmaschine ist im Allgemeinen das einfachste, aber auch mit mancherlei Mängeln behaftet. Ein grosser Nachtheil besteht zunächst in der Art der Zugbelastung durch Aufsetzen von Gewichten, da selbst bei dem vorsichtigsten Auflegen derselben eine plötzliche Steigerung der Belastung unvermeidlich ist. Es ist daher schon als wesentliche Verbesserung zu bezeichnen, wenn die Waagschale durch ein Laufgewicht ersetzt ist, welches am zweckmässigsten durch eine Schraubenspinde in Bewegung gesetzt wird, so dass eine plötzliche Verschiebung desselben ausgeschlossen bleibt. Mit dem Laufgewichte lässt sich in

einfacher Weise ein Registrirapparat in Verbindung bringen und durch Combination desselben mit einer der Dehnung proportionalen Bewegung ist es möglich, die zur Zerreiſung erforderliche mechanische Arbeit in Form eines Diagramms aufzuzeichnen, wobei die Abscissen der Dehnung und die Ordinaten der Belastung entsprechen. Nebenstehende Fig. 5 stellt ein solches Diagramm dar; bei *a* ist die sogenannte Elasticitätsgrenze, bei *b* die Maximalbelastung und bei *c* tritt der Bruch ein.

Bei den zur Zerreiſung von Probestücken mit sehr grossem Querschnitte bestimmten Maschinen wird die erforderliche Zugkraft

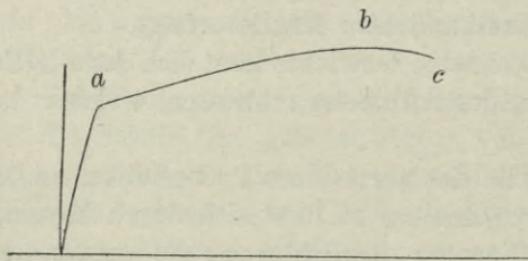


Fig. 5.

durch einen hydraulischen Apparat bewirkt. Die Anwendung eines Pumpwerkes muss indess vermieden werden, da dies eine stossweise Bewegung hervorrufen würde. Die Anordnung ist daher in der Weise getroffen, dass ein Kolben in einem Cylinder mit Hilfe

einer Schraube allmählich niederbewegt wird, um das Wasser in den eigentlichen Presscylinder von wesentlich grösserem Durchmesser zu treiben. — Bisweilen wird auch die Gewichtsbelastung, bezw. das Laufgewicht des Messapparates durch einen Flüssigkeitsdruck ersetzt, indem man einen Hebel auf den Kolben eines mit Quecksilber gefüllten Cylinders wirken lässt. Aus der Höhe, bis zu welcher das Quecksilber in eine Glasröhre steigt, lässt sich dann unmittelbar auf die Zugspannung schliessen.

Es gelangen noch eine grosse Zahl weit complicirterer Formen von Probirmaschinen zur Anwendung, auf welche einzugehen jedoch zu weit führen würde.¹⁾

Bei der Ausführung der hier beschriebenen Festigkeitsversuche hat man noch seine Aufmerksamkeit auf einige Umstände zu richten, durch welche das Resultat nicht unwesentlich beeinflusst werden kann. — Zunächst ist, wie erwähnt, zu beachten, dass die Steigerung der Belastung nur ganz allmählich erfolgt und die Dehnung möglichst

1) Weiteres hierüber findet sich in der „Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure“, Bd. XXX, Heft Nr. 9 unter dem Titel: „Ueber neuere Festigkeits-Prüfungsmaschinen.“

langsam vor sich geht. Wird das Experiment zu sehr beschleunigt, so fällt meistens der Procentsatz der Dehnung zu gering aus. — Von grösstem Einflusse auf das Resultat der Dehnung ist auch die Form und Grösse der Querschnittsfläche im Vergleiche zur Länge des Probestückes. Ein Probestück von kreisrundem oder quadratischem Querschnitt ergibt eine verhältnissmässig grössere Dehnung als ein solches von rechteckiger Form, und zwar ist der Unterschied um so grösser, je breiter das Probestück im Vergleiche zu seiner Dicke ist. Da ferner die Einkerbung und mithin auch die Dehnung nur auf einer geringen Länge des Probestabes stattfinden und in Folge dessen bei gleichem Materiale immer einen bestimmten absoluten Betrag besitzen, so ist die in Procenten ausgedrückte Dehnung auch von der absoluten Länge des Probestückes abhängig. Würde die ZerreiSSprobe an einem Stabe von nur 150 mm Länge zwischen den Körnern vorgenommen werden, so würde unter sonst gleichen Umständen die erzielte Dehnung — in Procenten zur Originallänge ausgedrückt — wesentlich höher ausfallen, als bei einem 200 mm langen Probestücke. Es ist aus diesem Grunde auch nothwendig, bei Angabe der Dehnung die Länge des Probestückes mit zu erwähnen.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass es zur Anstellung exacter vergleichender Versuche zweier verschiedener Materialien erforderlich ist, den Probestücken sowohl genau gleiche Grösse und Form im Querschnitte als auch gleiche Länge zu geben.

Noch ein anderer, das Prüfungsresultat beeinflussender Umstand ist die Temperatur des Materials, bezw. des Raumes, in welchem die Versuche angestellt werden. Ist die Temperatur eine zu niedrige, so fallen Festigkeit und Dehnung zu gering aus. Nach allgemeiner Regel pflegt man daher dem Prüfungsraume eine Temperatur von 15 bis 18° C. zu geben.

Ausser den ZerreiSSproben werden zur Untersuchung der Qualität des Schiffbaumaterials noch eine Reihe anderer Versuche, sogen. Biege- und Schmiedeproben vorgenommen.

Die Biegeproben, welche hauptsächlich nur mit Blechen und Flachschiene bei gewöhnlicher Temperatur ausgeführt werden, sollen ein Urtheil darüber ermöglichen, wie sich das betreffende Material bei Bearbeitung in kaltem Zustande, bezw. bei einer aussergewöhnlichen Inanspruchnahme desselben durch von aussen einwirkende Umstände, z. B. im Falle einer Collision zweier Schiffe, verhält. Handelt es sich um Vornahme von Biegeproben mit Blechen, so schneidet man die Probestücke gewöhnlich in einer Breite von 20 bis 25 cm

und einer etwas grösseren Länge mittels der Blechscheere von der betreffenden Platte ab, wobei man immer genau zu beobachten hat, ob man die Biegung mit der Faser oder quer zu derselben vornehmen will. Die eine Hälfte dieses Versuchsstückes wird dann in einen schraubstockähnlichen Apparat eingespannt, worauf der andere, freiliegende Theil entweder mittels leichter Hammerschläge oder besser mittels einer besonderen mechanischen Vorrichtung so lange allmählich heruntergebogen wird, bis sich die ersten kleinen Risse an der convexen Seite zeigen. Je nachdem die Dicke der Platte grösser oder geringer ist und die Biegung gegen die Faser oder mit derselben erfolgt, wird der Winkel, bis zu welchem die Platte gebogen werden kann, kleiner oder grösser sein. Da bei der Biegung eines Plattenstreifens auf der convexen Seite eine Dehnung und auf der concaven ein Zusammendrücken des Materials eintritt, so wird immer eine gewisse Abhängigkeit zwischen der bei der Zerreißprobe sich ergebenden Dehnung und dem Abbiegungswinkel bei der Biegeprobe vorhanden sein müssen. Wenn keine Zerreißprobe möglich ist, so bildet demnach die Biegeprobe das einzige Mittel, sich ein Urtheil über die Zähigkeit und Dehnbarkeit des Materials zu bilden.

Es soll hier nicht näher auf diesen Gegenstand eingegangen werden, da weiter unten die ausführlichen Vorschriften der Kaiserlichen Marine für die Materialprüfungen folgen, welche alles Weitere enthalten.

Die Schmiedeproben sollen Aufschluss über das Verhalten des Materials bei Bearbeitung desselben im warmen Zustande geben, also namentlich darüber, ob dasselbe etwa rothbrüchig ist. Ist das Eisen von guter Qualität, so muss es sich, nachdem es auf Hellrothgluth erwärmt ist, auf dem Amboss sowohl in der Längs- als auch der Querrichtung ausstrecken und in seiner Dicke reduciren lassen, ohne an den Kanten Risse zu zeigen. — Je nach Verschiedenheit der Eisensorten muss auch die anzuwendende Probe verschiedener Art sein. Auch hierüber ist in den später folgenden Vorschriften der Kaiserlichen Marine das Nöthige enthalten.

B. Schweisseisen.

Schweisseisen, oder wie der Schiffbauer sich gewöhnlich kurz ausdrückt „Eisen“, ist dasjenige Material, welches vor der Einführung des „Stahls“ ausschliesslich zum Bau von Schiffen Verwendung fand. Dasselbe ist gegenwärtig beinahe ganz durch den „Stahl“ verdrängt worden, und nur noch in seltenen Fällen werden Schiffe aus Schweisseisen erbaut. Was im Folgenden über dieses Material gesagt wird hat daher fast nur noch ein historisches Interesse.

Um zunächst ein Bild über die verschiedenen im Schiffbau verwendeten Eisenqualitäten zu geben, lassen wir hier eine Zusammenstellung der Festigkeits- und Dehnungsminima folgen, wie sie von der Kaiserlich deutschen Marine und den wichtigsten Classifications-Instituten vorgeschrieben sind.

	Längs der Faser.		Quer zur Faser.		
	Festigkeit in Kilogr. pro Quadratmillimeter.	Dehnung in Procenten.	Festigkeit in Kilogr. pro Quadratmillimeter.	Dehnung in Procenten.	
Kaiserl. Marine ¹⁾ {	I. Qualität	36	18	34	12
	II. „	35	12	33	8
			auf 200 mm		auf 200 mm
Germanischer Lloyd {	Eisen erster Qualität . . .	35	7	28,5	5
	Eisen zweiter Qualität . . .	31,5	5	27,5	2
			auf 200 mm		auf 200 mm
Bureau Veritas {	Eisen erster Qualität . . .	35	7	29	4
	Eisen zweiter Qualität . . .	31,5	4	28,5	1½
			auf 200 mm		auf 200 mm
Brittischer Lloyd ²⁾		31,5	—	28,35	—

¹⁾ Es ist zulässig, dass die hier gegebenen Festigkeiten um 1 kg geringer oder grösser ausfallen, wenn die Dehnung um 1 Proc. grösser, bezw. geringer ist, oder mit anderen Worten: wenn die Qualitätsziffer constant bleibt. (Vergl. die am Schlusse dieses Kapitels gegebenen Vorschriften der Kaiserlichen Marine.)

²⁾ Diese Angaben entsprechen den früheren Vorschriften des Brittischen Lloyd. Die neueren Bauvorschriften dieses Classifications-Instituts enthalten gar keine Bestimmungen mehr über die Qualität von Schweisseisen.

Ein Blick auf diese Tabelle zeigt, welch' grosser Unterschied in der Qualität des verwendeten Eisenmaterials vorhanden ist. Obenan steht mit Bezug auf die Qualitätsvorschriften die Kaiserliche Marine, welche mit Rücksicht auf die an die Kriegsfahrzeuge gestellten Anforderungen nur ein Material von ausserordentlicher Güte verwenden kann.

Beim Bau von Handelsschiffen kam früher vorwiegend das vorstehend als „Eisen zweiter oder gewöhnlicher Qualität“ gekennzeichnete Material zur Verwendung und die von den Classifications-Instituten vorgeschriebenen Materialstärken basirten auf dieser Qualität. Eisen, welches thatsächlich die vom Germanischen Lloyd und Bureau Veritas geforderte Dehnbarkeit von 5 bezw. 4 Proc. mit der Faser und 2 bezw. 1 $\frac{1}{2}$ Proc. quer zu derselben besitzt, kann auch im Allgemeinen als völlig genügend bezeichnet werden. Dagegen war dem in England vielfach verarbeiteten Schiffbaueisen zwar meistens eine ganz hinreichende Zugfestigkeit eigenthümlich, die Dehnung erreichte aber nur in seltenen Fällen 2 Proc. längs der Faser, während eine solche quer zur Faser fast nie constatirt werden konnte. Dieses Material war in Folge dessen oft von einer solchen Sprödigkeit, dass dessen Verwendbarkeit bedenklich erschien. In der That hatte man auch nur zu viele Beispiele von Schiffen, die bei der leichtesten Grundberührung oder Collision leck wurden. Es muss allerdings zugegeben werden, dass man in späterer Zeit auch in England wieder besseres Material herstellte, wenschon das Eisen gewöhnlicher Qualität nur selten die vom Bureau Veritas und dem Germanischen Lloyd vorgeschriebenen Bedingungen voll erfüllte.

Das in Deutschland fabricirte Schiffbaueisen war immer von wesentlich besserer Qualität, aber auch etwas höher im Preise. Der Grund hierfür lag einerseits in den besseren Erzen, welche den deutschen Werken zur Verfügung stehen, die aber andererseits auch eine etwas kostspieligere Fabrikation bedingten. — Es lassen sich in Deutschland Schiffsplatten zu den in England bestehenden billigsten Preisen nicht fabriciren, selbst wenn man Bleche der geringsten Qualität erzeugen wollte. Dagegen gleicht sich dieser Preisunterschied bei den besseren Eisensorten aus, und Platten besonders guter Qualität können in Deutschland nicht allein ebenso billig, sondern bisweilen noch wohlfeiler als in England hergestellt werden.

Unter diesen Umständen war die deutsche Eisenindustrie gegenüber der englischen selbstverständlich so lange im Nachtheile, als die bessere Qualität des deutschen Eisens bei Bestimmung der Material-

stärken nicht genügend in Betracht gezogen wurde. In einer ganz ähnlichen Lage befanden sich auch Schweden und Oesterreich, die nur Bleche von sehr guter Qualität, allerdings bei wesentlich höheren Preisen, zu produciren im Stande waren. Um diese Verhältnisse in geeigneter Weise zu berücksichtigen, traf das Bureau Veritas bereits im Jahre 1869 eine Bestimmung, nach welcher die Materialstärken der aus Eisen besserer Qualität erbauten Schiffe um beiläufig 10 Proc. reducirt werden durften. Dieses System ist im Laufe der Jahre weiter ausgebildet worden, so dass dieses Institut nunmehr in besonderen Tabellen die bei Verwendung von besserem Eisen zulässigen Materialstärken angiebt. Hierdurch wird für ein Schiff aus Eisen besserer Qualität, gegenüber einem aus gewöhnlichem Eisen erbauten, eine Gewichtsersparniss von 7 bis 8 Proc. ermöglicht, welche zwar die Preisdifferenz noch nicht völlig aufhebt, dieselbe aber doch wesentlich herabmindert. Hierbei ist ausserdem noch die durch die leichtere Construction des Schiffes ermöglichte Zunahme der Tragfähigkeit in Betracht zu ziehen.

Diese, übrigens vom Germanischen Lloyd in ähnlicher Weise gewährten Vergünstigungen haben den Erfolg gehabt, dass das in früheren Jahren in Deutschland fast ausschliesslich angewendete englische Schiffbaueisen später dem wesentlich besseren deutschen Materiale Platz machen musste, und letzteres hat sich auch in der Praxis bei Collisions- und Strandungsfällen sehr gut bewährt.

Nur in einem Punkte wurde dem englischen Eisen von mancher Seite noch ein kleiner Vorzug eingeräumt: es wurde nämlich behauptet, dasselbe sei nicht so sehr der Corrosion unterworfen, als das weichere deutsche oder schwedische Material. Manche Beobachtungen schienen allerdings darauf hinzudeuten, dass diese Behauptung nicht ganz grundlos sei; es ist jedoch mindestens sehr schwierig, im Allgemeinen ein definitives Urtheil in dieser Frage abzugeben, da die Corrosion zu sehr von der Art und Weise der Unterhaltung abhängig ist. Dem Verfasser ist in seiner langjährigen Praxis nicht ein einziger Fall vorgekommen, welcher in dieser Beziehung zu Ungunsten des deutschen Eisens spräche.

Nicht zu allen Theilen eines Schiffes wurde Eisen von ein und derselben Qualität verwendet; vielmehr wurde für die Platten und Winkel, welche einer besonders schweren Bearbeitung unterzogen werden mussten, auch ein besseres Material benutzt. So wurden z. B. namentlich die Kielplatten, um die kurze, rechtwinkelige Biegung aushalten zu können, aus Eisen besonders guter Qualität hergestellt,

und es wurde durch zweckmässige Anordnung der Packete, aus denen diese Platten gewalzt wurden, von vornherein auf Erreichung einer grösseren Querfestigkeit Rücksicht genommen. Desgleichen mussten die Platten an der Gilling und am Heck aus sehr gutem Materiale hergestellt werden, um die mehrmalige Bearbeitung im Feuer vertragen zu können. Hatte das Schiff eine sehr kurz gebogene Kimm, so empfahl es sich, auch bei der Bestellung der Kimmplatten anzugeben, dass dieselben einer stärkeren Biegung in der Querrichtung unterworfen werden mussten, damit das Hüttenwerk in der Lage war, dies bei der Packetirung des betreffenden Materials berücksichtigen zu können. — Von den englischen Eisenwerken wurden auch die Bodenstücke in etwas besserer Qualität geliefert, da dieselben in warmem Zustande gebogen werden mussten. Bei Verwendung deutschen Materiales war dies indessen nicht erforderlich, da das deutsche Eisen an sich schon für diese Zwecke von ausreichender Güte ist.

Die Winkeleisen wurden von vielen Werften für das ganze Schiff in gleicher Qualität bestellt; da indess namentlich bei den vorderen und hinteren Spanten die Schenkel der Winkel ziemlich bedeutend geöffnet werden müssen und in Folge dessen eine wiederholte Bearbeitung im Feuer nöthig war, so wurde für diese Theile vielfach eine etwas bessere Eisenqualität verwendet. Die hierdurch entstehenden Mehrkosten wurden in der Regel dadurch wieder gedeckt, dass man den Ersatz einzelner bei der Bearbeitung gebrochener Stücke vermied, wobei noch die hierdurch bedingte Zeitersparniss nicht gering ins Gewicht fiel.

Es giebt in einem Schiffskörper auch Theile, für welche die Verwendung eines geringwerthigen Materials statthaft erscheint. Bediente man sich überhaupt nur englischen Eisens gewöhnlicher Qualität, so musste allerdings die Anwendung einer noch geringeren Eisenqualität von vornherein als ausgeschlossen gelten; gelangte aber im Allgemeinen eine sehr gute Eisensorte zur Verwendung, so war es wohl zulässig, für alle Theile, die zur Festigkeit des ganzen Schiffskörpers nicht direct beitragen, wie z. B. für die Kohlenbunkerwände, den Maschinen- und Kesselschacht, die Kammerschotte, soweit diese überhaupt aus Eisen hergestellt waren, ein Material von geringerer Qualität zu benutzen. — Bisweilen hat man auch wohl die wasserdichten Querschotte aus Eisen geringerer Qualität hergestellt, indem man von dem Grundsatz ausging, dass diese Theile bei einer Beanspruchung des Schiffes auf Durchbiegung in der Längsachse nicht in

Mitleidenschaft gezogen würden. Wenn dies auch zutreffen mag, so war doch bei einer Beschädigung des Schiffes in der unmittelbaren Nähe eines Schottes eine weit grössere Wahrscheinlichkeit für das Dichtbleiben desselben vorhanden, wenn das zu den Schotten verwendete Material von guter Qualität war.

Auch eiserne Decks wurden oft mit Blechen geringerer Qualität beplattet. Dies mochte auch für alle sich nur über einen geringen Theil der Schiffslänge erstreckende Decks, sowie für solche, die gerade in der neutralen Achse liegen, also überhaupt für Decks, die bei einer Durchbiegung des Schiffes in der Längsachse nicht in Anspruch genommen werden, zulässig erscheinen. Andernfalls aber, und besonders bei über die ganze Schiffslänge sich ausdehnenden eisernen Oberdecks, musste hierzu das gleiche Material verwendet werden, wie das, aus welchem die Aussenhaut- und die Stringerplatten hergestellt waren. Würde man hierfür Eisen verschiedener Dehnbarkeit benutzt haben, so würde man Gefahr gelaufen sein, dass bei einer starken Beanspruchung des Schiffes in der Längsachse die Zugspannungen in den aus spröderem Material hergestellten Theilen so gross geworden wäre, um einen Bruch unvermeidlich zu machen, während die aus weicherem Eisen bestehenden Theile nur einer geringen Beanspruchung ausgesetzt gewesen wären.

Die zum Schiffbau verwendeten Façoneisen complicirterer Form, wie namentlich das Wulst-T-Eisen und das Doppel-T-Eisen, welche zu Decksbalken Verwendung fanden, wurden durchweg nur in einer besseren Qualität hergestellt, weil sich diese Formen, zumal in grossen Profilen, aus geringerem Materiale gar nicht gut anfertigen lassen. Da der Querschnitt des Wulst-T-Eisens beim Walzen ungleichmässig erkaltet, so nimmt diese Art Façoneisen meistens eine etwas gebogene Form an. In deutschen Werken wurden daher diese Wulst-T-Eisen nach dem Walzen noch genau gerade gerichtet, während man in England dieselben meistens so lieferte, wie sie von der Walze kamen, und es dem Schiffbauer überliess, sie in die richtige Form zu bringen. Ein ähnliches Verhältniss war auch bei den Winkeleisen vorhanden.

Das geringwerthigste Eisenmaterial konnte für die sogenannten Hinterlegstücke benutzt werden, d. h. zu den kurzen Stücken Flach-eisen, welche zum Ausfüllen des Raumes zwischen den Spanten und den abliegenden Plattengängen, sowie zwischen den Decksbalken und den abliegenden Decksplatten u. s. w. dienen. Diese Schienen sind selbstverständlich gar keiner Beanspruchung ausgesetzt und ihre

Qualität ist daher ganz gleichgültig. In England verwendete man deshalb zu diesen Hinterlegstücken auch sogenannte Rohschienen, welche, wie früher auseinandergesetzt, durch directes Auswalzen der Luppen gewonnen werden.

Mit Bezug auf das Nieteisen ist zu bemerken, dass dessen Qualität im Allgemeinen als um so besser bezeichnet werden kann, je weicher dasselbe ist. Die aus härteren Qualitäten erzeugten Niete besitzen die Eigenthümlichkeit, dass die Köpfe abspringen, nachdem sie bereits einige Zeit niedergeschlagen sind. Diese Erscheinung wird noch durch das sogenannte „Anziehen“ der Niete nach erfolgter Erkaltung begünstigt, da erfahrungsgemäss das Eisen ebenso wie andere Metalle durch Hämmern in kaltem Zustande spröde wird. Durch Verwendung eines weichen Nieteisens lässt sich dieser Calamität begegnen, jedoch hat die Benutzung sehr weichen Materials auch manches Bedenkliche. Einestheils ist die Abscheerungsfestigkeit des weichen Nieteisens wesentlich geringer als die der härteren Sorten und anderentheils werden die aus weicherem Materiale hergestellten Niete sehr stark vom Seewasser angefressen. Besonders letzterer Punkt ist von nicht zu unterschätzender Wichtigkeit, denn die von manchen weichen Eisensorten verfertigten Aussenhautniete sind nicht selten schon nach Verlauf von ein bis zwei Jahren so durch Rost angefressen, dass eine grosse Zahl derselben ausgewechselt werden muss, zumal wenn das Schiff besonders salzhaltige Gewässer befährt. An den in England erbauten Schiffen zeigt sich diese Erscheinung am seltensten. Bei Schiffen, zu welchen neben deutschem Eisen auch deutsches Nieteisen verwendet wurde, macht sich die Corrosion der Nietköpfe zwar etwas mehr bemerklich, ist aber im Allgemeinen noch gering zu nennen gegenüber derjenigen bei Schiffen aus englischen Platten und deutschem oder gar schwedischem Nieteisen. Es hat sich daher die Ansicht unter den Schiffbauern verbreitet, dass eine gute Conservirung der Nietköpfe nur möglich sei, wenn Platten und Nieteisen in der Qualität nicht zu sehr voneinander verschieden sind. Die Erfahrung scheint diese Behauptung allerdings zu bestätigen; ob aber die Begründung für diese Erscheinung — wie vielfach vermuthet wird — in einer durch die Verschiedenheit der Materialien bedingten galvanischen Wirkung beruht, mag dahingestellt bleiben.

Das Nieteisen soll stets eine sehnige Structur haben, die es auch dann noch beibehalten muss, nachdem die Nietköpfe in warmem Zustande niedergeschlagen und kalt nachgehämmert worden sind. Ist diese Structur in unvollkommenem Maasse vorhanden, so springen

von den aus solchem Eisen hergestellten Nietten leicht die Köpfe ab, und die Bruchstelle zeigt dann ein vollständig krystallinisches Gefüge, wie dies namentlich bei manchen englischen Qualitäten beobachtet wird.

Der sehnige Charakter wird dem Nieteisen durch ein fortgesetztes Strecken aufgezwungen. Hierdurch ist natürlich die Gefahr bedingt, dass das Material seinen Zusammenhang in der Richtung quer zur Faser verliert, was sich durch das Einreissen des Randes der Nietköpfe bemerklich macht. Man kann sich von der Qualität nach dieser Richtung hin leicht überzeugen, indem man ein Probestück flach ausschmiedet, wobei dasselbe sich nicht besenartig aufspalten darf; oder man schmiedet im Nageleisen einen ganz flachen Kopf aus, der dann an der Peripherie keine radialen Risse zeigen darf. — Weiteres über diesen Gegenstand findet sich in den am Schlusse dieses Kapitels abgedruckten Vorschriften der Kaiserlichen Marine für die Prüfung des Nieteisens.

C. Stahl oder Flusseisen.

Einer der Hauptvorzüge, welche die eisernen Schiffe gegenüber den hölzernen besitzen, besteht in dem geringeren Eigengewicht der ersteren. Es darf daher nicht Wunder nehmen, dass sich schon bald nach Einführung des Eisens als Schiffbaumaterial das Bestreben bemerkbar machte, diesen Vortheil durch Verwendung eines Materials von noch höherer Festigkeit, als diejenige des Eisens, nach Möglichkeit auszunutzen, und dies mag wohl die erste Veranlassung für den Gebrauch des Stahls zum Schiffbau gewesen sein. Die ersten Versuche in dieser Richtung scheinen in den 50er Jahren mit Puddelstahl in England gemacht worden zu sein. Wenn indess auch eine ganze Reihe grösserer Schiffe aus diesem Materiale zu jener Zeit erbaut wurde (der Verfasser benutzte es bereits im Anfange der 60er Jahre zum Bau von Flussfahrzeugen), so war doch noch seine Verwendung eine relativ sehr beschränkte, ein Umstand, der hauptsächlich durch den unverhältnissmässig hohen Preis im Vergleiche mit Eisen, sowie durch die schwierigere Verarbeitung bedingt sein mochte. Hervorzuheben ist noch, dass wir es hier thatsächlich mit Stahl im eigentlichen Sinne des Wortes zu thun hatten, d. h. mit einem kohlenstoffreicheren, mehr oder weniger härtbaren Metalle. — Als dann im

Laufe der 60er Jahre der Bessemer-Process eine immer grössere Verbreitung gewann, wurden mit dem weicheren, kohlenstoffärmeren Bessemerstahl, bezw. Bessemerflusseisen vielfache Versuche gemacht und auch in dieser Periode eine grössere Anzahl von Schiffsbauten aus diesem Materiale hergestellt. Dasselbe zeigte sich jedoch bei der Verarbeitung so wenig zuverlässig, dass dessen Verwendung eigentlich nie über das Stadium des Versuches hinauskam. Erst als im Jahre 1875 durch den Siemens-Martin-Process die Erzeugung eines Materiales gelang, welches die Bearbeitung wesentlich besser ertragen konnte, fand der Stahl zu Schiffbauzwecken eine allgemeine Verwendung.

Wie schon früher auseinandergesetzt, ist die Bezeichnung „Stahl“, für dieses mit Hilfe des Bessemer-, Martin- oder Thomas-Verfahrens erzeugte kohlenstoffarme und unhärtbare Material unrichtig; trotzdem hat sich diese Benennung derartig unter den Schiffsbauern eingebürgert, dass es unzweckmässig erscheinen würde, hier einen andern Ausdruck dafür benutzen zu wollen. Die Engländer bezeichnen dieses Flusseisen mit dem Namen: *mild steel*, und dass die Uebersetzung bei uns gebräuchlich geworden ist, darf bei der hervorragenden Stellung, welche der englische Schiffbau einnimmt, nicht Wunder nehmen. Wenn wir also in der Ueberschrift sowohl, wie im Nachstehenden schlechthin den Ausdruck „Stahl“ gebrauchen, so ist damit das mit dem wissenschaftlichen Namen „Flusseisen“ zu bezeichnende Material zu verstehen.

Der sogenannte Martinstahl ist jetzt im Allgemeinen als ein zum Schiffbau besonders geeignetes Material anerkannt, dagegen werden von vielen Seiten andere Qualitäten, wie Bessemer- und Thomasstahl, als unzulässig bezeichnet.

Es ist heute möglich, den Martinstahl in solchen Qualitäten zu erzeugen, deren Festigkeit und Dehnung innerhalb ganz eng gezogener Grenzen schwanken und die nur einen ganz verschwindend kleinen Theil von Kohlenstoff enthalten, mithin absolut unhärtbar sind. Die weichste Qualität, welche man als Martinstahl erzeugt, besitzt eine Bruchfestigkeit von ca. 35 kg per Quadratmillimeter bei einer Dehnung von 25 bis 30 Proc. auf 200 mm Länge. Von dieser Festigkeit anfangend, kann dieselbe durch Vergrösserung des Kohlenstoffgehaltes beliebig bis zu 75 kg und noch weiter gesteigert werden, womit allerdings eine entsprechende Verminderung der Dehnbarkeit und Weichheit verbunden ist; auch lässt sich dieses Material bei höherer Festigkeit in grösserem oder geringerem Maasse härten. —

Für den Schiffbau wird im Allgemeinen ein Material verwendet, dessen Festigkeit zwischen 40 und 50 kg per Quadratmillimeter schwankt und dessen Dehnung mindestens 20 Proc. auf 200 mm Originallänge betragen muss. Die Kaiserliche Marine und die einzelnen Classifications-Institute geben in dieser Beziehung etwas voneinander abweichende Vorschriften. In der nachfolgenden Tabelle ist mit Bezug hierauf eine kurze vergleichende Zusammenstellung gegeben.

Vorschriften:	Bruchbelastung in Kilogr. per Quadrat- millimeter		Dehnung in Procenten auf 200 mm Länge.
	Minimum	Maximum	
Kaiserl. Deutsche Marine . . .	41	47	{ 22 für Bleche über 12 mm dick 20 für Bleche unter 12 mm dick
Germanischer Lloyd	41	49	wenigstens 20
Brittischer Lloyd	44,1	50,4	{ 20 für Bleche über 12,5 mm dick 16 für Bleche unt. 12,5 mm dick
Bureau Veritas			{ 20 für Bleche über 6,5 mm dick 16 für Bleche unter 6,5 mm dick

Während bei den verschiedenen Eisenqualitäten nur eine Minimalfestigkeit angegeben war, finden wir hier auch eine Begrenzung nach oben, und zwar ist die Innehaltung der letzteren von Wichtigkeit. Man erhält dadurch eine Gewähr dafür, dass der Kohlenstoffgehalt nicht zu gross ist, mit anderen Worten, dass man es also mit einem genügend weichen Materiale zu thun hat.

Als man einige Zeit nach Einführung des Stahls die Beobachtung zu machen glaubte, dass sich die aus diesem Materiale erbauten Schiffe in einzelnen Fällen etwas begeben (deformirt) hatten, vermuthlich, weil die Materialstärken im Vergleiche mit eisernen Schiffen zu sehr reducirt waren, führte man diese Erscheinung auf eine zu grosse Dehnbarkeit, bezw. zu geringe Festigkeit des verwendeten Stahles zurück. Namentlich die Lockerung der Nietverbindungen, die mit einem Ovalwerden der Nietlöcher in Verbindung gebracht wurde, schien die Richtigkeit dieser Annahme zu bestätigen. Es machte sich daher vor einigen Jahren das Bestreben geltend, die Festigkeit des Stahls etwas zu erhöhen und die Dehnbarkeit dementsprechend herabzumindern. Die dadurch erzielten Resultate

waren jedoch wenig ermuthigend, so dass man sich bald wieder dem weicheren Materiale zuwandte.

Da alle stählernen Platten und Winkel aus gegossenen Blöcken ausgewalzt werden, so besitzen dieselben auch eine vollkommen homogene Structur. Ein Unterschied zwischen der Festigkeit der Platten in der Richtung mit der Walze und quer zu derselben existirt deshalb auch bei Stahl nicht oder nur in ganz geringem Maasse. Welche Vortheile dieser Umstand beim Bau von Schiffen gewährt, braucht wohl kaum näher erläutert zu werden.

Ein Hauptvorzug des Stahls besteht neben seiner hohen Festigkeit in seiner Dehnbarkeit und Geschmeidigkeit in kaltem Zustande. Diese beiden Eigenschaften sind bei gutem Stahle in sehr hohem Maasse vorhanden. — Die Schenkel eines Stahlwinkels kann man in kaltem Zustande mit Hilfe des Hammers so weit zusammenschlagen, bis ihre Innenflächen sich berühren, während nach dieser Procedur die Schenkel sich wieder völlig öffnen lassen, bis beide in einer Ebene liegen, ohne dass sich dabei irgend welche Risse oder Brüche zeigen. Eine Platte lässt sich anstandslos um 180° umbiegen, bis die inneren Flächen sich berühren.

Welchen grossen Werth diese Eigenschaften für die Sicherheit eines Schiffes im Falle von Strandung oder Collision haben, ist in der Praxis zur Genüge erwiesen. Während die in früherer Zeit aus Schweisseisen hergestellten Schiffe schon bei einer leichten Strandung oder Collision gewöhnlich schon so stark leck wurden, dass ein Sinken nicht zu verhindern war, haben sich bei Stahlschiffen wiederholt Fälle ereignet, wo die Schiffsseite durch Collision bis zu 1 m Tiefe eingebault wurde und das Schiff doch noch so weit dicht blieb, um es über Wasser halten zu können.

Die grosse Dehnbarkeit des Stahls ist jedoch nicht allein in den soeben besprochenen Fällen starker localer Beanspruchung für die Sicherheit eines Schiffes von hohem Werthe, sondern sie ist auch für die Widerstandsfähigkeit bei einer gleichmässigen Inanspruchnahme in der Längsachse von Wichtigkeit. Es ist dies in folgender Weise erklärlich: Beim Bau eines Schiffes können nicht alle Theile, selbst bei Aufwendung grösster Sorgfalt, derart miteinander verbunden werden, dass ihre spätere Beanspruchung eine vollkommen gleichmässige ist. Schon durch kleine Unregelmässigkeiten in dem Aufeinanderpassen der Nietlöcher wird eine Platte einer wesentlich höheren Spannung ausgesetzt sein, als eine benachbarte. Besitzt nun das Material eine grosse Dehnbarkeit, so werden sich die stärker

beanspruchten Theile, wenn auch nur in verschwindend kleinem Maassstabe, recken können, bis sich die Spannung auf die benachbarten Schiffstheile übertragen und diese in gleicher Weise in Mitleidenschaft gezogen hat. Hierin ist daher auch die Thatsache begründet, dass Stahlschiffe im Falle einer Strandung viel weniger leicht aufbrechen als eiserne.

Die ausserordentlich hohe Festigkeit des Stahls im Vergleiche zu derjenigen des Eisens gestattet eine nicht unerhebliche Reduction in der Dicke der Platten und Winkel, wodurch eine entsprechende Gewichtersparniss, bezw. Verminderung des Schiffs-Eigengewichts ermöglicht wird. Dies ist natürlich für die Rentabilität eines Handelsschiffes von hoher Bedeutung, da die Tragfähigkeit des Fahrzeuges im gleichen Verhältnisse mit der Herabminderung seines Eigengewichts steigt, und hierin ist auch einer der Hauptgründe für die rapide Verbreitung des Stahlschiffbaues zu suchen. Im Allgemeinen kann man annehmen, dass das Eigengewicht eines aus Stahl erbauten Schiffes um circa 10 bis 14 Proc. niedriger als dasjenige eines eisernen Schiffes von gleichen Dimensionen ist. Für die Construction von kleineren, zum Befahren seichter Gewässer bestimmten Fahrzeugen ist daher die Verwendung von Stahl gleichfalls eine allgemeine geworden, und in vielen Fällen, in denen vormals die Rheder eiserner Schiffe ihre Rechnung nicht finden konnten, ist heute mit Hilfe von Stahlschiffen eine Rentabilität gesichert.

Auf die Grösse der bei Anwendung von Stahl in den Materialstärken zulässigen Reductionen werden wir später ausführlich zurückkommen.

Ein nicht zu unterschätzender, wenn auch nicht sehr in die Augen springender Vorzug des Stahls im Vergleiche mit Eisen besteht darin, dass der durch die magnetischen Kräfte der Erde inducirte Magnetismus im ersteren Materiale weniger haftet, als im Eisen. Plötzlich auftretende Ablenkungen des Compasses, wie sie in eisernen Schiffen, in Folge der durch die Erschütterungen bei einem starken Seeschlage begünstigten Magnetisirung nicht selten beobachtet worden sind, kommen bei Verwendung von Stahl nicht vor. Man sollte deshalb auch alle in der Nähe des Compasses befindlichen Deckshäuser nicht aus Eisen, sondern nur aus Stahl herstellen.

Neben diesen grossen Vorzügen zeigt der Stahl indess auch einige nachtheilige Eigenschaften, die sich trotz der bedeutenden Fortschritte, welche man während der letzten Jahre in der Herstellung des Siemens-Martin-Stahls gemacht hat, noch nicht ganz beseitigen liessen. —

Hierher gehört in erster Linie ein gewisser Grad von Unzuverlässigkeit, welcher bei der Bearbeitung, allerdings nur in ganz vereinzelt Fällen, hervortritt, wenn der Stahl im Feuer behandelt werden muss, und auf die wir schon weiter oben hingewiesen haben. Im kalten Zustande, ohne vorhergegangene Erwärmung, zeigt der Stahl fast ausnahmslos die ihm eigenthümliche ausserordentliche Zähigkeit und Biagsamkeit, und nur sehr selten werden sich bei der kalten Bearbeitung der Platten und Winkel kleine Risse oder sonstige Schäden bemerkbar machen; ist das Material hingegen einer Behandlung im Flammofen oder Schmiedefeuer ausgesetzt worden, so wird dasselbe trotz der vorsichtigsten Behandlungsweise, einen Theil seiner guten Eigenschaften verlieren, namentlich wird aber die Dehnbarkeit herabgemindert. Eine hierbei vorkommende Erscheinung ist die, dass Platten und Winkel, nachdem dieselben bereits vor vielen Stunden in vollkommen gesundem Zustande von dem Schmied aus der Hand gelegt wurden, plötzlich einen Riss von einer mehr oder weniger bedeutenden Länge zeigen; ja bisweilen sind die betreffenden Theile schon vor Tagen in den Schiffskörper eingebaut, wenn sie ohne erkennbare Veranlassung unvermuthet brechen. — Den Grund für diese ebenso auffällige wie unangenehme Erscheinung glaubt man in einer raschen, ungleichmässigen Abkühlung des Materials suchen zu müssen, und es gilt deshalb als Regel, die noch warmen Stücke nach vollendeter Formgebung mit einer Schicht trockenen Sandes zu bedecken, um so eine möglichst langsame Abkühlung herbeizuführen. Von manchen Seiten wird sogar empfohlen, den Gegenstand nach seiner Vollendung nochmals auszuglühen und dann erst zwecks langsamer Erkaltung in Sand einzugraben. Natürlich ist die Ausführung dieses Verfahrens mit erheblichen Kosten und Schwierigkeiten verknüpft und in manchen Fällen überhaupt nicht durchführbar, ganz abgesehen davon, dass hierdurch unter Umständen auch die richtige Form der Bautheile wieder verloren gehen würde. Das Ausglühen im offenen Holzfeuer, welches für Schiffstheile von sehr grossen Dimensionen ein Aushilfsmittel bieten würde, hat sich als nicht zweckmässig erwiesen, wahrscheinlich, weil eine gleichmässige Erwärmung hierbei nicht möglich ist. — Nachdem sich durch die Fortschritte in der Stahlfabrikation die Qualität des Schiffbaustahls wesentlich gebessert hat, ist es nur noch üblich, solche Theile auszuglühen, welche einer wiederholten Bearbeitung im Feuer ausgesetzt waren.

Eine stichhaltige Erklärung für das nachträgliche Brechen und

Reissen von Platten und Winkeln nach vorhergegangener Bearbeitung im warmen Zustande ist bis jetzt nicht erbracht worden. Gewöhnlich begnügt man sich mit der Behauptung, dass durch ungleichmässiges Erkalten eine latente Spannung in den einzelnen Theilen hervorgerufen werde, welche bei nur geringer Beanspruchung, wie sie schon durch den atmosphärischen Temperaturwechsel hervorgerufen werden kann, zum Bruche führe, und wenn man berücksichtigt, dass durch nochmaliges Ausglühen und vorsichtiges Erkaltenlassen das Material seine Sprödigkeit verliert und die ursprünglich guten Eigenschaften wenigstens theilweise wiedererlangt, so ist man versucht, diese Behauptung als richtig anzuerkennen. — Andere Erscheinungen sprechen jedoch wieder gegen diese Annahme. Wenn man nämlich aus einer in der erwähnten Weise gesprungenen Platte in unmittelbarer Nähe des Risses ein Probestück ausbohrt und dasselbe einer Zerreißprobe unterzieht, so ergibt sich hierbei in fast allen Fällen nicht nur die ursprüngliche absolute Festigkeit, sondern auch eine Dehnung von 15 bis 25 Proc. Das Material würde sich also so weit zu recken vermögen, wie der Oeffnung des entstandenen Risses, welcher bisweilen kaum mit blossem Auge sichtbar ist, entsprechen würde. — Es muss hierbei hervorgehoben werden, dass die Resultate der Prüfung des Stahles, sowohl auf der Zerreißmaschine, als auch die Schmiedeproben keine volle Gewähr für das Verhalten des Materials nach der warmen Bearbeitung (ohne nachheriges Ausglühen) bieten. Bisweilen zeigen sich bei einem Materiale, welches sich auf der Probirmaschine als ganz vorzüglich erweist, nachträglich mehr gebrochene Platten, als bei solchem, welches die Prüfung verhältnissmässig weniger gut bestanden hat. Nur soviel lässt sich mit Sicherheit behaupten, dass bei den weicheren Qualitäten ein nachträgliches Brechen und Reissen seltener vorkommt, als bei den Stahlsorten von höherer Festigkeit.

Die der Einwirkung des Seewassers ausgesetzten Platten aus Stahl leiden erfahrungsgemäss mehr durch Corrosion, als solche aus Eisen. Die Erklärung hierfür sucht man in dem Umstande, dass die an der Oberfläche der rohen Stahlblöcke (Ingots) vorhandenen Gussblasen beim Auswalzen nicht beseitigt werden, sondern in ganz flachgedrückter Form an der Oberfläche der Platten wiederzufinden sind. Der schwammige Charakter, den der Stahl-Ingot an seiner Oberfläche zeigt, muss sich daher auch auf die Fläche der Platten übertragen und bietet der Einwirkung des Seewassers mehr Angriffspunkte, als dies bei einer ganz homogenen und reinen Oberfläche der

Fall sein würde. — Von anderer Seite wird auch behauptet, die den Platten anhängende Oxydschicht (der sogenannte Walzenzunder) bringe, wenn nur theilweise entfernt, eine galvanische Wirkung auf das Material hervor, wodurch die Corrosion befördert werde. Thatsache ist, dass die Aussenhautplatten von Stahlschiffen gewöhnlich nach den ersten 6 bis 8 Monaten eine wesentlich stärkere Corrosion zeigen, als diejenigen eiserner Schiffe, sowie, dass sich nach Beseitigung des Rostes im ersteren Falle gewöhnlich ganz charakteristische Narben von $\frac{1}{2}$ bis 1 mm Tiefe bemerkbar machen. Die erhöhte Neigung zur Corrosion hört indess in der Regel auf, nachdem der Boden stählerner Schiffe einige Monate nach ihrer Erbauung im Dock sorgfältig gereinigt und gut mit Oelfarbe gestrichen worden ist.

Um einer erhöhten Corrosion von vornherein vorzubeugen, wird jetzt vielfach die Oberfläche der Stahlplatten vor Anbringung derselben einer Behandlung mit Säure unterworfen. Die Aussenhautplatten, Bodenwangen und Stringerplatten werden, nachdem sie fertig bearbeitet sind, 5 bis 6 Stunden lang in eine Lösung von 1 Theil Salzsäure und 15 Theilen Wasser gelegt, wodurch ihre Oberfläche ganz von der anhängenden Oxydschicht befreit wird und ein reines, metallisch glänzendes Aussehen erhält, beinahe so, als ob die Platten vernickelt worden seien. Danach werden sie gut mit Wasser gespült, um die anhaftende Säure zu entfernen, und schliesslich noch eine halbe Stunde lang in ein Bad von Kalkmilch gelegt, um auch den letzten Rest etwa noch vorhandener Säure zu neutralisiren. Nachdem die Platten gut getrocknet sind, werden sie vor dem Anbringen am Schiffskörper erst mit einem dünnen Anstriche von Mennigfarbe versehen. In manchen Etablissements, wo man mit besonderer Sorgfalt verfährt, werden die Platten vor dem Anstreichen wohl auch schwach erwärmt und die Farbe wird ebenfalls in schwach erwärmtem Zustande aufgetragen. Man bezweckt hierdurch ein besonders gutes Anhaften der Farbe an der metallischen Oberfläche der Platten. — Schiffe, deren Material in dieser Weise präparirt ist, werden nur wenig von der Einwirkung des Seewassers zu leiden haben; und wenn auch die Baukosten dadurch um eine Kleinigkeit erhöht werden, so wird dieses Opfer durch die bessere Conservirung des Schiffes doch reichlich aufgewogen.

Noch eine andere Eigenthümlichkeit des Stahls verdient hier erwähnt zu werden. Dieselbe besteht in einem durch die Einwirkung des Lochens auf das Material hervorgerufenen Verlust an Festigkeit, der unter Umständen 20 bis 30 Proc. betragen kann, während bei

Eisen diese Erscheinung in weit geringerem Maasse beobachtet wird — Aus den vielen Versuchen, welche nach dieser Richtung hin gemacht worden, seien hier nur einige herausgegriffen:

Von einer Stahlplatte von 10 mm Dicke, deren Zugfestigkeit auf 51,5 kg pro Quadratmillimeter ermittelt worden war, wurde ein Streifen von 80 mm Breite geschnitten und in die Mitte desselben ein Loch von 20 mm Durchmesser gepuncht. Die mit diesem Streifen angestellte Zugprobe ergab nur noch eine Bruchfestigkeit von 41,2 kg pro Quadratmillimeter. — Man ersieht hieraus, in welch' hohem Grade die Nietverbindungen in einem solchen Falle in ihrer Festigkeit beeinflusst werden können. Allerdings bildet hierbei der Abstand der Nietlöcher voneinander für den Gesamtverlust an Festigkeit einen sehr wichtigen Factor. Die Einbusse an Zugfestigkeit ist nämlich desto geringer, je näher die Nietlöcher aneinander liegen, und bei sehr kurzen Abständen kann es sogar zutreffen, dass das zwischen den Nietlöchern befindliche Material eine höhere Festigkeit zeigt, als die ungelochte Platte. Wie auffällig diese Erscheinung ist, geht aus den nachstehend aufgeführten Versuchsergebnissen hervor. Zum bessern Verständnisse derselben sei Folgendes vorausgeschickt.

In mehrere Plattenstreifen von grösserer Breite wurden je zwei Löcher gepuncht, und zwar in den einzelnen Plattenstücken in verschiedenen, zwischen 5 bis zu 50 mm schwankenden Abständen. Die Plattenstreifen wurden dann sämmtlich auf der Hobelmaschine weiter bearbeitet, bis schliesslich nur noch schmale Streifen übrig blieben, die nur noch die Hälfte jedes der beiden eingepunchten Löcher enthielten und die Probestücke demnach eine Form besaßen, wie sie in Fig. 24 auf Taf. XL dargestellt ist. Dieselben wurden darauf der gewöhnlichen Zugprobe unterworfen, welche folgende Resultate lieferte:

	Original-Festigkeit der Platte	Festigkeit in Kilogrammen pro Quadratmillimeter bei verschiedenem Abstände der Löcher.					
		5 mm	6 mm	8 mm	14 mm	30 mm	50 mm
Siemens-Martinstahl	51,5	67,1	65,4	64,0	52,4	45,1	42,9
Bessemerstahl	60,6	—	—	73,7	62,3	52,9	48,2

Fassen wir hierbei die in der Reihe für Martinstahl gegebenen Resultate ins Auge, so finden wir bei einem Abstände der Löcher

von 14 mm ungefähr noch die ursprüngliche Festigkeit, während dieselbe bei einem Abstände von 50 mm ungefähr 17 Proc. verloren hat, bei einem Abstände von 5 mm indessen um 13 Proc. grösser ist, als die Festigkeit der ungelochten Platte.

Für diese im höchsten Grade eigenthümliche Erscheinung hatte man lange Zeit hindurch keine recht stichhaltige Erklärung, und erst in neuerer Zeit scheint man die Ursache ergründet zu haben. Man hat nämlich folgende Hypothese aufgestellt: Das an der Peripherie des Loches befindliche Material wird durch die Procedur des Punchens gewissermaassen verdichtet, wodurch dessen Festigkeit erhöht, seine Dehnbarkeit hingegen wesentlich vermindert wird. Es bildet sich also um jedes Loch eine Zone von wesentlich festerem, aber spröderem Materiale. Sind nun die Nietlöcher verhältnissmässig weit voneinander entfernt, so wird sich zwischen den erwähnten Zonen zweier benachbarter Löcher noch Material von der ursprünglichen Weichheit und Dehnbarkeit befinden. Denken wir uns nun auf die betreffende Platte quer zur Linie der Nietlöcher einen Zug ausgeübt, so muss die ganze Beanspruchung zunächst von dem um die Nietlöcher befindlichen verdichteten Materiale aufgenommen werden; denn während bei einer sehr geringen Dehnung des Probestückes um circa 3 Proc. das Material in der Zone um die Nietlöcher schon bis zu seiner Bruchfestigkeit beansprucht ist, werden die zwischen den Nietlöchern ausserdem vorhandenen Materialtheile, ihrer grösseren Dehnbarkeit wegen, erst einer verhältnissmässig geringen Beanspruchung ausgesetzt sein. Bei einer fortgesetzten Steigerung der Belastung wird dann die Platte, von den Rändern der Nietlöcher anfangend, reissen. — Auf diese Weise erklärt es sich, dass die betreffende Platte eine geringere Bruchfestigkeit zeigt, als dem Querschnitte zwischen den Nietlöchern entsprechen müsste, wenn man die ursprüngliche Festigkeit des Materials pro Quadratmillimeter Querschnittsfläche zu Grunde legen würde.

Wenn der Abstand der Nietlöcher voneinander dagegen verhältnissmässig gering ist, so wird damit, wie leicht begreiflich, das Verhältniss für die Festigkeit der Platte ein günstigeres, und wenn die Löcher so nahe aneinander gerückt werden, dass sich die erwähnten Zonen verdichteten Materials berühren, so muss nothgedrungen die Festigkeit pro Flächeneinheit des Querschnittes zwischen den Löchern grösser sein, als die ursprüngliche Festigkeit.

Es ist jedoch noch ein anderer Umstand vorhanden, welcher die Festigkeit der Platten zwischen den Nietlöchern beeinflusst, und wir müssen, um denselben erläutern zu können, an eine Erscheinung er-

innern, welcher wir bei Besprechung der Materialprüfungen bereits flüchtig Erwähnung gethan haben: Wenn ein schmaler Plattenstreifen auf der Probirmaschine einem Zuge ausgesetzt wird, so beginnt sich das Probestück, von einer gewissen Belastung an, ungefähr in der Mitte seiner Länge einzukerben, oder mit anderen Worten: der Querschnitt des Stabes zieht sich an der Stelle, an welcher später der Bruch erfolgen wird, merklich zusammen. Diese Contraction beträgt, wie schon früher angedeutet, bei gutem Materiale an der Bruchgrenze bis zu 60 Proc. des Originalquerschnittes. Denken wir uns nun die Beanspruchung nicht bis zum Bruche gesteigert, sondern, nachdem eine merkliche Contraction eingetreten ist, dieselbe Kraft beibehalten, so dass also Gleichgewicht zwischen Festigkeit und Zugspannung besteht, so wird die Beanspruchung pro Flächeneinheit an der Contractionsstelle eine wesentlich grössere sein, als in dem Theile des Stabes, welcher seine ursprünglichen Querschnittsdimensionen beibehalten hat; der Stab wird also an der Contractionsstelle eine bedeutend grössere Festigkeit zeigen.

Wenn man einem solchen Stabe, der bereits eine beträchtliche Contraction erfahren hat, hierauf über seine ganze Länge den gleichen Querschnitt wie an der Contractionsstelle giebt (also eine prismatische oder cylindrische Form) und abermals einem Zuge auf der Zerreißmaschine aussetzt, so wird der Stab jedoch schon bei einer geringeren Belastung brechen, als er vorher ausgehalten hat. Es ist also augenscheinlich die Einkerbung, welche die Festigkeit des Materials beeinflusst, wenngleich auf diesen Umstand nicht allein die Festigkeitszunahme zurückzuführen ist.

Hat das Probestück von Haus aus eine an beiden Seiten eingekerbte Form, so zeigt sich eine ähnliche Erscheinung. Bei einem Probestücke von der in Fig. 25 auf Taf. XL dargestellten Form wird sich, wenn es der Zerreißprobe unterworfen wird, allerdings keine sehr bedeutende Dehnung ergeben können, weil dieselbe nur auf der Strecke *ab* eintreten kann; die Bruchfestigkeit im Querschnitte *QQ* ist aber pro Flächeneinheit wesentlich höher, als der für dasselbe Material mit einem parallelen Stab gefundene Werth. Eine mit einer Reihe von Nietlöchern versehene Platte kann man sich nun durch rechtwinklig zur Naht und durch die Mitte der Nietlöcher gehende Schnitte in einzelne parallele Streifen zerlegt denken, welche zu beiden Seiten durch das halbe Nietloch eingekerbt erscheinen. — Auf diese Weise erklärt es sich, dass die auf die Flächeneinheit bezogene Festigkeit einer Platte zwischen den Nietlöchern auch dann

eine grössere ist, als im übrigen Theile der Platte, wenn die Löcher durch Bohren erzeugt werden, wobei also die oben erwähnte Verdichtung des Materials an der Peripherie des Loches nicht eintritt. Diese Erscheinung lässt sich bei jeder Platte beobachten, gleichgültig, aus welchem Metalle sie besteht.

Trotz aller für die Festigkeit einer Platte zwischen den Nietlöchern im Allgemeinen günstigen Umstände ist bei den im Schiffbau für die Nietverbindungen üblichen Verhältnissen der Abstand der Nietlöcher untereinander ein solcher, dass die Festigkeit der Stahlplatten, wie weiter oben betont worden, durch die Procedur des Lochens wesentlich vermindert wird. Der Gewinn an Festigkeit, den man durch die Verwendung von Stahl an Stelle von Eisen zu erzielen beabsichtigt, geht demnach bei gelochten Stahlplatten theilweise wieder verloren.

Um nun dem durch das Lochen hervorgerufenen schädlichen Einflusse auf die Festigkeit aus dem Wege zu gehen, wurde vorgeschlagen, sämtliche Nietlöcher zu bohren, und thatsächlich ist dies auch in früheren Jahren bei vielen Schiffen, namentlich aber bei den für die Kriegsmarinen bestimmten geschehen. — Bei gebohrten Nietlöchern ist nicht der geringste nachtheilige Einfluss auf die Festigkeit des Materials zu beobachten; im Gegentheil ist dieselbe — in Uebereinstimmung mit der oben näher besprochenen Erscheinung — zwischen den Nietlöchern etwas grösser, als in dem übrigen Theile der Platte.

Wie leicht begreiflich, werden jedoch die Baukosten eines Schiffes, wenn alle Nietlöcher gebohrt werden sollen, nicht unerheblich grösser, weshalb man darauf bedacht gewesen ist, die durch das Punchen der Platten hervorgerufenen Nachtheile auf andere, weniger kostspielige Weise zu beseitigen. Ein wirksames Mittel zur Erreichung dieses Zweckes besteht in dem Ausglühen und allmählichen Erkaltenlassen der Platten nach vollführtem Lochen derselben. Der Erfolg dieser Operation ist allerdings insofern ein vollkommener, als die normale Festigkeit zwischen den Nietlöchern wiederhergestellt wird; diese Methode hat deshalb früher auch vielfach Anwendung gefunden, und man bedient sich derselben in besonderen Fällen noch heute. Auf der anderen Seite hat dieselbe auch wieder ihre grossen Nachtheile: erstens verursacht auch dieses Verfahren einen nicht unbeträchtlichen Kostenaufwand, ferner verliert die Platte dadurch etwas an Dicke; vor Allem fällt aber ins Gewicht, dass die fertiggebogenen Platten beim Ausglühen ihre Form verändern.

Einige Werften haben in früheren Jahren noch einen anderen Weg eingeschlagen, um den nachtheiligen Einfluss des Lochens aufzuheben: die Nietlöcher wurden zunächst mit einem um 3 bis 4 mm kleineren Stempel, als dem Durchmesser des zu verwendenden Nietes entspricht, gelocht, und nachträglich durch Bohren auf den richtigen Durchmesser gebracht. Durch diese Operation wurde das in der Peripherie des Loches befindliche, in seinen Eigenschaften veränderte Material entfernt, so dass schliesslich zwischen den Nietlöchern nur noch Material von normaler Festigkeit und Dehnung vorhanden war. Wenn man auch einräumen muss, dass der beabsichtigte Zweck dadurch vollkommen erreicht wurde, so waren doch die Kosten für dieses Verfahren womöglich noch grösser, als wenn man die Platten von vornherein bohrte. — In manchen Etablissements ist diese Methode wohl auch noch dahin abgeändert worden, dass man das Aufbohren der Nietlöcher auf den erforderlichen Durchmesser erst dann vornahm, wenn die Platten schon mittels Heftschrauben am Schiffe angebracht waren. Hierdurch erzielte man ausserdem noch ein vorzügliches Aufeinanderpassen der Nietlöcher, wie es auf keinem anderen Wege so gut zu erreichen war, und es kann daher wohl diese Methode als die vollkommenste bezeichnet werden, welche nach dieser Richtung beim Bau von Stahlschiffen zur Anwendung gebracht worden ist.

Sämmtliche hier erwähnten Behandlungsweisen zur Aufhebung der nachtheiligen Wirkung des Lochens auf die Festigkeit der Stahlplatten kommen jedoch im Allgemeinen nicht mehr zur Anwendung. — Es würde dies natürlich nicht zu rechtfertigen sein, wenn nicht die Erfahrung gelehrt hätte, dass der Verlust an Festigkeit nicht von so grosser Bedeutung ist, als man glauben sollte. Der Grund hierfür liegt hauptsächlich in dem Umstande, dass bei allen versenkten Nietlöchern die durch das Lochen der Platten bedingte Verminderung in der Festigkeit wieder aufgehoben ist. Die Längsschiffsfestigkeit, auf welche es doch immer hauptsächlich ankommt, hängt in erster Linie von der Festigkeit in den Stössen der einzelnen Plattengänge ab. Da nun die Nietlöcher der Aussenhautplatten an diesen Stellen stets versenkt sind, so ist auch annähernd dieselbe Festigkeit in dieser Verbindung vorhanden, als wenn die Löcher gebohrt oder die Platten nach dem Lochen ausgeglüht worden wären, vorausgesetzt, dass die Laschstücke hinreichende Festigkeit besitzen. Letztere haben jedoch keine versenkten Nietlöcher und verlieren somit durch das Lochen an Festigkeit, soweit diese nicht durch ge-

eignete Maassregeln wiederhergestellt worden ist. Dies wurde früher häufig durch Bohren oder nachheriges Ausglühen der Laschstücke erreicht. In einigen Werften wandte man wohl auch verhältnissmässig stärkere Laschstücken an, um dadurch den in Folge des Lochens hervorgerufenen Festigkeitsverlust auszugleichen. Wenn man dabei die Dicke der Laschstücke in richtigem Verhältnisse wählte, so konnte man diesen Zweck allerdings auch erreichen; man erhielt jedoch auf diese Weise auch ein grösseres Gewicht, und da die Verwendung von Stahl zum Schiffbau namentlich mit Rücksicht auf die Gewichtersparniss erfolgt, so kann man nicht umhin, aus diesem Grunde die Anwendung dickerer Laschstücke als unzweckmässig zu bezeichnen.

Durch die Anwendung gelochter und nicht nachträglich ausgeglüheter Aussenhautplatten wird die Festigkeit der Längsnähte allerdings auch vermindert, da bei den inneren Plattengängen kein Versenken der Nietlöcher stattfindet, wodurch, wie bei den Stossfugen, die nachtheilige Wirkung des Lochens auf das Material wieder aufgehoben werden könnte. Da indess die Beanspruchung in den Längsnähten eine wesentlich geringere ist, als diejenige in den Plattenstössen, so ist dieser Umstand hinsichtlich der Festigkeit des ganzen Schiffskörpers von nicht gerade ausschlaggebender Bedeutung. Trotzdem darf diese Verminderung in der Festigkeit der inneren Plattengänge nicht ganz vernachlässigt werden, zumal dieselben theilweise die Laschen für die äusseren Gänge bilden, insofern die Laschstücke für die letzteren um die Breite der beiden Ueberlappungen der Längsnähte schmaler sind. Aus diesem Grunde können die in einem Aussenwege vorkommenden Zugspannungen an den Stössen nicht allein von den Laschstücken aufgenommen werden, sondern die Innengänge werden gleichfalls in Mitleidenschaft gezogen. Der Umstand, dass diese inneren Plattengänge in Folge des Lochens derselben an Festigkeit eingebüsst haben, ist also immerhin auf die Festigkeit der ganzen Aussenbeplattung von einiger — wenn auch, wie erwähnt, nicht hervorragender — Bedeutung.

Verringerung der Materialstärken bei Verwendung von Stahl.

Wie schon weiter oben flüchtig erwähnt, besteht der Hauptvorteil des Stahls als Schiffbaumaterial darin, dass derselbe wegen seiner höheren Festigkeit gegenüber derjenigen des Eisens eine Verringerung in den Materialstärken zulässt. Die hierdurch ermöglichte

Verminderung des Eigengewichts des Schiffes ist nicht nur wegen der damit im Zusammenhange stehenden Erhöhung der Tragfähigkeit in kaufmännischer Beziehung von Vortheil, sondern sie gestattet auch die Construction von Fahrzeugen für seichte Gewässer oder für sehr grosse Geschwindigkeit, welche sich mit einem eisernen Schiffe gar nicht erzielen lassen würde.

Die eigentliche Construction eines Stahlschiffes ist im Allgemeinen ganz genau dieselbe, wie die eines eisernen Schiffes: sämtliche Verbindungen werden vollständig in analoger Weise hergestellt, und man ist daher bei einer einfachen Besichtigung nicht in der Lage, mit Bestimmtheit unterscheiden zu können, ob man es mit einem stählernen oder einem eisernen Schiffe zu thun hat, höchstens könnte die verhältnissmässig geringe Stärke der Bautheile auf die Verwendung von Stahl schliessen lassen.

Die zulässige Verminderung in den Materialstärken bei der Verwendung von Stahl ist natürlich in der Hauptsache von der absoluten Festigkeit desselben abhängig. Man würde daher von diesem Gesichtspunkte aus die Dicken der Platten und Winkel, im Vergleiche mit denen eines analogen eisernen Schiffes, in demselben Maasse reduciren können, wie die Festigkeit des Materials eine grössere ist. Die einzelnen Schiffstheile sind indess nicht nur einer Zugspannung ausgesetzt, sondern ebenso häufig einem Drucke, welcher im Stande ist, ein Ausbeulen der Platten hervorzurufen. Bei dieser Beanspruchung spielt aber die Dicke der Platte an sich eine wichtigere Rolle, als die Festigkeit des Materials, da jede dünnere Platte eine verhältnissmässig grössere Neigung besitzt, sich auszubeulen, als eine dickere. — Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse mit der Widerstandsfähigkeit einer Platte gegen den Stoss seitens eines festen Körpers, ein Umstand, der für den Fall eines Angrundkommens des Schiffes oder einer Collision sehr in Betracht gezogen werden muss. Eine Stahlplatte, welche in ihrer Dicke, entsprechend ihrer höheren absoluten Festigkeit, ermässigt worden ist, besitzt, wie wiederholte Versuche zur Genüge bewiesen haben, eine wesentlich geringere Widerstandsfähigkeit gegen Durchbiegung, als eine Eisenplatte von entsprechender Dicke.

Bei der Feststellung der Grösse der für Stahl zulässigen Reductionen ist ferner zu berücksichtigen, dass die Abnutzung an der Oberfläche in Folge des Rostens immer ein constanter Betrag ist, gleichgültig, welche Dicke die Platte besitzt. Hieraus folgt, dass die Festigkeit einer Stahlplatte durch den Rost in höherem Grade nach-

theilig beeinflusst wird, als eine Eisenplatte von gleichwerthiger Stärke. — Alle diese Betrachtungen führen zu dem Schlusse, bei der Verwendung von Stahl eine geringere Verringerung in den Materialstärken eintreten zu lassen, als dem Unterschiede in der Festigkeit zwischen Stahl und Eisen entsprechen würde, wie dies jetzt auch thatsächlich geschieht. Nimmt man die absolute Festigkeit des gewöhnlichen Schiffbaueisens zu 31,5 kg, diejenige des weichen Stahls im Mittel zu 45 kg pro Quadratmillimeter an, so würden diese beiden Festigkeiten in einem Verhältnisse von 70 zu 100 stehen und die Dimensionen des letzteren Materials würden demnach für dieselbe Beanspruchung und ohne Berücksichtigung der oben erwähnten Umstände — im umgekehrten Verhältnisse hierzu, d. h. also um 30 Proc., gegenüber dem Eisen ermässigt werden können. Eine Verringerung in solcher Höhe wird jedoch nicht angewendet; vielmehr gilt eine Verminderung von 25 Proc. als höchster zulässiger Satz, und das gewöhnliche Verhältniss beträgt nur 16 bis 20 Proc.

In früheren Jahren, als die Verwendung von Stahl zu Schiffbauzwecken im Allgemeinen noch neu war, ging man mit der Reduction der Materialstärken ganz erheblich weiter. So giebt z. B. Reed in seinem Werke: „*Shipbuilding in Iron and Steel*“ die Materialstärken einiger Dampfer, welche zur Zeit des amerikanischen Bürgerkrieges in Liverpool gebaut wurden, deren Reduction, gegenüber den vom Britischen Lloyd für Eisen vorgeschriebenen Stärken, sich auf circa 50 Proc. beläuft. Allerdings darf hierbei nicht aus den Augen gelassen werden, dass der zu dieser Zeit verwendete Stahl eine wesentlich höhere Festigkeit aufwies.

Die Classifications-Institute verfahren mit Bezug auf die Feststellung der für Stahl zulässig erscheinenden Reductionen nach verschiedenen Principien. Der Britische Lloyd gestattete z. B. in früheren Jahren für alle Theile des Schiffes eine Reduction von 20 Proc. im Vergleiche mit den für Eisen vorgeschriebenen Materialstärken. Seine Vorschriften besagten einfach, dass anstatt der für Eisen in sechzehntel Zoll ausgedrückten Stärken für Stahl die gleiche Anzahl zwanzigstel Zoll zulässig sind, und zwar galt das für Platten, Winkel u. s. w. ganz gleichmässig. Es ist dies unstreitig eine sehr einfache und bequeme Methode, welche unter anderen auch den grossen Vorzug besitzt, dem Schiffbauer für alle Schiffsgrössen einen ziemlich genauen Anhalt darüber zu geben, um wieviel das Stahlschiff leichter als ein entsprechendes eisernes Fahrzeug wird, denn die Construction ist in beiden Fällen genau dieselbe. Da die Berechnung des Eigen-

gewichts eines Schiffes und der damit im Zusammenhange stehenden Herstellungskosten desselben bei Einführung des Stahls als Schiffbaumaterial noch auf den mit eisernen Schiffen gemachten Erfahrungen beruhte, so war die erwähnte Methode für den Erbauer von grossem Werthe. — Für das Classifications-Institut hatte dieses System ausserdem noch den grossen Vortheil, dass die Tabellen über die einzelnen Materialstärken der Schiffe nur für Eisen gegeben zu werden brauchten.

Gegen dieses Princip liessen sich jedoch auf der andern Seite auch sehr viele und schwerwiegende Einwendungen erheben. Da die einzelnen Theile eines Schiffskörpers, wie vorhin erörtert, sehr verschiedenartigen Beanspruchungen ausgesetzt sind und die Widerstandsfähigkeit des Stahls für jede dieser Beanspruchungen eine andere ist, so bedingt dies nothwendiger Weise für die verschiedenen Schiffstheile auch eine verschiedene Reduction in den Materialstärken. So sind z. B. die wasserdichten Schotte fast nie einer Zugspannung ausgesetzt oder doch nur in ganz geringem Maasse. Dagegen ist ihre Beanspruchung auf seitliche Ausbuchtung, wenn eine der Abtheilungen mit Wasser angefüllt ist, eine sehr grosse. Eine in der Dicke im Vergleiche mit Eisen um 20 Proc. verringerte Stahlplatte besitzt aber gegen Durchbiegen eine wesentlich geringere Widerstandsfähigkeit, als eine Eisenplatte von entsprechender Dicke, wie wir dies schon oben angedeutet haben. Es dürfen deshalb die Schottplatten nicht in demselben Maasse reducirt werden, wie einzelne andere Bautheile, oder es müssen — bei Anwendung derselben Reductionen — die Versteifungswinkel in geringeren Abständen angeordnet werden. Aehnlich verhält es sich mit der Beplattung solcher Decks, welche nicht mit Holz überkleidet werden. Dieselbe wird hauptsächlich durch die auf dem Deck ruhenden Lasten auf Durchbiegung in Anspruch genommen, und um ihr gegen diesen Druck die gleiche Widerstandsfähigkeit zu geben, wie eiserne Decksbeplattungen von üblicher Dicke besitzen, darf für Stahl nur eine Reduction von etwa 10 Proc. zugelassen werden.

Dagegen giebt es Bautheile in einem Schiffe, welche nur dazu bestimmt sind, eine Zugspannung aufzunehmen, wie z. B. die Diagonalen, und in diesen Fällen ist natürlich eine der absoluten Festigkeit des Stahls entsprechende Verminderung des Querschnittes zulässig.

Der wichtigste Theil eines Schiffskörpers bleibt selbstverständlich die Aussenhautbeplattung, und die hierfür angewandten Ermässigungen

sind daher auch von besonderer Bedeutung. Die Beanspruchung derselben besteht bei grösseren Schiffen und unter normalen Verhältnissen vorwiegend in den Zug- und Druckspannungen, welche wieder durch die Inanspruchnahme der Längsfestigkeit des Schiffes bedingt sind. Die Beanspruchung auf Zug würde die volle, der Festigkeit des Stahls entsprechende Ermässigung zulassen, während die Druckspannungen ein Ausbeulen der Platten zu bewirken suchen, dem nur dann ausreichend begegnet werden kann, wenn die Dicke der Platte in einem geringeren Verhältnisse vermindert wird. Ganz besonders wird dies für an sich schon dünne Platten gelten. Hierbei ist noch besonders zu erwägen, dass die Spantendistanz bei kleineren Schiffen, im Vergleiche zu den hier vorkommenden Plattendicken der Aussenhaut, verhältnissmässig grösser ist, als bei grossen Schiffen. Bei letzteren beträgt die Spantendistanz ungefähr 40 Mal die Plattendicke, während sie bei kleineren Schiffen etwa 50 bis 60 Mal so gross ist. Die Aussenhaut ist also in letzterem Falle viel mangelhafter gegen das Ausbeulen unterstützt, als dies bei grösseren Fahrzeugen der Fall ist. — Eine wichtige Rolle spielt hierbei noch die Corrosion, von der, wie weiter oben ausgeführt, die dünneren Platten verhältnissmässig mehr zu leiden haben, als dickere. — Zieht man schliesslich noch die erforderliche Widerstandsfähigkeit der Aussenhautplatten gegen den Wasserdruck oder gegen Stoss in Betracht, welche sich gleichfalls bei dickeren Platten verhältnissmässig günstiger gestaltet — diese Widerstandsfähigkeit wächst annähernd mit dem Quadrate der Plattendicke —, so ergiebt sich die Schlussfolgerung, dass die Ermässigung in den Stärken der Aussenhautplatten bei kleineren Fahrzeugen nicht so gross sein darf, als bei grösseren, und dass demnach das frühere Princip des Britischen Lloyd, alle Schiffstheile gleichmässig um 20 Proc. zu reduciren, sehr anfechtbar war.

Eine zweckmässige Vertheilung der Materialstärken bei Stahlschiffen ist nur dann möglich, wenn dieselben ohne Rücksicht auf die bei eisernen Schiffen üblichen Dimensionen festgestellt und sämtliche oben ausgeführten Gesichtspunkte in jedem einzelnen Falle und bei jedem einzelnen Schiffstheile genau berücksichtigt werden. Diesem Grundsätze Rechnung tragend haben sämtliche wichtigeren Classifications-Institute auch schon seit einer längeren Reihe von Jahren besondere Tabellen für die Materialstärken stählerner Schiffe in ihren Vorschriften aufgenommen.

Es bleibt noch Einiges über die gleichzeitige Verwendung von Stahl und Eisen für ein und dasselbe Schiff zu sagen.

Zur Zeit der Einführung des Stahls im Schiffbau liess die Qualität dieses Materials noch viel zu wünschen übrig und namentlich konnte dasselbe eine Bearbeitung im Feuer nur schwer ertragen. Besonders bot die Anfertigung der Spanten aus Stahl mancherlei Schwierigkeiten, da dieselben, nachdem sie in warmem Zustande gebogen, beim Erkalten häufig Risse zeigten oder doch bei dem unvermeidlichen Nachrichten in kaltem Zustande brachen. Es wurden daher in dieser Periode sehr häufig nur diejenigen Bautheile aus Stahl hergestellt, welche nicht im Feuer bearbeitet zu werden brauchen, also z. B. die Aussenhaut mit Ausnahme der Heckplatten und der Platten bei der Anschwellung am Wellenrohr der Dampfer, die Stringerplatten und Stringerwinkel, die Decks, Diagonalen und Lukenstringer; hingegen wurde zu den Spanten, Bodenstücken und Decksbalken vielfach Eisen verwendet. Diese Constructions-methode war hauptsächlich in den Jahren von 1878 bis ungefähr 1882 üblich. Nach dieser Zeit wurden jedoch auch die Spanten, Bodenstücke und sonstige im Feuer zu bearbeitenden Theile fast ausnahmslos aus Stahl erzeugt, da durch die Fortschritte in der Stahlfabrikation die bis dahin bestandenen Schwierigkeiten in der Bearbeitungsweise schon zum grossen Theile beseitigt waren. Am längsten erhielt sich noch die Verwendung eiserner Decksbalken, weil die Eisen-, bezw. Stahlwerke im Allgemeinen nur langsam damit vorgingen, die erforderlichen Walzen anzuschaffen (zur Herstellung von stählernen Decksbalken müssen die Walzen eine andere Kaliberirung erhalten, als für eiserne) und weil das Schweissen der Kniee an stählernen Decksbalken längere Zeit auf Schwierigkeiten stiess, die jedoch gegenwärtig überwunden sind.

Die gleichzeitige Verwendung von Stahl und Eisen für ein und dasselbe Schiff erhielt sich noch längere Zeit aus Sparsamkeitsrück-sichten. Da sich nämlich die Bleche und Winkel aus Schweisseisen geringerer Qualität seiner Zeit noch immer etwas wohlfeiler stellten als aus Flusseisen, so wurde von Seiten mancher Schiffbauer in solchen Schiffen, welche in der Hauptsache aus Stahl erbaut waren, für einzelne Constructionstheile Schweisseisen verwendet. Es wurden z. B. vielfach die Decksbeplattung, die Decke des Doppelbodens, die Querschotte, das Schanzkleid u. s. w. von Eisen hergestellt, während alle übrigen Theile aus Stahl bestanden. Dieses Vorgehen suchte man mit Bezug auf die Decks und die Decke des Doppelbodens meistens dadurch zu rechtfertigen, dass man den an sich richtigen Grundsatz anführte, nach welchem eine eiserne, auf Durchbiegen beanspruchte Platte widerstandsfähiger ist, als eine Stahlplatte von

einer um ungefähr 20 Proc. geringeren Dicke. — Es bedarf wohl keiner besonderen Erklärung, dass es immer etwas Bedenkliches hat, zu einem Schiffskörper, ebenso wie zu jeder anderen Eisenconstruction, welche einer starken Beanspruchung ausgesetzt ist, Materialien von einer grossen Verschiedenheit in der Festigkeit und Dehnung zu verwenden. Es muss daher als unzulässig bezeichnet werden, wenn man bei einem in der Hauptsache aus Stahl erbauten Schiffskörper das oberste und zweite Deck, welche dazu bestimmt sind, in hervorragender Weise zur Längsschiffsfestigkeit beizutragen, aus Eisen herstellt. Für die Beplattung der dritten Balkenlage, welche der neutralen Achse immer sehr nahe liegen wird, kann nöthigenfalls Eisen verwendet werden, ebenso wie für diejenigen Decks, deren Beplattung sich nur über eine kurze Strecke im Vorder- und Hinterschiffe ausdehnt, also in der Mitte unterbrochen ist. Nur bei kleinen Stahlschiffen, welche immer eine mehr als ausreichende Längsschiffsfestigkeit besitzen, ist es statthaft, das Oberdeck, als Ersatz für eine hölzerne Beplankung, mit einer eisernen Beplattung zu versehen.

Bei solchen Stahlschiffen, in welchen sich das Schanzkleid ohne Unterbrechung über den mittleren Theil der Schiffslänge erstreckt, sollte dasselbe gleichfalls aus Stahl hergestellt sein, da es bei einer Beanspruchung des Schiffes auf Längsschiffsfestigkeit stets in Mitleidenschaft gezogen wird. Bei Stahlschiffen, welche mit einem eisernen Schanzkleide versehen sind, ist übrigens schon oft ein Einreissen des letzteren bei schwerem Seegange beobachtet worden. — Aehnlich verhält es sich mit der Seitenbeplattung und mit den Stringerplatten von Brückendecks und langen Poops; dieselben sollten immer aus dem gleichen Materiale wie das des übrigen Schiffskörpers hergestellt werden.

Wenn man in einem Schiffe überhaupt verschiedene Eisen- und Stahlqualitäten verwenden will, so darf das nur in der Weise geschehen, dass die querschiffs beanspruchten Theile, also alle Querverbände, von einer gleichartigen Materialgattung hergestellt werden, während alle zur Längsschiffsfestigkeit beitragenden Verbände aus einem andern Materiale von gleichmässiger Beschaffenheit bestehen können.

Die Vorschriften der Kaiserlichen Marine für die Prüfung, Abnahme und Bearbeitungsweise des zum Schiffbau bestimmten Eisen- und Stahlmaterials.

Die im Nachfolgenden enthaltenen Vorschriften der Kaiserlichen Marine mit Bezug auf die Prüfung und Abnahme des Schiffbaumaterials, deren Abdruck in diesem Werke von der Kaiserlichen Admiralität auf Ansuchen des Verfassers gestattet wurde, geben nicht nur ein genaues Bild davon, in welcher Weise die verschiedenen Materialprüfungen durchzuführen sind, sondern auch welche höchsten Ansprüche man mit Rücksicht auf die Qualität stellen kann. Wenn gleich nun auch bei dem Bau von Handelsschiffen wohl nur in Ausnahmefällen Materialien von solcher Güte, die den Marinebedingungen entsprechen würden, zur Verwendung gelangen, so dürften doch die folgenden Bestimmungen auch für weitere Kreise von Interesse sein.

Die Aufnahme der Marinevorschriften an dieser Stelle hat es auch überflüssig gemacht, im ersten Theile dieses Kapitels auf die einzelnen Prüfungsmethoden genauer einzugehen.

Die Numerirung der zum Folgenden gehörigen Figuren musste in einer vom Originaltext abweichenden Weise durchgeführt werden, um Verwechselungen mit anderen Figuren zu vermeiden.

Vorschrift

für die

Prüfung und Abnahme der aus Schweisseisen hergestellten, für den Bau von Schiffen und Dampfkesseln bestimmten Eisenbleche, Profileisen, Stangeneisen (Rund-, Quadrat- und Flacheisen).

Allgemeine Vorschriften.

Die Abnahme des für die Kaiserlichen Werften zu liefernden Eisenmaterials erfolgt durch die Lieferungs-Abnahmecommission der betreffenden Werft nach den bezüglichen Vorschriften der Werftdienstordnung.

Die technische Prüfung auf Grundlage der nachstehenden Instruction hat durch einen höheren technischen Marinebeamten zu erfolgen. Denselben kann eventuell ein Marinewerkmeister oder Werkführer zu seiner Unterstützung beigegeben werden; die volle Verantwortung für die sachgemässe und richtige Prüfung trägt jedoch auch in diesem Falle der höhere Marinebeamte.

Die Prüfung findet, wenn der bezügliche Eisenlieferungsvertrag nichts Anderes vorschreibt, in ihrem ganzen Umfange an einer Stelle statt, und zwar je nach Vorschrift des Vertrages entweder auf einer Kaiserlichen Werft oder bei dem Eisenlieferanten oder dem betreffenden Walzwerke; nur das für Bleche I. Qualität vorgeschriebene Ausglühen und die sich anschliessende Untersuchung im rothwarmen Zustande und nach dem Erkalten (cfr. Abschnitt I § 3) sind in jedem Falle auf dem Walzwerke vorzunehmen.

Erfolgt die Prüfung bei dem Lieferanten, so hat derselbe die Kosten der Prüfung zu tragen, wobei ihm jedoch die Reisekosten und Tagegelder für den oder die zu entsendenden Beamten nur in dem Falle und nur insoweit zur Last fallen, als durch Verwerfen

von Platten etc. eine nochmalige Prüfung nothwendig wird, welche entweder eine fernere Reise nach oder einen längeren Aufenthalt der prüfenden Beamten an dem Fabrikationsorte nothwendig macht.

Die sämmtlichen Hilfskräfte, Werkzeuge etc. für die vorgeschriebenen Prüfungen, sowie das zu denselben zu verwendende Material hat der Lieferant unentgeltlich nach Vereinbarung mit dem betreffenden Beamten zu stellen.

Der Lieferant kann, wenn die Prüfung der Lieferung auf einer Kaiserlichen Werft stattfindet, derselben entweder persönlich beiwohnen oder sich durch einen Bevollmächtigten vertreten lassen.

Die für die Prüfung zu benutzende Eisenprobirmaschine, welche von dem Reichs-Marine-Amt als entsprechend anerkannt sein muss, muss in einem abgeschlossenen, grösseren Erschütterungen nicht ausgesetzten, heizbaren Raume aufgestellt sein.

Der Raum, in welchem Structurproben, Zähigkeitsproben und kalte Biegeproben vorgenommen werden, muss eine Temperatur von wenigstens 12 C⁰. haben.

Die einzelnen Stücke, welche bei der Besichtigung, der Aufmessung oder der Wägung verworfen werden, sind sofort mit den Buchstaben D. F. (Dimensionsfehler) zu stempeln. Alle Stücke eines Probestapels, welche den Proben nicht genügten, sind sofort mit dem Buchstaben V. zu stempeln.

Sämmtliches Material, welches bei dem Verfahren als abnahmefähig sich erwiesen hat, ist mit einem M., über welchem sich eine Kaiserkrone befindet, zu stempeln.

Die Prüfungsergebnisse sind in das vorgeschriebene Probebuch, welches nach den Schemata I und II angelegt ist, einzutragen.

Der Lieferant ist verpflichtet, dasjenige abgenommene Material, welches sich später bei der Bearbeitung als fehlerhaft herausstellt, innerhalb drei Wochen, vom Tage der neuen Aufgabe an gerechnet, fracht- und kostenfrei durch neues zu ersetzen.

Technische Prüfungsvorschriften.

Abschnitt I.

Für Bleche.

§ 1.

Bezeichnung der Bleche.

In einer Ecke jedes Bleches muss der Name des Fabrikanten, das Anfertigungsjahr des Bleches und die Zahl I oder II für Bleche I. oder II. Qualität eingestempelt sein.

§ 2.

Prüfung auf äussere Fehler.

Jedes eingelieferte Eisenblech ist auf beiden Seiten genau zu besichtigen, um festzustellen, ob die Oberflächen glatt, eben, ohne Blasen, Beulen, Risse, Walzfehler oder Schiefer sind.

Die in dieser Beziehung fehlerhaften Bleche sind zu verwerfen.

§ 3.

Prüfung auf innere Fehler.

Die von äusseren Fehlern frei befundenen Bleche sind einzeln auf unganze Stellen im Innern zu untersuchen.

Zu diesem Zwecke sind die Bleche I. Qualität auf dem Walzwerke durch Ausglühen und Besichtigen, sowohl im rothwarmen Zustande als auch gleich nach dem Erkalten, auf etwaige Blasenbildungen zu untersuchen und alle Bleche, welche derartige Fehler zeigen, zu verwerfen.

Die Ueberwachung dieser Untersuchung, einschliesslich des Ausglühens, durch einen Marinebeamten bleibt auch für die Fälle vorbehalten, in welchen die sonstige Prüfung der Bleche nicht auf dem Walzwerke stattfindet. Die Platten I. und II. Qualität werden für die fernere Prüfung einzeln aufgehängt oder schräge an eine Wand gelehnt und mit einem kleinen Hammer beklopft. Ergiebt der Anschlag überall einen klaren, glockenähnlichen Ton, so ist die Platte als von inneren Fehlern frei zu betrachten; ist der Ton schwer und dumpf, so ist die Platte mit inneren Fehlern behaftet und zu verwerfen; erscheint der Klang zweifelhaft, so wird die Platte an allen vier Ecken unterstützt, horizontal gelegt und auf die Oberfläche

trockener Sand gestreut. Schnellt der Sand beim leisen Anschlagen mit einem leichten Hammer gegen die Unterseite über jeder angeschlagenen Stelle in die Höhe, so ist die Platte von inneren Fehlern frei. Geschieht dies an einzelnen Stellen nicht, so ist die Platte wegen innerer Fehler zu verwerfen.

§ 4.

Aufmessung.

Die Aufmessung der Bleche muss die verlangten Abmessungen ergeben. Untermaasse in der Länge und Breite der Bleche schliessen die Abnahme absolut aus; Uebermaasse sind in der Länge bis zu 15 mm, in der Breite bis zu 10 mm gestattet, vorausgesetzt, dass hierdurch die Gewichtslizenzen nicht überschritten werden (bei Lieferungen für Rechnung von Privatwerften und Fabriken findet das Aufmessen der Länge und Breite auf dem Walzwerke seitens der Marinebeamten nicht statt). Die Dicke eines jeden Bleches ist aufzumessen und die grösste und kleinste Dicke desselben festzustellen. Es sollen hierbei die Messpunkte mindestens 40 mm von den Kanten und 100 mm von den Ecken des Bleches entfernt bleiben. (Siehe nebenstehende Skizze, welche die Ecken eines Bleches darstellt. Nur der gestrichelte Theil der Platte ist auf Dicke zu untersuchen.)

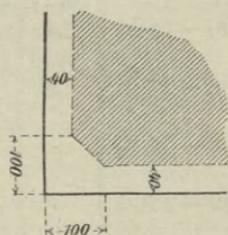


Fig. 6.

Für die Zulässigkeit des hierbei gefundenen Unterschiedes zwischen der kleinsten und grössten Dicke, sowie für die Zulässigkeit der gefundenen Abweichung und der geringsten von der verlangten Dicke sind die folgenden Tabellen I und II maassgebend und zwar gilt Tabelle I für diejenigen Bleche, welche zum Kesselbau verwendet werden, und Tabelle II für alle übrigen Bleche.

Für die Zulässigkeit des Uebergewichts von Blechen über das Rechnungsgewicht, welches letztere unter Zugrundelegung eines Gewichtes von 7763 kg pro Cubikmeter und den verlangten Längen, Breiten und Dicken festgestellt wird, ist für Bleche, welche zum Kesselbau verwendet werden, die auf Seite 495 befindliche Tabelle III maassgebend.

Bei allen übrigen Blechen darf das, wie folgend angegeben, errechnete Gewicht nicht überschritten werden, dagegen sind für die Abweichung nach unten 5 Proc. als Grenze zulässig; es ist jedoch

Tabelle I
für Bleche, welche zum Kesselbau verwendet werden.

Blecbreite in mm	Zulässiger Unterschied zwischen der grössten und kleinsten Blechdicke in mm bei verlangten Dicken von mm					Bemerkungen
	5—6,9	7—9,9	10—14,9	15—19,9	20 u. mehr	
bis 1000	(0,3)	(0,3)	(0,5)	(0,5)	(0,5)	Die eingeklammerten Zahlen geben die zulässigen Abweichungen der geringsten Dicke von der verlangten Dicke nach unten in mm an. Die geringste Dicke darf die verlangte Dicke nicht überschreiten. Für Bleche unter 5 mm gelten die Vorschriften für Lieferung von Eisen und Stahl, aufgestellt vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute.
	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	
1000—1300	(0,5)	(0,5)	(0,5)	(0,5)	(0,5)	
	0,8	0,8	0,6	0,6	0,6	
1300—1600	(0,5)	(0,5)	(0,5)	(0,5)	(0,5)	
	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	
1600—1800	(0,7)	(0,7)	(0,6)	(0,6)	(0,5)	
	1,4	1,3	1,2	1,2	1,0	
1800—2100	(0,9)	(0,8)	(0,7)	(0,7)	(0,6)	
	1,8	1,6	1,4	1,4	1,2	
2100—2400	—	—	(0,8)	(0,8)	(0,8)	
	—	—	1,6	1,6	1,6	
2400—2700	—	—	(1,0)	(1,0)	(1,0)	
	—	—	2,0	2,0	2,0	
2700 und darüber	—	—	(1,0)	(1,0)	(1,0)	
	—	—	2,5	2,5	2,5	

Tabelle II
für Bleche, welche nicht zum Kesselbau verwendet werden.

Blecbreite in mm	Zulässiger Unterschied zwischen der grössten und kleinsten Blechdicke in mm bei verlangten Dicken von mm					Bemerkungen
	5—6,9	7—9,9	10—14,9	15—19,9	20 u. mehr	
bis 1000	(0,5)	(0,5)	(0,6)	(0,8)	(1,0)	Die eingeklammerten Zahlen geben die zulässigen Abweichungen der geringsten Dicke von der verlangten Dicke nach unten in mm an. Die geringste Dicke darf die verlangte Dicke nicht überschreiten. Für Bleche unter 5 mm gelten die Vorschriften für Lieferung von Eisen und Stahl, aufgestellt vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute.
	0,7	0,8	0,8	1,0	1,5	
	(0,6)	(0,6)	(0,7)	(0,9)	(1,2)	
1000—1600	1,0	1,0	1,0	1,2	1,5	
	(1,0)	(1,0)	(1,0)	(1,0)	(1,5)	
1600 und mehr	1,8	1,8	1,8	1,8	2,0	

Tabelle III
für Bleche, welche zum Kesselbau verwendet werden.

Blecbreite in mm	Zulässiges Uebergewicht in Procenten bei Blechdicken in mm von					Bemerkungen
	5—6,9	7—9,9	10—14,9	15—19,9	20 u. mehr	
bis 1000	5	4	3	3	2,5	Das Uebergewicht bezieht sich nicht auf jede einzelne Platte, sondern nur auf jede ganze Gruppe der Lieferung. Für die Gruppierung der Bleche ist die nebenstehende Tabelle maassgebend. Bleche verschiedener Gruppen, für welche ein gleiches Uebergewicht gestattet ist, sind zusammenzufassen. Für Bleche unter 5 mm gelten die Vorschriften für Lieferung von Eisen und Stahl, aufgestellt vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute.
1000—1300	5	4	3	3	2,5	
1300—1600	5	4	3,5	3	3	
1600—1800	5	4	4	3,5	3	
1800—2100	—	—	4	4	3	
2100—2400	—	—	5,5	4	4	
2400—2700	—	—	7	5	5	
2700	—	—	8	6	5	
und darüber	—	—	8	6	5	

auch hierbei diese Maassnahme auf einzelne Bleche nicht anwendbar, sondern nur auf die Gewichte von ganzen Probestapeln.

Als Breite gilt die grösste Dimension normal zur Walzrichtung gemessen. Ist letztere bei der Bestellung nicht besonders angegeben, so ist dieselbe in der Richtung der grössten Ausdehnung der Platte zu legen.

§ 5.

Auswahl für die Proben.

Behufs Prüfung der Zugfestigkeit und Dehnung der nach den Bestimmungen der vorhergehenden Paragraphen für gut befundenen Bleche sind die Bleche I. Qualität in Probestapel von höchstens 12 000 kg Gewicht etc. einzutheilen.

Die Bleche II. Qualität von gleicher Dicke werden in so viele Probestapel von nahezu gleicher Stückzahl zerlegt, dass in jedem höchstens 50 und wenigstens 25 Stück Bleche enthalten sind.

Ist die Stückzahl derselben Dicke kleiner als 25, so dürfen diese

Bleche mit den Blechen der benachbarten Dicken zusammen in Probestapel von nahezu gleicher Stückzahl zerlegt werden, von denen keiner mehr als 50 und weniger als 25 Stück enthalten darf.

Werden im Ganzen weniger als 50 Stück Bleche geliefert, so ist das ganze Quantum als ein Probestapel zu betrachten.

Aus jedem Probestapel ist eine Probeplatte beliebig auszuwählen, wobei zu berücksichtigen ist, dass ihre Grösse die Abhaltung sämtlicher Prüfungsarten und die etwaige Wiederholung von Proben gestatten muss.

Ist die Auswahl von mehreren Probeblechen I. Qualität erforderlich, so müssen in den ausgewählten Blechen auch womöglich die verschiedenen in der Lieferung vorkommenden Dicken vertreten sein.

Finden die Materialproben auf den Walzwerken statt, so können zu denselben die Abfälle der Bleche verwendet werden.

Soweit zugänglich, sind jedoch die sämtlichen Proben, welche für die Prüfung eines Probestapels erforderlich sind, aus den Abfällen eines einzigen Bleches zu machen.

Falls dieselben zur Vornahme der sämtlichen Proben nicht ausreichen, so können die Polter- und Krempproben aus den Abfällen eines zweiten und nöthigenfalls auch dritten Bleches von womöglich der gleichen Dicke genommen werden. Immer aber sind die sämtlichen Reiss- und Biegeproben aus den Abschnitten einer einzigen Platte zu machen.

Die Abfälle jedes zu den Proben ausgewählten Bleches müssen jedoch so gross sein, dass sie die Wiederholung von Proben gestatten.

§ 6.

Zurichtung der Probestücke zu den Zähigkeitsproben.

Aus jeder gewählten Probeplatte sind von jedem Plattenende 2 Probestücke in Form und Dimensionen nach Figur 2, und zwar je eins mit und je eins quer der Faser herauszunehmen, so dass aus jeder Platte 4 Probestücke zu entnehmen sind. Diese Probestücke sind, wie sämtliche weiter unten noch erwähnten, kalt durch Schneiden, Hobeln, Bohren oder Fräsen, nicht durch Lochen herauszuarbeiten.

Welche Richtung in der Platte als „längs der Faser“ zu bezeichnen ist, muss der Beurtheilung des Abnahmebeamten in jedem einzelnen Falle überlassen bleiben. Unter allen Umständen müssen aber die Richtungen „längs“ und „quer“ der Faser aufeinander senkrecht stehen.

Der mittlere, 200 mm lange parallelepipedische Theil jedes Probestücks ist so breit auszuarbeiten, dass sein Querschnitt für Bleche über 10 mm Dicke etwa 700 qmm, für Bleche von 6 bis 10 mm Dicke etwa 500 qmm und für Bleche unter 6 mm Dicke etwa 250 qmm beträgt. Die ursprünglichen Oberflächen des Bleches sind im Probestück unbearbeitet zu lassen. Das Probestück muss genau symmetrisch sein. ee sind Körnerschläge in Entfernung von genau 200 mm, dieselben sind auf jedem Probestücke anzubringen und dienen zur Feststellung der Dehnung desselben. Die Kopfstücke sind 110 mm lang, 104 mm breit zu machen, und soll der Uebergang zum Mittelstück durch einen Kreisbogen erfolgen, dessen Mittelpunkt auf den in den Körnerpunkten ee errichteten Normalen zur Mittellinie des Probestücks liegt und der die Seitenfläche des Kopfstücks in der Entfernung $2a$ von jenen Normalen schneidet.

§ 7.

Vornahme der Zähigkeitsproben.

Bevor irgend ein Probestück in die Eisenprobirmaschine eingespannt wird, hat der die Proben ausführende Marinebeamte sich davon zu überzeugen, dass dieselbe vollkommen in Ordnung ist, so dass das Anzeigen eines unrichtigen Ergebnisses mit Sicherheit ausgeschlossen ist. Nachdem der Querschnitt der Probestücke genau aufgemessen ist, hat die erste Belastung des eingespannten Probestücks mit 25 kg pro qmm zu erfolgen; dieselbe ist nach und nach, und zwar um je ca. 1,5 kg pro Quadratmillimeter, zu steigern.

Hat die Belastung die Höhe von 31 kg pro qmm erreicht, so ist dieselbe von nun an um je ca. 1 kg pro qmm zu vermehren.

Jede höhere Belastung als 31 kg pro qmm lässt man eine halbe Schlick, Eisenschiffbau. II. Aufl.

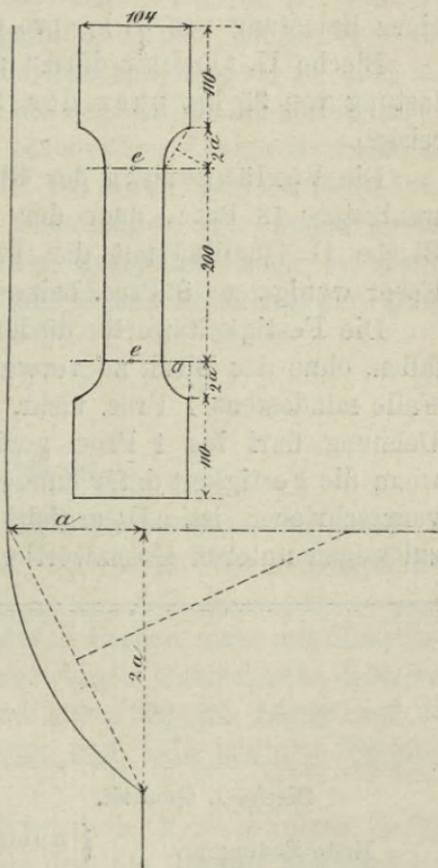


Fig. 7.

Minute auf den Stab wirken. Die Dehnung, d. h. die Zunahme der Entfernung der beiden Körnerschläge voneinander, ist für jede Belastung zu bestimmen.

Bleche I. Qualität dürfen mit der Faser erst bei einer Belastung von 36 kg pro qmm Querschnitt, quer der Faser erst bei einer Belastung von 34 kg pro qmm Querschnitt zerreißen.

Bleche II. Qualität dürfen mit der Faser erst bei einer Belastung von 35 kg, quer der Faser erst bei 33 kg pro qmm zerreißen.

Die Verlängerung der Bleche I. Qualität muss mit der Faser wenigstens 18 Proc., quer der Faser wenigstens 12 Proc., die der Bleche II. Qualität mit der Faser wenigstens 12 Proc., quer der Faser wenigstens 8 Proc. beim Eintreten des Zerreißens betragen

Die Festigkeitswerthe dürfen bis um 1 kg pro qmm geringer ausfallen, ohne das Blech zu verwerfen, wenn die Dehnung in letzterem Falle mindestens 1 Proc. mehr, als oben vorgeschrieben, beträgt. Die Dehnung darf bis 1 Proc. geringer sein, als oben vorgeschrieben, wenn die Festigkeit dafür mindestens 1 kg pro qmm grösser, als oben vorgeschrieben, ist. Es ergibt sich folgende Zusammenstellung der zulässigen unteren Grenzwerte für bedingungsgemässe Bleche:

		Zugfestigkeit in kg pro qmm	Durchschnitt- liche Dehnung auf 200 mm Länge in Procenten	Summa
Bleche I. Qualität.				
Erste Bedingung: mit der Faser	{ normal	36	18	54
	{ zulässig	{ 35	19	54
		{ 37	17	54
Zweite Bedingung: quer der Faser	{ normal	34	12	46
	{ zulässig	{ 33	13	46
		{ 35	11	46
Bleche II. Qualität.				
Erste Bedingung: mit der Faser	{ normal	35	12	47
	{ zulässig	{ 34	13	47
		{ 36	11	47
Zweite Bedingung: quer der Faser	{ normal	33	8	41
	{ zulässig	{ 32	9	41
		{ 34	7	41

Bleiben die Ergebnisse der eingangs § 6 genannten vier Probestücke unter den festgestellten Grenzen, so ist der Probestapel, aus dem die Probestücke entnommen worden sind, ohne weitere Prüfung zu verwerfen.

Glaukt der die Proben ausführende Marinebeamte, im Falle die Versuche nicht ganz genügende Ergebnisse gehabt haben, dass das Material dennoch den Vorschriften entsprechen könnte, so darf mit neuen Probestücken, welche jedoch aus dem bereits benutzten Bleche geschnitten werden müssen, eine nochmalige Zähigkeitsprobe als Controlversuch vorgenommen werden. Bei dieser wiederholten Zähigkeitsprobe muss der Versuch mit sämtlichen vier neuen Probestücken gemacht werden. Bleiben die Ergebnisse auch bei dieser Wiederholung unter den festgestellten Grenzen, so ist der ganze Stapel zu verwerfen.

§ 8.

Structur des Materials.

Die Structur der Bruchstelle jedes Probestücks ist genau zu untersuchen und muss unter allen Umständen ein sehniges Gefüge zeigen.

Ist dieses aus den bisher erwähnten Proben nicht mit Sicherheit festzustellen, so ist ein Stab von rechteckigem Querschnitte desselben Bleches von etwa 40 mm Breite und etwa 300 mm Länge auf der Flachseite mit dem Meissel einzuhamern und kalt, mit dem Einhiebe nach aussen, herumzubiegen.

Sollte sich auch dann an der Bruchstelle kein sehniges Gefüge zeigen, so ist der Lieferungsposten, der die bisher beschriebenen Proben repräsentirte, zu verwerfen.

§ 9.

Biegeproben.

Diejenigen Probestapel, welche den bisherigen Anforderungen entsprochen haben, sind den Biegeproben in warmem und kaltem Zustande zu unterwerfen.

Die zur Vornahme der Biegeproben bestimmten Probestücke sind, wenn irgend thunlich, von denselben Probeblechen, aus denen die für die Zähigkeitsproben bestimmten Stücke entnommen waren, herzustellen.

§ 10.

Zurichtung der Bleche zu den Biegeproben.

Mit den Blechen I. und II. Qualität werden je 4 Biegeproben, davon zwei im kalten und zwei im warmen Zustande gemacht; die dazu erforderlichen Probestücke müssen an den Rändern sämmtlich behobelt oder befeilt und die Kanten abgerundet werden.

Die Probestücke erhalten folgende Dimensionen:

1. Für die warme Probe:

2 Stücke je 400 mm lang, 300 mm breit, davon eins mit und eins quer der Faser.

2. Für die kalte Probe:

2 Stücke je 350 mm lang, 100 mm breit, davon eins mit und eins quer der Faser.

§ 11.

Vornahme der Biegeproben.

a) Warme Probe.

Die vorstehend unter 1 erwähnten Stücke werden kirschroth glühend gemacht und in diesem Zustande in der in Fig. 8 angegebenen Weise auf einer gusseisernen Platte so befestigt, dass das Probestück um 100 mm die Platte überragt. Der überstehende Theil des Probestücks wird dann durch mässig starke Schläge mit Hämmern von etwa 5 kg Gewicht über die mit einem Radius von 13 mm abgerundete Kante der Unterlagsplatte gebogen. In kleinen Zwischenräumen wird das Probestück, ohne es loszumachen, genau besichtigt, um etwaige Anzeichen von Brüchen zu entdecken. Sobald ein solcher bemerkt wird, ist das Probestück von der Unterlage zu lösen und der Winkel, bis zu welchem es gebogen war, genau zu messen.

Ein Probestück gilt als gebrochen, wenn sich an der Biegungsstelle ein deutlicher Riss im metallischen Eisen zeigt.

Ist der Winkel von 90° erreicht, ohne dass das zu prüfende Probestück Risse zeigt, so wird dasselbe umgedreht, genau an derselben Stelle wie beim Beginn des Versuches befestigt und in der vorher angegebenen Weise weiter herumgebogen, bis sich Risse zeigen.

Der ohne Risse erreichte Biegewinkel für die Bleche I. Qualität

muss längs und quer der Faser 180° , der für die Bleche II. Qualität längs der Faser 150° , quer der Faser 120° betragen.

b. Kalte Probe.

Die in § 10 unter 2 erwähnten Probestreifen werden in kaltem Zustande nicht durch Hammerschläge, sondern durch einen gleichmässigen Druck, welcher durch ein mechanisches Hilfsmittel, wie Schraubenspindel, hydraulische Presse, Taljen, Hebel etc., ausgeübt wird, gebogen, bis sich deutliche Risse im metallischen Eisen zeigen. Es müssen hierbei die in nachstehender Tabelle für die beiden Qualitäten, Blechdicke und Faserrichtungen vorgeschriebenen Winkel erreicht werden.

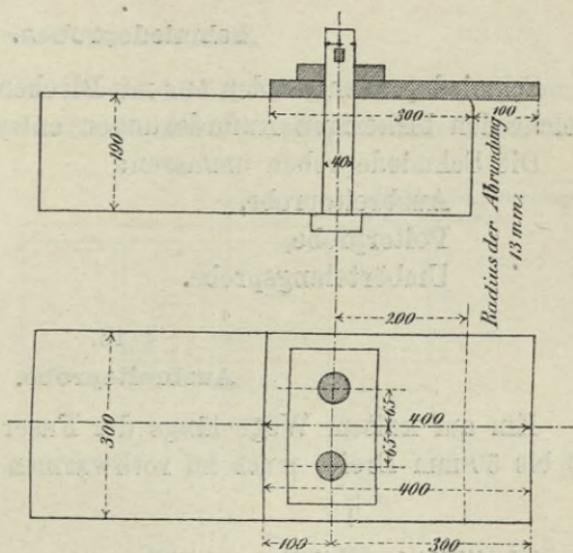


Fig. 8.

Biegewinkel der Probestreifen von Blechen I. und II. Qualität.

Blechdicke in mm	Bleche I. Qualität		Bleche II. Qualität	
	kalt gebogen längs der Faser in Graden	kalt gebogen quer der Faser in Graden	kalt gebogen längs der Faser in Graden	kalt gebogen quer der Faser in Graden
bis 7,9 mm	130	110	110	90
8—9,9	120	100	100	80
10—11,9	110	90	90	70
12—13,9	100	80	80	60
14—15,9	90	70	70	50
16—17,9	80	60	60	40
18—19,9	70	50	55	30
20—21,9	60	40	50	25
22—23,9	55	30	45	20
24—26	50	20	40	15

Jede Biegeprobe, welche kein genügendes Resultat ergab, darf einmal wiederholt werden. Wird die Vorschrift bei dieser Wiederholung erfüllt, so ist der betreffende Probestapel abzunehmen, andernfalls ist derselbe zu verwerfen.

§ 12.

Schmiedeproben.

Schmiedeproben werden nur mit Blechen I. Qualität vorgenommen, welche den bisherigen Anforderungen entsprochen haben.

Die Schmiedeproben umfassen:

- Ausbreiteprobe,
- Polterprobe,
- Umbürtelungsprobe.

§ 13.

Ausbreiteprobe.

Ein auf kaltem Wege längs der Faser abgetrennter Streifen von 30 bis 50 mm Breite muss im rothwarmen Zustande durch parallel zur Faser geführte leichte Schläge mit der nach einem Radius von etwa 15 mm abgerundeten Finne eines Hammers auf das ein- einhalbfache seiner ursprünglichen Breite aus- gebreitet werden können, ohne Spuren von Trenn- ungen zu zeigen.

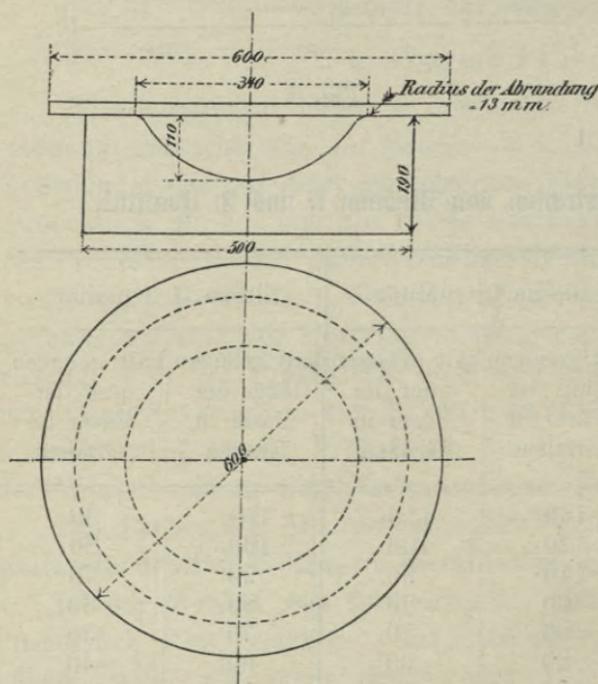


Fig. 9.

gehämmert, welches die in Figur 9 dargestellte Form und Abmessung hat. Bei dieser Bearbeitung des Bleches dürfen sich weder auf der

§ 14.

Polterprobe.

Ein kreisrundes, aus dem Probebleche herausgeschnittenes Probestück von 600 mm Durchmesser wird kirschroth glühend gemacht und in diesem Zustande in ein Gesenk

äusseren noch auf der inneren Seite schadhafte Stellen irgend welcher Art, als Abblätterungen, Risse etc., zeigen. Den bis zu 15 mm dicken Blechen können hierbei zwei, dickeren Blechen drei Hitzen gegeben werden.

§ 15.

Umbörtelungsprobe.

Ein kreisrundes aus dem Probeblech herausgeschnittenes Probestück von 600 mm Durchmesser mit einem concentrischen Loch von 140 mm Durchmesser wird kirschroth glühend gemacht.

In diesem Zustande wird auf einer Polterplatte von der in Fig. 10 dargestellten Form und

Abmessung mittels Hämmern der innere Rand ausgetrieben und bis 90° umbörtelt. Bei dieser Bearbeitung des Bleches dürfen sich weder an dem Rand, noch in der Rundung des ausgetriebenen Halses Risse oder schadhafte Stellen irgend welcher Art zeigen. Den bis zu 15 mm dicken Blechen können hierbei zwei, dickeren Blechen drei Hitzen gegeben werden.

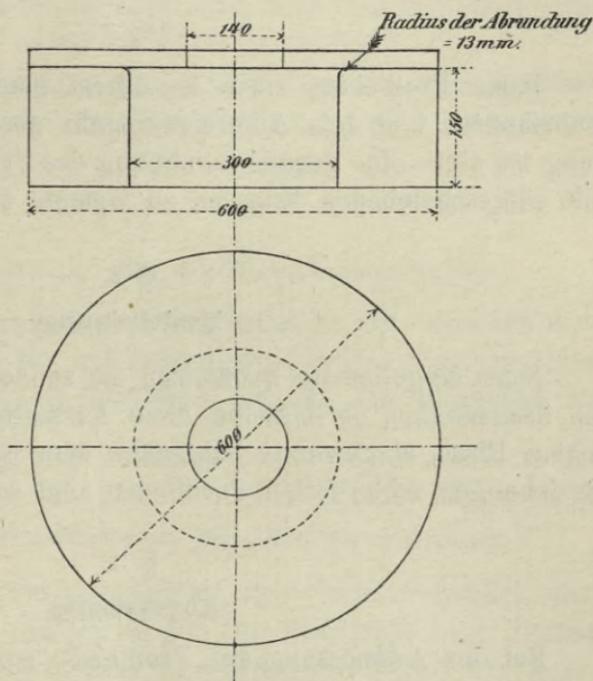


Fig. 10.

§ 16.

Wiederholung der Schmiedeproben.

Jede Schmiedeprobe, welche kein genügendes Resultat ergab, darf einmal wiederholt werden. Wird die Vorschrift bei dieser Wiederholung erfüllt, so ist der betreffende Probestapel abzunehmen, andernfalls ist derselbe zu verwerfen.

Abschnitt II.**Für Profileisen.****§ 1.****Bezeichnung der Profileisen.**

Unter Profileisen sind zu verstehen die Eisenstangen mit folgenden Querschnittsformen:

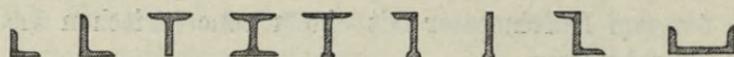


Fig. 11.

Jedes Profileisen muss an einem Ende mit dem Namen des Fabrikanten und dem Anfertigungsjahr gestempelt sein. Der Lieferung ist stets eine genaue Zeichnung des Profils in natürlicher Grösse mit eingeschriebenen Maassen zu Grunde zu legen.

§ 2.**Besichtigung.**

Jedes eingelieferte Profileisen ist zunächst genau zu besichtigen, um festzustellen, ob dasselbe ohne äusserlich wahrnehmbare Walzfehler, Risse, eingewalzte Schlacken oder Schiefer ist. Die in diesen Beziehungen fehlerhaften Profileisen sind sofort zu verwerfen.

§ 3.**Aufmessung.**

Bei der Aufmessung der Profileisen ist festzustellen, ob sie die verlangten Längen und die Abmessungen des Querschnitts haben.

Abweichungen in den Längen der Profileisen bis zu 50 mm nach oben, in den Schenkelbreiten und Steghöhen bis zu 1 mm und in den Schenkel- und Stegdicken bis zu 0,3 mm sind unter Vorbehalt der Gewichtsprüfung gestattet; sind die Differenzen grösser, so sind die betreffenden Stücke zu verwerfen.

Grössere überschliessende Längen werden auf Kosten des Lieferanten beseitigt.

Das Vorhandensein des vorgeschriebenen Profils auf der ganzen Länge des Profileisens ist mittels einer Leere festzustellen. Stangen, bei denen bedeutendere Differenzen in dieser Hinsicht hervortreten, sind zu verwerfen.

§ 4.

Wägung.

Alle Profileisenstangen, welche den bisherigen Prüfungen entsprechen haben, sind einzeln zu wägen.

Überschreitet das Gewicht einer Stange dasjenige Rechnungsgewicht, welches sich ergibt aus der aufgemessenen Länge, dem vorgeschriebenen Querschnitt und dem specifischen Gewicht von 7,763, so wird die Stange verworfen. Zur Abkürzung des Verfahrens soll indessen gestattet sein, dass bei Stangen von unter 250 kg Gewicht so viele Stangen desselben Profils zusammen verwogen werden dürfen, dass das Gesamtgewicht nicht über 500 kg beträgt.

Das Mindergewicht darf höchstens 4 Proc. betragen; überschreitet es diese Grenze, so ist die betreffende Stange oder Gruppe zu verwerfen.

§ 5.

Auswahl der Probestücke für die Zähigkeitsversuche.

Zur Prüfung der Zähigkeit und Zugfestigkeit der nach den vorhergehenden Paragraphen für gut befundenen Profileisen ist aus jeder Gruppe desselben Profils von höchstens 5000 kg ein Probestab zu wählen.

§ 6.

Zurichtung der Probestücke zu den Zähigkeitsproben.

Von jedem Ende der Probestange ist aus einem Schenkel oder dem Stege ein Probestück von der im § 6 des Abschnitts I für Platten vorgeschriebenen Form und Grösse des mittleren Theils herauszuschneiden und bei der Zurichtung ebenso, wie im genannten Paragraphen für Bleche vorgeschrieben ist, zu verfahren. Wegen der geringen Breite der Schenkel oder Stege können nur Probestücke mit der Faser herausgeschnitten werden.

§ 7.

Vornahme der Zähigkeitsproben.

Bei der Vornahme der Zähigkeitsproben ist mit den Probestücken ebenso zu verfahren, wie mit den gleichen Stücken der Bleche im Abschnitt I, § 7 vorgeschrieben, und sind für Bruchfestigkeit und Dehnung folgende Zahlen maassgebend:

		Zugfestigkeit in kg pro qmm	Durchschnitt- liche Dehnung auf 200 mm Länge in Procenten	Summe
Profileisen	{ normal	35	12	47
	{ zulässig	{ 34 36	{ 13 11	{ 47 47

Im Uebrigen ist bei ungenügendem Ausfall der Probe in ganz derselben Weise zu verfahren, wie im Abschnitt I, § 7 für Bleche vorgeschrieben, mit der Abänderung, dass hier nur 2 statt 4 Proben in Frage kommen.

§ 8.

Structur des Materials.

Die Structur des Eisens muss den im Abschnitt I, § 8, gegebenen Bedingungen entsprechen.

§ 9.

Zurichtung der Probestücke zu den Schmiedeproben.

Die drei zu den Schmiedeproben bestimmten Probestücke sollen je nach der Grösse des Profils eine Länge von 300 bis 600 mm haben und sind aus denselben Stangen zu nehmen, aus denen die Stücke für die Zähigkeitsproben geschnitten wurden.

Die drei aus Winkeleisenstangen entnommenen Probestücke werden in der durch Fig. 12 veranschaulichten Weise, die aus sonstigen Profileisen (mit Ausnahme des Wulsteisens!) entnommenen drei Probestücke werden durch Wegnehmen eines Schenkels und Beschneiden des Steges in die Winkeleisenform gebracht und dann ebenfalls nach Fig. 12 hergerichtet.

Bei allen Profileisen, ausser den Winkeleisen, ist ein Probestück von etwa 1 m Länge abzuschneiden, und wird dessen Steg ungefähr in der neutralen Axe auf etwa die halbe Länge aufgespalten. Zur Verhinderung des Aufreissens ist am Ende des Spaltes ein Loch zu bohren.

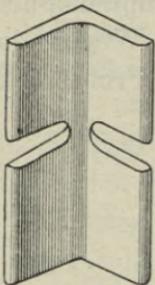


Fig. 12.

§ 10.

Vornahme der Schmiede-, Schweiss- und Lochproben.

Die eine Hälfte jedes Stücks bleibt unverändert, während der anderen Hälfte in rothglühendem Zustande bei dem ersten Stücke nacheinander die Formen der Figuren 13 und 14, bei dem zweiten

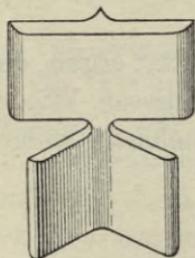


Fig. 13.

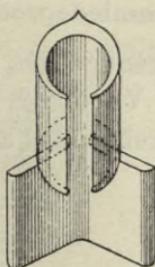


Fig. 14.

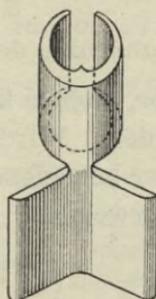


Fig. 15.

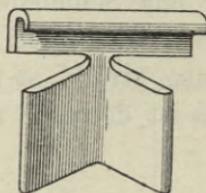


Fig. 16.

Stücke nacheinander die Formen der Figuren 13 und 15, bei dem dritten Stück nacheinander die Formen der Figuren 13 und 16 gegeben werden.

Bei dem etwa 1 m langen, in der neutralen Axe aufgespalteten Probestücke ist in rothglühendem Zustande der untere Theil des Steges unter 45° herunterzubiegen.

Bei diesen Proben darf sich nirgends eine rissige oder lose Structur des Eisens zeigen.

An den Probestücken ist durch Versuch festzustellen, dass das Material sich lochen lässt, ohne Risse zu zeigen. Fällt dieser Versuch ungünstig aus, so ist der Probestapel zu verwerfen.

Ferner ist durch einen Versuch festzustellen, dass das Material ohne Anwendung eines Schweisspulvers sich gut schweissen lässt. Zeigt es diese Eigenschaften nicht, so ist der Probestapel zu verwerfen.

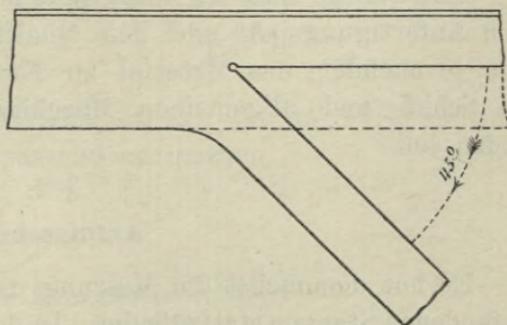


Fig. 17.

§ 11.

Ausbreitproben.

Zur Ausbreitprobe ist aus einem Schenkel oder dem Stege ein Probestab von 30 bis 50 mm Breite kalt herauszuarbeiten und hiermit die Probe in derselben Weise, wie im Abschnitt I, § 13, für Bleche vorgeschrieben, auszuführen.

§ 12.

Wiederholung der Schmiedeproben.

Jede Schmiedeprobe, welche kein genügendes Resultat ergab, darf einmal wiederholt werden. Wird die Vorschrift bei dieser Wiederholung erfüllt, so ist der betreffende Probestapel abzunehmen, andernfalls ist derselbe zu verwerfen.

Abschnitt III.**Für Stangeneisen (Rund-, Flach- und Quadrateisen
excl. Nieteisen).**

§ 1.

Besichtigung.

Jede eingelieferte Stange ist zunächst genau zu besichtigen, um festzustellen, ob dieselbe ohne äusserlich wahrnehmbare Risse, Walzfehler oder Schiefer ist. Die in diesen Beziehungen schlechten Stangen sind sofort zu verwerfen.

Jede Stange muss an einem Ende mit dem Namen des Fabrikanten, dem Anfertigungsjahr und den Qualitätszahlen 1 oder 2 gestempelt sein, je nachdem das Material zu Kesselbauzwecken (Ziffer 1) oder im Schiff- und allgemeinen Maschinenbau (Ziffer 2) Verwendung finden soll.

§ 2.

Aufmessung.

Es hat demnächst die Messung der bis dahin für abnahmefähig befundenen Stangen stattzufinden. In der Dicke und Breite beziehungsweise in dem Durchmesser ist eine Abweichung bis zu 0,4 mm gestattet. Sind bei der Bestellung bestimmte Längen vorgeschrieben, so dürfen die Längen der gelieferten Stangen höchstens 50 mm nach oben davon abweichen.

§ 3.

Auswahl für die Proben.

Die Auswahl der Eisenstangen für die Proben erfolgt in derselben Weise, wie in Abschnitt II, § 5 für Profileisen vorgeschrieben ist.

§ 4.

Zurichtung der Probestücke zu den Zähigkeitsproben.

Von jedem Ende der Probestange der Flach- und Quadrateisen ist ein Probestück möglichst nach der Form und den Dimensionen, wie im Abschnitte I, § 6, vorgeschrieben ist, herzustellen.

Für Rundeisen ist, soweit dessen Durchmesser ausreicht, thunlichst die in Fig. 18 dargestellte Form und Grösse des Probestücks festzuhalten.

Von den Stangen geringerer Dicke ist ein Probestück von 420 mm Länge abzuschneiden und in dem mittleren Theile auf eine Länge von 200 mm genau cylindrisch abzdrehen. Die Enden sind durch Ausbreiten unter dem Hammer und Behobeln etc. für die Einspannvorrichtung der Zerreißmaschine passend zu machen.

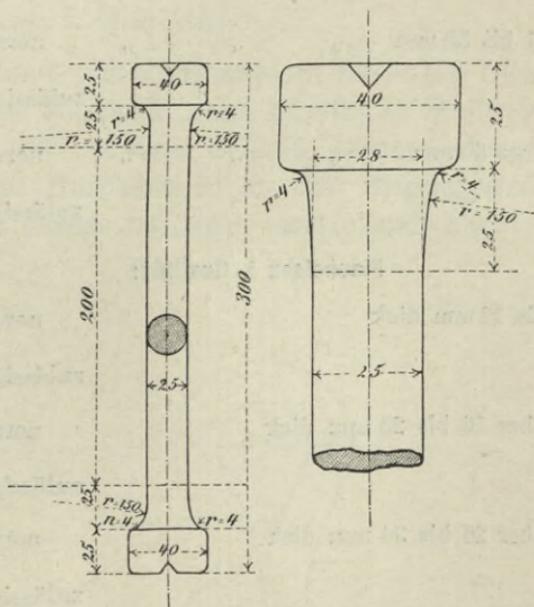


Fig. 18.

§ 5.

Vornahme der Zähigkeitsproben.

Die Probestücke werden auf der Eisenprobirmaschine auf Zugfestigkeit und Dehnung untersucht. Das Versuchsergebniss muss den in folgender Tabelle angegebenen Zahlenwerthen für Eisen I. und II. Qualität genügen.

Bezeichnung des Materials.	Zugfestigkeit in kg pro qmm Querschnitt	Durchschnitt- liche Dehnung auf 200 mm Länge in Procenten
Rund- und Vierkanteisen I. Qualität:		
bis 30 mm Durchmesser oder Quadratseite, normal	38	18
zulässig {	37 39	19 17
31 bis 40 mm „ „ „ normal	37	16
zulässig {	36 38	17 15
41 bis 50 mm „ „ „ normal	36	14
zulässig {	35 37	15 13
über 50 mm „ „ „ normal	35	12
zulässig {	34 36	13 11
Flacheisen I. Qualität:		
bis 16 mm dick normal	38	18
zulässig {	37 39	19 17
über 16 bis 25 mm dick normal	37	16
zulässig {	36 38	17 15
über 25 bis 34 mm dick normal	36	14
zulässig {	35 37	15 13
über 34 mm dick normal	35	12
zulässig {	34 36	13 11
Rund-, Vierkant- und Flacheisen II. Qualität.		
normal	35	12
zulässig {	34 36	13 11

Bleiben die Resultate wesentlich hinter den Forderungen zurück, so ist der Probestapel zu verwerfen. Werden die Forderungen nahezu erfüllt, so darf die Zähigkeitsprobe einmal wiederholt werden. Werden

hierbei die Bedingungen erfüllt, so ist der Probestapel den weiteren Proben zu unterziehen. Im anderen Falle ist derselbe zu verwerfen.

§ 6.

Structur des Materials.

Die Structur des Eisens muss den im Abschnitte I, § 8, gegebenen Bedingungen entsprechen.

§ 7.

Biege- und Schweissproben.

1. Eisen I. Qualität.

- a) Flach- bis 16 mm, Rund- und Vierkanteisen bis 30 mm Dicke müssen sich in kaltem Zustande, ohne schadhafte Stellen zu zeigen, derartig um 180° zu einer Schleife zusammenbiegen lassen, dass der lichte Durchmesser an der Biegungsstelle gleich der Dicke des Eisens ist (siehe hierstehende Fig. 19).

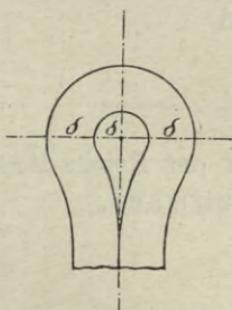


Fig. 19.

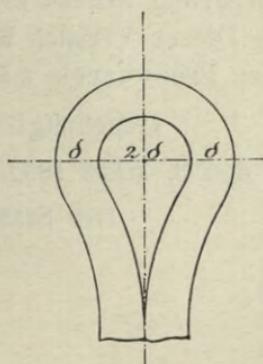


Fig. 20.

- b) Für dickere Eisen muss der lichte Durchmesser an der Biegungsstelle mindestens das $1\frac{1}{2}$ fache der Eisendicke betragen.
- c) Im warmen Zustande sollen sich die Eisen unter a ganz zusammenbiegen lassen, so dass sich die inneren Schenkel vollständig berühren.
- d) Im warmen Zustande sollen die Eisen unter b sich zu einer Schleife biegen lassen, deren lichter Durchmesser $\frac{1}{2}$ der Eisendicke beträgt.

2. Eisen II. Qualität.

- a) Flach- bis 16 mm, Rund- und Vierkanteisen bis 30 mm Dicke müssen sich in kaltem Zustande, ohne schadhafte Stellen zu zeigen, derartig um 180° zu einer Schleife zusammenbiegen lassen, dass der lichte Durchmesser an der Biegungsstelle gleich der doppelten Dicke des Eisens ist (siehe Fig. 20).
- b) Für dickere Eisen muss der lichte Durchmesser an der Biegungsstelle mindestens gleich der dreifachen Dicke des Eisens sein.
- c) Im warmen Zustande sollen sich die Eisen unter a derartig zusammenbiegen lassen, dass der lichte Durchmesser an der Biegungsstelle gleich der Dicke des Eisens ist.
- d) Im warmen Zustande sollen sich die Eisen unter b zu einer Schleife biegen lassen, deren lichter Durchmesser gleich der $1\frac{1}{2}$ fachen Dicke des Eisens ist.

Jede Probestange muss sich ohne Anwendung eines Schweisspulvers gut schweissen lassen. Bleibt eins der Resultate wesentlich hinter der Forderung zurück, so ist der Probestapel zu verwerfen. Wird die Forderung nahezu erfüllt, so ist der Versuch einmal zu wiederholen. Dieser Versuch ist alsdann für die Abnahme oder das Verwerfen des Probestapels maassgebend.

Genehmigt:

Berlin, den 3. März 1892.

Der Staatssecretär des Reichs-Marine-Amts.
Hollmann.

B. II. 5811.

Vorläufige Vorschrift

für die

**Prüfung und Abnahme der für Schiffbauten und Kessel bestimmten
Niete und Nieteisenstangen.**

§ 1.

Besichtigungen.

Die Niete und Nieteisenstangen sind zu besichtigen, um festzustellen, ob äussere Fehler an denselben, namentlich an den Köpfen der Niete, und Walzfehler an den Stangen wahrnehmbar sind.

Sind mehr als 5 Proc. der von der Prüfungscommission aus jeder angelieferten Partie Niete oder Nieteisenstangen von gleicher Sorte beliebig herausgegriffenen Stückzahl fehlerhaft oder der Specialvorschrift nicht entsprechend, so ist die Partie zu verwerfen.

Die Probe darf einmal an derselben Partie wiederholt werden, und ist dann das Resultat der zweiten Probe maassgebend.

Jede Stange muss an einem Ende mit dem Namen des Fabrikanten und dem Jahre der Anfertigung gestempelt sein.

§ 2.

Messung.

Es ist durch Messung festzustellen, dass die Niete die durch Probe, Zeichnung oder Beschreibung vorgeschriebene Form und Grösse, die Nieteisenstangen besonders an allen Stellen den verlangten Durchmesser haben. Eine Abweichung von den bedungenen Maassen um 3 Proc. mehr oder weniger ist, wenn dies nicht im Contracte ausdrücklich anders bestimmt wurde, gestattet.

Stimmt die Form oder stimmen die Maasse bei mehr als 5 Proc. der von der Prüfungscommission aus jeder angelieferten Partie Niete oder Nieteisenstangen gleicher Sorte beliebig herausgegriffenen Stückzahl nicht mit der Vorschrift überein, so ist die Partie zu verwerfen.

Die Probe darf einmal wiederholt werden, und ist das Resultat der zweiten Probe maassgebend.

§ 3.

Auswahl für die Zähigkeits-, Biege- und Schmiedeprobe.

Von jeder angelieferten Partie gleicher Niete bis 1000 Stück, sowie von jeder für den Schiffbau angelieferten Partie gleicher Niete bis zu 1000 kg sind 10 Probeniete auszuwählen, und zwar 2 für die Zähigkeitsprobe, 4 für die Biege- und 4 für die Schmiedeprobe. — Enthält die Lieferung über 1000 Stück, resp. 1000 kg, so sind von jeden weiteren angefangenen 500 Stück, resp. 250 kg 5 weitere Probeniete — entsprechend einem Probesatz — auszuwählen.

Falls die Nietabmessungen so gering sind, dass die Abscheerprobe nicht mehr ausführbar, sind die für diese Probe bestimmten Niete mit auf die Biege- und Schmiedeproben zu vertheilen, so dass von 10 Probenieten 4 Stück für die Biege- und 6 Stück für die Schmiedeproben verwendet werden, sofern die Vornahme dieser Proben bei den kleinen Abmessungen noch thunlich erscheint.

Bei Nieten von kleinen Abmessungen, bei welchen die Haltbarkeit weniger in Betracht kommt, wie bei solchen für Verkleidung etc. sind von jedem angefangenen Tausend nur 4 Stück für Nietproben und zwar 2 für die kalte und 2 für die warme Nietprobe zu wählen. Bei diesen Proben darf der vernietete Kopf keine Risse zeigen und ist die Länge des Nietes so zu bemessen, dass der zur Probe angestauchte Kopf von gleicher Grösse ist wie der Nietkopf.

Von je 24 Nieteisenstangen derselben Sorte ist eine zur Vornahme derselben Proben auszuwählen.

§ 4.

Zurichtung der Probestücke für die Zähigkeitsprobe.

Durch die Zähigkeitsprobe soll die Schubfestigkeit des Nietmaterials in kg pro qmm und der Reck desselben, d. h. die relative Verschiebung der beiden Abscheerflächen eines Querschnitts kurz vor dem Abscheeren in Procenten des Durchmessers festgestellt werden.

Alle Probestücke müssen auf den nächstkleineren, geradzahligen, in Millimeter anzugebenden Durchmesser cylindrisch, glatt und möglichst genau abgedreht werden.

Der Durchmesser jedes Probestücks ist vor der Probe genau aufzumessen.

§ 5.

Vornahme der Zähigkeitsproben.

Die Zähigkeitsproben werden auf der Eisenprüfungsmaschine mit Hilfe von Einspannvorrichtungen vorgenommen, deren Construction

sich aus der Fig. 21 ergibt. Für jeden Durchmesser d der abgedrehten Probestücke ist eine besondere Einspannvorrichtung herzustellen und mit der Bohrung vom Durchmesser d zu versehen. Die Backen der Einspannvorrichtung sind von gutem Stahl herzustellen, sauber zu bearbeiten und zu härten.

Bei Vornahme der Zähigkeitsproben ist im Allgemeinen ebenso zu verfahren, wie in der Instruction für Prüfung und Abnahme der für Schiffbauten bestimmten Platten, Winkeleisen u. s. w. vorge-

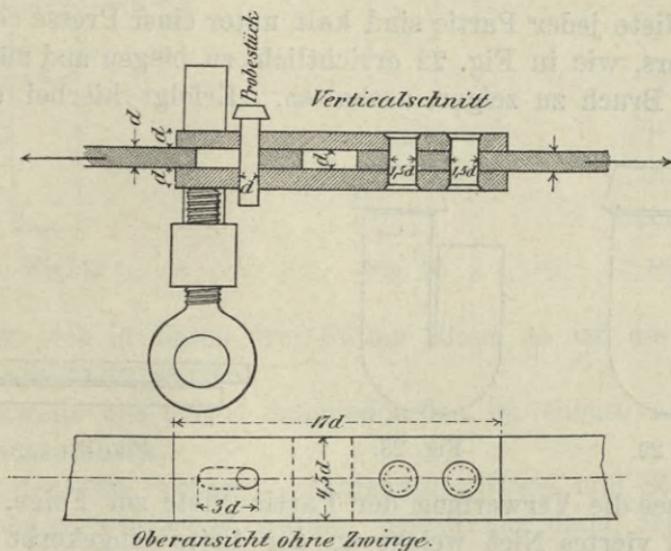


Fig. 21.

Bemerkung zu der Skizze.

Die Zwinge darf bei der Probe nicht fest angezogen werden; sie soll nur das Aufbiegen der beiden äusseren Laschen verhindern.

geschrieben worden ist. — Es ist zu berücksichtigen, dass der Kopf des Nietes nicht auf der Einspannvorrichtung aufsitzen darf; wenn das Niet zu kurz ist, muss der Kopf ganz oder theilweise mit abgedreht werden.

Die erste Belastung des eingespannten Probestücks hat 15 kg pro qmm zu betragen und ist successive um 1,5 kg pro qmm zu vergrössern.

Alle Probestücke dürfen erst bei einer Belastung von 28 kg pro qmm der Gesamtabsheerfläche brechen.

Da jedes Probestück in zwei Querschnitten abgeschoren wird, sind alle vorhin in kg pro qmm der Gesamtabsheerfläche angegebenen Belastungen mit $2 \cdot \left(d^2 \cdot \frac{\pi}{4} \right)$ zu multipliciren, um die ent-

sprechende von der Probirmaschine am Probestück zu äussernde Kraft zu finden.

Bleiben die Resultate der Probe eines Nietes oder der eines Probestücks einer Nieteisenstange hinter den angegebenen Grenzen zurück, so ist die betreffende Partie Niete von 1000 Stück resp. 1000 kg oder die betreffende Partie Nieteisenstangen von 25 Stück zu verwerfen.

§ 6.

Vornahme der Biegeproben.

Zwei Niete jeder Partie sind kalt unter einer Presse oder mittels des Hammers, wie in Fig. 22 ersichtlich, zu biegen und müssen dies, ohne einen Bruch zu zeigen, aushalten. Erfolgt hierbei ein Bruch,

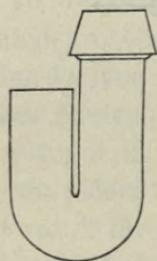


Fig. 22.

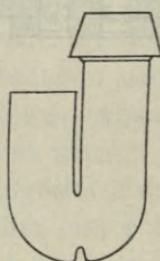


Fig. 23.

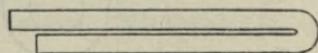


Fig. 24.

so hat dieses die Verwerfung der Partie Niete zur Folge. Zeigt ein drittes und viertes Niet, welche an der Seite eingekerbt und nach Fig. 23 in derselben Weise wie vor gebogen sind, grobe körnige Structur, so ist die betreffende Partie Niete ebenfalls zu verwerfen.

Die Nietstangenprobe soll sich kalt und warm nach Fig. 24 zusammenbiegen lassen, ohne einen Bruch zu zeigen. Ein zweites Stück, welches an einer Seite eingekerbt und langsam über einen Amboss gebogen wird, muss in der Bruchstelle eine faserige Structur mit feinen seidenartigen Fasern aufweisen, während eine dritte Probe, welche rundum eingekerbt und mittels eines einzigen Schlages zu brechen ist, an der Bruchstelle ein feines krystallinisches Gefüge zeigen muss. Die Nichterfüllung einer dieser drei Proben hat die Verwerfung der betreffenden Partie Nieteisenstangen zur Folge.

§ 7.

Vornahme der Schmiedeproben.

Zwei Probeniete jeder Partie sind glühend zu machen und deren Köpfe nach Fig. 25 so flach zu schlagen, dass ihre Höhe h gleich $\frac{1}{5}$ des Nietdurchmessers wird.

Demnächst ist der Schaft eines dritten Nietes glühend zu machen, platt zu schlagen und wie in Fig. 26 ersichtlich so zu durchlochen, dass der Lochdurchmesser ungefähr gleich dem Nietdurchmesser wird.

Endlich ist der Schaft eines vierten Nietes, dessen Länge gleich seinem doppelten Durchmesser ist, rothwarm zu machen und auf $\frac{1}{3}$ seiner Länge zusammen zu stauchen (Fig. 27).

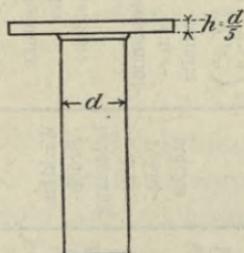


Fig. 25.

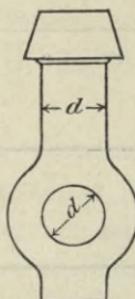


Fig. 26.

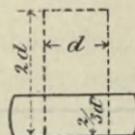


Fig. 27.

Zeigen sich in diesen drei Fällen Risse, so ist die betreffende Partie Niete zu verwerfen.

Die zweite und dritte Schiedeprobe ist ebenso an Nieteisenstangen auszuführen.

Jede der drei Proben — Zähigkeits-, Biege- und Schiedeprobe — darf einmal wiederholt werden, jedoch nur dann, wenn die Resultate der beiden anderen Proben genügen.

Das Resultat der zweiten Probe ist dann maassgebend.

§ 8.

Temperatur des Probirraums.

Die Räume, in welchen die Zähigkeits-, Biege- und Schiedeprobe für Niete und Nieteisenstangen vorgenommen werden, müssen eine Temperatur von mindestens $+ 12^{\circ}$ C. haben.

§ 9.

Die Prüfungsergebnisse über Nietmaterial sind in ein Probetagebuch, welches nach dem umstehenden Schema (S. 520) angelegt ist, einzutragen.

Berlin, den 23. August 1889.

Der Staatssecretär des Reichs-Marine-Amtes.

I. A. gez.: Geissler.

1	Datum der Probe	
2	Lieferant	
3	Bezeichnung des Materials und der Dimensionen desselben	
4	Durchmesser	mm
5	Gesamtquerschnitt	in qmm
6	Wirkliche Bruchbelastung der Probe	kg
7	Bruchbelastung pro qmm des Gesamtquerschnittes	kg
8	Verlängerte	kg
9	wirklicher	mm
10	Reck	in %
11	Verlängerter	in %
12	Stückzahl der durch die Probe repräsentierten Partie	
13	Zahl der verworfenen Stücke	
14	Biegeproben	
15	Niete	Nietstangen
16	Figur 25	Schmiedeprobe nach
17	Figur 26	
18	Figur 27	
19	(Grund der Verwerfung u. s. w.)	

Vorschriften

für die

Abnahme des Schiffbau-Stahlmaterials.

Allgemeine Vorschriften.

Die für die Prüfung zu benutzende Eisenprobirmaschine, welche von den Abnahmebeamten als entsprechend anerkannt sein muss, muss in einem abgeschlossenen, grösseren Erschütterungen nicht ausgesetzten, heizbaren Raume aufgestellt sein.

Der Raum, in welchem Zähigkeitsproben, Härtungs- und Biegeproben vorgenommen werden, muss eine Temperatur von wenigstens 12° C. haben. Die einzelnen Stücke, welche bei der Besichtigung, der Aufmessung oder der Wägung verworfen werden, sind sofort mit den Buchstaben D. F. (Dimensionsfehler) zu stempeln.

Alle Stücke eines Probestapels, welcher den Proben nicht genügte, sowie die beim Beizen als fehlerhaft anerkannten Stücke sind sofort mit dem Buchstaben V. (Verworfen) zu stempeln.

Sämtliches Material, welches bei dem Verfahren als abnahmefähig sich erwiesen hat, ist mit einem M, über welchem sich eine Krone befindet, zu stempeln.

Die Prüfungsergebnisse sind in das vorgeschriebene Probestück, welches nach dem anliegenden Schema angelegt ist, einzutragen.

Technische Prüfungsvorschriften.

I. Stahlplatten für Schiffsbauten.

§ 1.

Allgemeines.

Der Stahl soll durch den Siemens-Martin-Process hergestellt sein.

Am Rande jedes Bleches muss der Name des Fabrikanten und das Anfertigungsjahr des Bleches eingestempelt sein, soweit es sich nicht um solche Bleche handelt, welche bei der Bestellung schon einen gewissen Verwendungszweck haben.

Die Reihenfolge der in diesem Abschnitt §§ 2 bis 6 festgestellten Untersuchungen bleibt dem Ermessen des Abnehmenden überlassen.

§ 2.

Besichtigung.

Jede eingelieferte Stahlplatte ist auf beiden Seiten genau zu besichtigen, um festzustellen, dass ihre Oberfläche glatt, eben, ohne Blasen, Beulen, Risse, Walzfehler oder Schiefer (schlechte, durch Einwalzen von Schmutz, Chamott oder Schlacke entstandene Stellen) ist. Jede in diesen Beziehungen fehlerhafte Platte ist zu verwerfen.

§ 3.

Aufmessung.

Die Aufmessung der Bleche muss die verlangten Abmessungen ergeben. Untermaasse in der Länge und Breite der Bleche schliessen die Abnahme absolut aus. Uebermaasse sind bis zu $\frac{1}{2}$ Proc. gestattet, dürfen aber für Bleche unter 20 mm Dicke bis zu + 10 mm in der Breite und bis zu 25 mm in der Länge und für Bleche über 20 mm Dicke bis zu + 15 mm in der Breite und 30 mm in der Länge betragen.

Die Dicke jedes Bleches ist aufzumessen und die grösste und kleinste Dicke des Bleches festzustellen. Es sollen hierbei die Messpunkte mindestens 40 mm von den Kanten und 100 mm von den Ecken des Bleches entfernt bleiben. (Siehe nebenstehende Skizze, welche die Ecke einer Blechtafel darstellt. Nur der gestrichelte Theil der Platte ist auf Dicke zu untersuchen.)

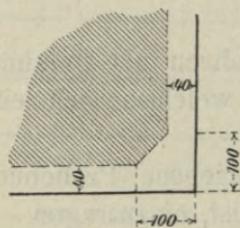


Fig. 28.

Für die Zulässigkeit des hierbei gefundenen Unterschiedes zwischen der kleinsten und

grössten Dicke, sowie für die Zulässigkeit der gefundenen Abweichung der geringsten von der verlangten Dicke ist die folgende Tabelle (s. S. 523) maassgebend. In derselben bedeuten die eingeklammerten Zahlen die zulässige Abweichung der geringsten Dicke von der verlangten Dicke nach unten in mm an. Die geringste Dicke darf nicht grösser sein als die verlangte Dicke. Für Bleche unter 5 mm gelten bezüglich der Dickenabweichungen die Vorschriften für Lieferungen von Eisen und Stahl, aufgestellt vom Verein deutscher Eisenhüttenleute, soweit es sich nicht um Bleche zum Bau von Torpedofahrzeugen handelt. Diese unterliegen besonderen Bedingungen.

Blechbreite in mm	Zulässiger Unterschied zwischen der grössten und kleinsten Blechdicke in mm bei verlangter Dicke von				
	5—6,9	7—9,9	10—14,9	15—19,9	20 u. mehr
bis 1000	(0,60)	(0,60)	(0,60)	(0,80)	(1,00)
	0,80	0,80	0,80	1,00	1,50
1001—1500	(0,80)	(0,80)	(0,80)	(0,90)	(1,20)
	1,10	1,00	1,00	1,20	1,50
1501—1900	(1,10)	(1,00)	(1,00)	(1,00)	(1,50)
	1,80	1,70	1,70	1,70	2,00
1901—2200	—	(1,30)	(1,20)	(1,20)	(1,50)
	—	2,20	2,00	2,00	2,00
2201—2500	—	—	(1,60)	(1,40)	(1,50)
	—	—	2,30	2,20	2,00

Bleche, welche so gross sind, dass für dieselben hierüber keine Dickenunterschiede angegeben sind, müssen, wenn sich das Walzwerk überhaupt zur Herstellung entschliesst, so genommen werden, wie sie fallen, wenn die dünnste gemessene Stelle nicht dicker als die verlangte Dicke ist.

Platten, bei denen grössere Differenzen hervortreten, sind zu verwerfen.

§ 4.

Wägung.

Aus den wirklichen Längen und Breiten der angelieferten Bleche und der verlangten Dicke ist das Gewicht der Platten bei einem Rechnungsgewichte von 7850 kg pro Kubikmeter zu berechnen.

Überschreitet das durch Wägung festzustellende Gewicht einer Lieferung resp. eines Probestapels (s. unten) das auf vorstehender Grundlage ermittelte Rechnungsgewicht desselben, so sind von den Blechen mit grösstem Uebergewichte so viel zu verwerfen, dass der Rest das entsprechende Rechnungsgewicht nicht mehr überschreitet. Das Mindergewicht kann bei dem Probestapel bis zu 5 Proc. betragen. Überschreitet es diese Grenze, so sind die Bleche mit Mindergewicht, welche diese Überschreitung verursacht haben, ebenfalls zu verwerfen.

§ 5.

Beizung.

Diejenigen Stahlplatten, welche nach der Bauvorschrift zu beizen sind, werden zur Entfernung aller etwa lose eingewalzten Schlacken-theile und der Walzhaut in ein Bad von verdünnter Salzsäure oder Schwefelsäure gebracht. Diejenigen Platten, welche in Folge des Beizens Löcher in den Oberflächen aufweisen, sind zu verwerfen.

Die gut befundenen Platten werden zur Bindung der anhaftenden Säure in Kalkmilch getaucht und mit kaltem Wasser und darauf mit Wasser von 60 bis 70° C. abgespült, welches schnell verdunstet und die Plattenoberfläche in trockenen Zustand versetzt. Hierauf sind die Platten mit einem Anstriche von Firniss zu versehen.

§ 6.

Auswahl für die Proben.

Die Bleche gleicher Dicke werden in so viele Probestapel von nahezu gleicher Stückzahl zerlegt, dass in jedem höchstens 50 und wenigstens 25 Stück Bleche enthalten sind. Ist die Stückzahl derselben Dicke kleiner als 25, so dürfen diese Bleche mit den Blechen der benachbarten Dicken zusammen in Probestapel von nahezu gleicher Stückzahl zerlegt werden, von denen keiner mehr als 50 und weniger als 25 Stück enthalten darf.

Werden im Ganzen weniger als 50 Stück Bleche geliefert, so ist das ganze Quantum als ein Probestapel zu betrachten.

Aus jedem Probestapel ist eine Probeplatte beliebig auszuwählen, wobei zu berücksichtigen ist, dass ihre Grösse die Abhaltung sämtlicher Prüfungsarten und die etwaige Wiederholung von Proben gestatten muss.

Finden die Materialproben auf den Walzwerken statt, so können zu denselben die Abfälle der Bleche verwendet werden. Soweit zugänglich, sind jedoch die sämtlichen Proben, welche für die Prüfung eines Probestapels erforderlich sind, aus den Abfällen eines einzigen Bleches zu machen.

Falls dieselben zur Vornahme der sämtlichen Proben nicht ausreichen, so können die Schmiedeproben aus den Abfällen eines zweiten und nöthigenfalls auch dritten Bleches von womöglich der gleichen Dicke genommen werden. Immer aber sind die sämtlichen Reiss- und Biegeproben aus den Abschnitten einer einzigen Platte zu machen.

Die Abfälle jedes zu den Proben ausgewählten Bleches müssen jedoch so gross sein, dass sie die Wiederholung von Proben gestatten.

§ 7.

Zurichtung der Probestücke zu den Zähigkeitsproben.

Von jeder gewalzten Probeplatte ist ein Probestück abzuschneiden.

Krumme oder windschiefe Probestücke dürfen nur kalt gerade gerichtet werden. Ergiebt die Prüfung eines kalt gerade gerichteten Probestücks eine zu geringe Dehnung, dann darf die Wiederholung der Prüfung mit einem warm gerade gerichteten Probestück desselben Bleches vorgenommen werden. Beim Richten ist das Stück nicht über Kirschrothgluth zu erhitzen. Die Probestücke sind in der Form nach nebenstehender Figur zu bearbeiten. Der mittlere 200 mm lange Theil muss überall einen genau rechteckigen Querschnitt haben. Dieser Querschnitt ist bei allen Probestücken mindestens 20 mm breit zu nehmen und soll bei Blechen von 10 mm Dicke und darüber nicht unter 300 qmm betragen. Bei Blechen unter 10 mm Dicke kann dieser Querschnitt der Dicke entsprechend kleiner genommen werden. Die ursprünglichen Oberflächen des Bleches sind im Probestücke unbearbeitet zu lassen. ee sind Körnerschläge in Entfernung von genau 200 mm, dieselben sind auf jedem Probestücke anzubringen und dienen zur Feststellung der Dehnung desselben; die Kopfstücke sind von ausreichender Länge und ca. 20 mm breiter als der Versuchsquerschnitt zu machen und soll der Uebergang zum Mittelstücke durch einen Kreisbogen erfolgen, dessen Mittelpunkt auf den in den Körnerpunkten ee errichteten Normalen zur Mittellinie des Probestücks liegt und der die Seitenfläche des Kopfstücks in der Entfernung von $2a$ von jener Normalen schneidet.

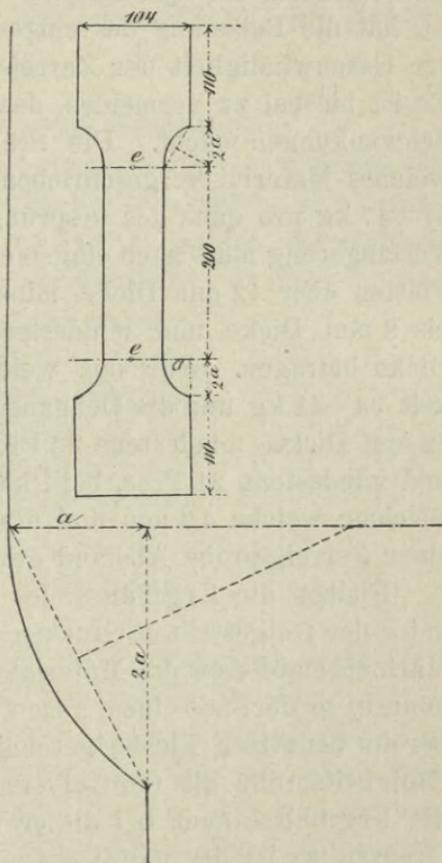


Fig. 29.

§ 8.

Vornahme der Zähigkeitsproben.

Bevor irgend ein Probestück in die Eisenprobirmaschine eingespannt wird, hat der die Proben ausführende Marinebeamte sich davon zu überzeugen, dass dieselbe vollkommen in Ordnung ist, so dass das Anzeigen eines unrichtigen Ergebnisses mit Sicherheit ausgeschlossen ist. Nachdem der Querschnitt der Probestücke genau aufgemessen ist, hat die Belastung des eingespannten Probestücks bis zum Bruch der Geschwindigkeit der Zerreißmaschine entsprechend zu erfolgen. Es ist hierbei zu vermeiden, dass der Gewichtshebel unnöthig grosse Schwankungen macht. Die Stücke dürfen, soweit nicht besonders weiches Material vorgeschrieben ist, erst bei einer Belastung von 41—47 kg pro qmm des ursprünglichen Querschnitts zerreißen. Die Verlängerung muss nach eingetretenem Bruche mindestens 22 Proc. bei Platten über 12 mm Dicke, mindestens 20 Proc. bei Platten von 12 bis 8 mm Dicke und mindestens 18 Proc. bei Platten unter 8 mm Dicke betragen. Für das weiche Material muss die Zerreißfestigkeit 34—41 kg und die Dehnung mindestens 25 Proc. bei Platten über 12 mm Dicke, mindestens 23 Proc. bei Platten von 12—8 mm Dicke und mindestens 21 Proc. bei Platten unter 8 mm Dicke betragen. Bei Blechen, welche 4,9 mm und dünner sind, wird von der Vornahme einer Zerreißprobe Abstand genommen.

Bleiben die Ergebnisse des eingangs § 7 genannten Probestücks unter den festgestellten Grenzen und glaubt der die Probe ausführende Marinebeamte, dass das Material dennoch den Vorschriften entsprechen könnte, so darf mit einem neuen Probestücke, welches jedoch aus dem bereits benutzten Bleche geschnitten werden muss, eine nochmalige Zähigkeitsprobe als Controlversuch vorgenommen werden. Bleiben die Ergebnisse auch bei dieser Wiederholung unter den festgestellten Grenzen, so ist der ganze Stapel zu verwerfen. Im anderen Falle ist der Stapel den weiteren Proben zu unterziehen.

§ 9.

Schmiedeprobe.

Die Platten, deren Zähigkeitsproben befriedigende Resultate ergeben haben, sind sodann folgender Schmiedeprobe zu unterwerfen.

Ein Streifen von 50—60 mm Breite wird rothwarm mit der Finne des Hammers auf die $1\frac{1}{2}$ fache Breite ausgebreitet; es dürfen sich hierbei keine Risse oder unganze Stellen im Material zeigen.

§ 10.

Zurichtung der Probestücke zu der Härtings- und Biegeprobe.

Diejenigen Platten, deren Schmiede- und Zähigkeitsproben befriedigende Resultate ergeben haben, sind folgender Biegungsprobe in gehärtetem Zustande zu unterwerfen.

Es wird von jeder einzelnen bis dahin als abnahmefähig erkannten Platte ein Streifen abgeschnitten. Dieser Streifen muss ca. 260 mm lang und 40—60 mm breit sein, und darf derselbe an den Kanten gehobelt werden.

§ 11.

Vornahme der Härtings- und Biegeprobe.

20 Proc. dieser Probestücke sind gleichmässig zu erhitzen, so dass sie in einem halbdunklen Raume kirschroth aussehen, und darauf in Wasser, welches eine Temperatur von 28° C. besitzt, abzukühlen. Nach erfolgter Abkühlung werden die Probestücke in einer Presse zusammengebogen (siehe Skizze) und muss es möglich sein, denselben ohne dass Anzeichen eines Bruchs entstehen, eine solche bleibende Biegung zu geben, dass der kleinste innere Radius an der Biegungsstelle nicht grösser als die Dicke der Platte ist. Sobald die Anzeichen eines Bruchs bemerkt werden, ist der kleinste Radius, mit welchem das Probestück bis dahin gebogen worden, genau festzustellen.

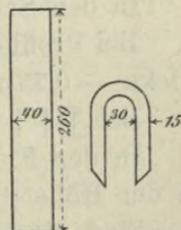


Fig. 30.

Die Biegeprobe ist nur dann als genügend anzusehen, wenn sich bei der Biegung von einem inneren Radius gleich der Plattendicke keine Risse zeigen. Genügen obige 20 Proc. aller Proben den Anforderungen, so sind die Bleche abzunehmen, genügt ein Theil derselben nicht, so sind alle Biegeproben zu machen und die Platten, deren Proben diesen Bedingungen nicht genügten, sind zu verwerfen.

II. Profilstahle für Schiffbauten.

§ 1.

Allgemeines.

Unter Profilstahl sind Stahlstangen mit folgenden Querschnittsformen zu verstehen:

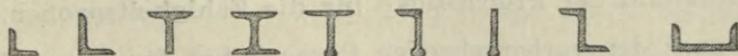


Fig. 31.

Der Stahl soll durch den Siemens-Martin-Process hergestellt sein.

§ 2.

Besichtigung.

Jeder eingelieferte Profilstahl ist zunächst genau zu besichtigen, um festzustellen, ob derselbe ohne äusserlich wahrnehmbare Walzfehler, Risse, eingewalzte Schlacken oder Schiefer ist. Die in diesen Beziehungen fehlerhaften Profilstähle sind sofort zu verwerfen.

§ 3.

Aufmessung.

Bei der Aufmessung der Profilstähle ist festzustellen, ob sie die verlangten Längen und die Abmessungen des Querschnitts haben.

Bei allen Profilen, mit Ausnahme der \perp \square und \perp sind folgende Abweichungen gestattet:

In den Längen bis $+ 50$ mm, in den Schenkelbreiten und Steghöhen bis $+ 1$ mm.

In den Schenkel und Stegdicken:

Bei Profilen bis 12 mm Dicke $- 0,5$ mm, bei Profilen über 12 mm Dicke $- 0,75$ mm.

Bei \perp \square und \perp sind folgende Abweichungen gestattet:

In der Flanschdicke $+ 10$ Proc., in der Stegdicke $- 10$ Proc., in der Höhe $+ 2$ mm.

Sind die Differenzen grösser, so sind die betreffenden Stücke zu verwerfen.

§ 4.

Wägung.

Die Profilstähle werden in Gruppen von 1000—1500 kg gewogen. Ueberschreitet das Gewicht einer Wiegung dasjenige Rechnungsgewicht, welches sich ergibt aus der aufgemessenen Länge, dem vorgeschriebenen Querschnitte und dem spezifischen Gewichte von 7,850, so wird die Gruppe verworfen.

Das Mindergewicht darf höchstens 5 Proc. betragen. Ueberschreitet es diese Grenzen, so ist die betreffende Gruppe zu verwerfen.

§ 5.

Auswahl der Probestücke für die Zähigkeitsproben.

Die nach den vorhergehenden Paragraphen für gut befundenen Profilstähle sind in Gruppen von 5000 kg zu vereinigen und je ein Probestab zur Prüfung der Zugfestigkeit und Dehnung zu wählen.

§ 6.

Zurichtung der Probestücke für die Zähigkeitsproben.

Von jeder Probestange ist aus einem Schenkel bzw. dem Steg ein Probestück in Form nachfolgender Figur herauszunehmen. Dieses Probestück ist, wie sämtliche weiter unten noch erwähnten, kalt — durch Hobeln, Bohren und Fraisen, nicht durch Schneiden oder Lochen — herauszuarbeiten. Der mittlere 200 mm lange, parallelepipedische Theil jedes Probestücks ist so gut auszuarbeiten, dass seine Breite 20—40 mm beträgt. Die ursprünglichen Oberflächen des Stabes sind im Probestück unbearbeitet zu lassen. Das Probestück muss genau symmetrisch sein. — ee sind Körnerschläge in Entfernung von genau 200 mm, dieselben sind auf jedem Probestücke anzubringen und dienen zur Feststellung der Dehnung. Der Kopf muss ca. 20 mm breiter als die Probe im Zerreißquerschnitte sein und soll der Uebergang zum Mittelstücke durch einen Kreisbogen erfolgen, dessen Mittelpunkt auf den in den Körnerpunkten ee errichteten Normalen zur Mittellinie des Probestücks liegt, in der die Seitenfläche des Kopfstücks in der Entfernung $2a$ von jenen Normalen schneidet.

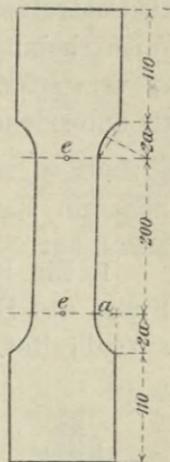


Fig. 31.

§ 7.

Vornahme der Zähigkeitsproben.

Bevor irgend ein Probestück in die Probirmaschine eingespannt wird, hat der die Proben ausführende Marinebeamte sich davon zu überzeugen, dass dieselbe vollkommen in Ordnung ist, so dass das Anzeigen eines unrichtigen Ergebnisses mit Sicherheit ausgeschlossen ist. Nachdem der Querschnitt der Probestücke genau aufgemessen ist, hat die Belastung des eingespannten Probestücks in langsamer gleichmässiger Steigerung bis zum Bruche allmählich zu erfolgen.

Für Bruchfestigkeit sind, soweit nicht besonders weiches Material verlangt ist, 41—47 kg pro Quadratmillimeter und für Dehnung mindestens 22 Proc. für Dicken über 12 mm und mindestens 20 Proc. für geringere Dicken vorgeschrieben. Für das weiche Material muss die Zerreißfestigkeit 34—41 kg und die Dehnung mindestens 25 Proc. bei Dicken über 12 mm, mindestens 23 Proc. bei Dicken von 12—8 mm und mindestens 21 Proc. bei Dicken unter 8 mm betragen. Bleiben

die Ergebnisse unter den festgestellten Grenzen, so ist der Probestapel, aus dem die Probestücke entnommen sind, ohne weitere Prüfung zu verwerfen. Glaubt der die Proben ausführende Marinebeamte, im Falle die Versuche nicht ganz genügende Ergebnisse gehabt hatten, dass das Material dennoch den Vorschriften entsprechen könnte, so darf er mit einem neuen Probestücke, welches jedoch aus dem bereits benutzten Stabe geschnitten sein muss, eine nochmalige Festigkeitsprobe als Controlversuch vornehmen. Bleiben die Ergebnisse auch bei dieser Wiederholung unter den festgesetzten Grenzen, so ist der ganze Stapel zu verwerfen; im anderen Falle ist der Stapel den weiteren Proben zu unterziehen.

§ 8.

Schmiedeproben.

1. Ein Streifen von 40–60 mm Breite wird rothwarm mit der Finne des Hammers auf das $1\frac{1}{2}$ fache seiner ursprünglichen Breite ausgebreitet.

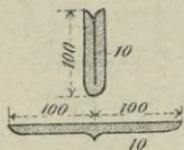


Fig. 32.

2. Das zweite Probestück ist kalt derartig auseinanderzuschlagen, dass die inneren Schenkelflächen in eine Ebene zusammenfallen.

3. Die Schenkel des dritten Probestücks sind kalt zusammenschlagen, so dass sich die inneren Schenkelflächen vollkommen berühren. Bei diesen Proben dürfen sich keine Risse oder sonstigen Anzeichen starker Beanspruchung zeigen. Die Probestapel, deren Probestücke diesen Anforderungen nicht entsprechen, sind zu verwerfen.

§ 9.

Härtungs- und Biegeproben.

Alle Profilstähle sind den Härtings- und Biegeproben zu unterwerfen und zwar ist von jeder einzelnen Stange ein Probestück für den Versuch abzuschneiden. Dieser Streifen muss 260 mm lang und 40–60 mm breit sein und darf an den Kanten gehobelt oder rund geschliffen werden. 20 Proc. dieser Probestücke sind gleichmässig zu erhitzen, so dass sie in einem halbdunkeln Raume kirschroth aussehen und darauf in Wasser, welches eine Temperatur von 28° Celsius besitzt, abzukühlen. Nach erfolgter Abkühlung werden die Probestücke in einer Presse zusammengebogen und muss es möglich sein, denselben, ohne dass Anzeichen eines Bruches entstehen, eine solche bleibende Biegung zu

geben, dass der kleinste innere Radius an der Biegungsstelle nicht grösser als die Dicke des Winkels ist. Bei Profilstählen, welche nicht Winkelstahle sind, darf der kleinste innere Radius an der Biegungsstelle höchstens gleich der doppelten Dicke des Probestreifens sein. Sobald die Anzeichen eines Bruches bemerkt werden, ist der kleinste Radius, mit welchem das Probestück bis dahin gebogen worden, genau festzustellen. Die Biegeprobe ist nur dann als genügend anzusehen, wenn sich bei der Biegung von einem inneren Radius gleich der Winkel- resp. doppelten Profilstahldicke keine Risse zeigen.

Genügen obige 20 Proc. aller Proben den Anforderungen, so sind die Winkel- und Profilstahle abzunehmen. Genügt ein Theil derselben nicht, so sind alle Proben zu machen und die Winkel- und Profilstahle, deren Proben nicht genügten, sind zu verwerfen.

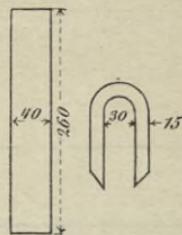


Fig. 33.

		Nummer der Probe			
		Datum der Probe			
		Bezeichnung des Materials (Platten: Dicke, Profilstärke: Dimensionen) und des Lieferanten			
		Für welches Quantum wird die Probe vorgenommen?			
		Procente über oder unter dem berechneten Gewicht			
		mm	Dimensionen des Probestücks		
		gmm			
		kg	Zähigkeitsprobe		
		kg			
		%			
		Resultate der Schmeldeproben			
		mm	Härtungs- und Biegeprobe		
				Kleinsten Radius der Biegung beim Bruch	
				Verhältniss des Radius zur Platten- resp. Schenkeldicke	
		Bemerkungen über den Ausfall der Probe			
		Bemerkungen (hier ist anzugeben, ob das Probestück genügt, oder aus welchem Grunde dasselbe nicht genügt).			

Vorschriften

des

Vereins Deutscher Eisenhüttenleute über Dickenabweichungen bei Blechen unter 5 mm Dicke.

Diese Bleche werden im Allgemeinen in folgenden Lagergrössen geliefert:

unter 5 mm (Nr. 2*) bis einschl. 1,5 mm (Nr. 15):

800 × 1600, 1000 × 2000, 1250 × 2500 mm,

unter 1,5 mm (Nr. 15) bis einschl. 0,5 mm (Nr. 24):

800 × 1600, 1000 × 2000 mm,

unter 0,5 mm (Nr. 24): 800 × 1600 mm,

und sind hierfür Dickenabweichungen für die einzelnen Bleche bis zu $\pm \frac{3}{4}$ Nummern * gestattet.

Werden Bleche in anderen als Lagergrössen verlangt, so dürfen die Dickenabweichungen für einzelne Bleche bis zu \pm einer ganzen Nummer * betragen.

Wird die Dicke solcher Bleche in besonderen Grössen in Millimetern angegeben, so dürfen die Dicken, an den Längskanten der Bleche gemessen, von der verlangten abweichen

von unter 5 bis 2 mm einschl. um 0,25 mm

„ „ 2 „ 1 „ „ „ 0,15 „

„ „ 1 „ 0,75 „ „ „ 0,12 „

„ „ 0,75 „ 0,5 „ „ „ 0,08 „

„ „ 0,5 mm „ „ 0,06 „

Ueberschreiten der Bleche von

	unter	bis einschl.	eine Länge von	oder eine Breite von
5	mm (Nr. 2)	3 mm (Nr. 9)	4000 mm	1500 mm
3	„ („ 9)	2 „ („ 13)	3500 „	1400 „
2	„ („ 13)	1 „ („ 19)	3000 „	1250 „
1	„ („ 19)	0,75 „ („ 21)	2500 „	1100 „
0,75	„ („ 21)	0,5 „ („ 24)	2250 „	1000 „
0,5	„ („ 24)		2000 „	800 „

so sind die Bleche so zu nehmen wie sie fallen, wenn die dünnste Stelle von der verlangten Dicke nicht mehr als ± 10 Proc. abweicht.

* Nummern der deutschen Feinblechlehre.

Nr. 1	5,50 mm	Nr. 8	3,25 mm	Nr. 15	1,50 mm	Nr. 21 ^{1/2}	0,680 mm
„ 2	5,00 „	„ 9	3,00 „	„ 16	1,375 „	„ 22	0,625 „
„ 3	4,50 „	„ 10	2,75 „	„ 17	1,250 „	„ 23	0,562 „
„ 4	4,25 „	„ 11	2,50 „	„ 18	1,125 „	„ 24	0,500 „
„ 5	4,00 „	„ 12	2,25 „	„ 19	1,000 „	„ 25	0,438 „
„ 6	3,75 „	„ 13	2,00 „	„ 20	0,875 „	„ 26	0,375 „
„ 7	3,50 „	„ 14	1,75 „	„ 21	0,750 „		

Neunzehntes Kapitel.

Anstrich und Cementirung.

Alles Eisen ist unter der Einwirkung von Luft und Wasser in mehr oder weniger bedeutendem Maasse dem Verrosten ausgesetzt, d. h. es bildet sich durch Zerstörung der metallischen Oberfläche eine mit Wasser gebundene Oxydschicht von poröser Beschaffenheit und brauner Farbe, welche im gewöhnlichen Leben Rost genannt wird und mit Rücksicht auf ihre chemische Beschaffenheit als Eisenoxydhydrat bezeichnet werden müsste. Die neueren Forscher scheinen darin übereinzustimmen, dass das gleichzeitige Vorhandensein von Kohlensäure und Feuchtigkeit die Hauptbedingung für die Rostbildung ist. Das Eisen verbindet sich mit der Kohlensäure und dem Sauerstoffe des Wassers unter Ausscheidung von freiem Wasserstoffe zu kohlen-saurem Eisenoxydul. Letzteres nimmt noch weiteren Sauerstoff, der entweder in der Luft oder im Wasser gelöst vorhanden ist, auf und zerlegt sich dann in Eisenoxyd und freie Kohlensäure, welche den Process an den benachbarten Eisentheilen von Neuem einleitet. Kommt das Eisen in Berührung mit Seewasser, so veranlassen die in dem letzteren enthaltenen Chlorverbindungen die Bildung von Eisenoxydchlorid, durch welches die Oberfläche des Eisens nur noch schneller verzehrt wird. Bei diesem Vorgange ist der Umstand von besonderer Wichtigkeit, dass die hierbei stattfindenden chemischen Veränderungen noch immer fort dauern, nachdem sich die Oberfläche des Eisens bereits mit einer Rostschicht überzogen hat. Hierdurch ist selbstverständlich ein stetiges Anwachsen der letzteren bedingt. In diesem Punkte unterscheidet sich der Corrosionsprocess des Eisens ganz wesentlich von den analogen Vorgängen bei anderen Metallen. Das Kupfer überzieht sich z. B. unter der Einwirkung von Luft und

Wasser gleichfalls mit einer Oxydschicht, diese bildet aber dann selbst das Schutzmittel gegen die weitere Einwirkung des Sauerstoffes auf das Kupfer und der Process kommt demnach mit der Bildung der Oxydschicht zum Stillstande. Hierdurch erklärt sich auch die wesentlich grössere Widerstandsfähigkeit des Kupfers gegen atmosphärische Einflüsse im Vergleiche mit Eisen.

Die an einem gedockten Schiffe so häufig beobachteten erbsengrossen Rostknoten scheinen hingegen durch die locale elektrolytische Wirkung von kleinen, unter dem Anstriche in directer Berührung mit dem Eisen befindlichen Theilchen eines fremden Metalles, als Kupfer, Blei oder auch Walzenzunder, veranlasst zu werden. Wenn nämlich nach Verlauf einiger Zeit das Seewasser den Schutzanstrich durchdringt und mit den fremden Metalltheilchen in Berührung kommt, so entsteht eine elektrolytische Wirkung, bei welcher das Wasser in seine Bestandtheile zerlegt und der Oxydationsprocess in der oben erläuterten Weise eingeleitet wird. — Bei der Erneuerung des Anstriches im Dock werden gewöhnlich die Platten nicht genügend sorgfältig gereinigt, um die kleinen Metalltheilchen, welche die Rostknoten verursacht haben, zu entfernen; die Farbe wird wieder darüber gestrichen und die Rostbildung beginnt demnach von Neuem, sobald das Wasser den Schutzanstrich wieder durchdrungen hat.

Wie aber der chemische Vorgang auch sein mag, jedenfalls ist soviel sicher, dass der Umwandlungsprocess des Eisens in seine Oxyde ununterbrochen fortschreitet und schliesslich das Eisen ganz verzehrt, wenn nicht geeignete Schutzmittel angewendet werden. Man hat auf diesen Gegenstand umsomehr seine volle Aufmerksamkeit zu richten, als die Zerstörung des Eisens durch Rost die einzige Gefahr ist, welche die Dauerhaftigkeit eines eisernen Schiffes beeinträchtigt. Wäre es möglich, dasselbe vor der Einwirkung des Rostes zu schützen, so könnte seine Dauer sozusagen als eine unbegrenzte angesehen werden.

Die Mittel, welche man zur Verhinderung der Corrosion anwendet, bestehen fast ausschliesslich in der Herstellung eines luft- und wasserdichten Ueberzuges aus einer geeigneten Substanz. — Eine andere Methode, die jedoch nur in ganz beschränktem Maasse für einzelne Theile zur Anwendung gelangt, besteht in der Hervorrufung eines Contactes mit elektro-positiven Körpern, um auf diese Weise das zu schützende Metall negativ zu machen. In manchen Fällen hat man auch nach diesem Principe vorbeugend zu verfahren, d. h. man hat einen vorhandenen Contact, welcher das zu schützende Metall positiv macht, aufzuheben. Auf diesem Grundsätze beruht z. B. die gute

Wirkung der Entfernung des Walzenzunders (Glühspahnes) von den Eisen- und Stahlplatten und die Anbringung von Zinkplatten an dem Hinterende solcher eisernen Dampfer, welche mit einer bronzenen Schraube versehen sind.

Unter den Schutzmitteln, welche in der Herstellung eines Ueberzuges bestehen, unterscheiden wir zwei Hauptarten, nämlich die metallischen Ueberzüge und die Anstriche.

Die metallischen Ueberzüge besitzen gegenüber den Anstrichen den Vortheil, dass ihnen wesentlich grössere Widerstandsfähigkeit eigenthümlich ist. Sie müssen im allgemeinen aus solchen Metallen bestehen, die sich dem Eisen gegenüber elektro-positiv verhalten, und aus diesem Grunde eignet sich namentlich Zink zu dem in Rede stehenden Zwecke. Das Verzinken oder, wie der gewöhnliche Ausdruck lautet, das Galvanisiren der einzelnen Eisentheile ist daher im Schiffbau vielfach in Gebrauch, kommt aber mehr für die eisernen Ausrüstungsgegenstände und Beschläge als für die eigentlichen zum Schiffkörper selbst gehörenden Bestandtheile zur Anwendung. Erst in neuerer Zeit hat man angefangen, die Spanten und Aussenhautplatten der leicht construirten Torpedoboote mit einem Zinküberzuge zu versehen, weil die Materialstärken hier so gering sind, dass das unvermeidliche Rosten bei einem mit gewöhnlichem Anstriche versehenen Boote die Festigkeit des ganzen Fahrzeuges sehr bald in Frage stellen würde. — Die ausgedehntere Anwendung verzinkter Platten im Schiffbau bietet insofern Bedenken, als die dünne Zinkschicht unter der dauernden Einwirkung des Seewassers bald verzehrt wird, und zwar wird dieser Vorgang durch die unvermeidlichen kleinen localen Beschädigungen des Zinküberzuges nur noch mehr begünstigt. Es entsteht dabei eine galvanische Kette, in welcher das Zink den elektro-positiven Theil bildet und in Folge dessen sehr schnell oxidirt wird. — Bei Booten oder Torpedofahrzeugen fällt dieser Umstand weniger ins Gewicht, weil dieselben nur vorübergehend dem Seewasser ausgesetzt werden.

Ausser Zink wird auch noch Zinn zum Ueberzuge von Eisentheilen verwendet. Dasselbe widersteht den Einflüssen des Seewassers besser, wird aber namentlich aus Rücksicht auf die wesentlich höheren Kosten nur in vereinzelt Fällen für Ausrüstungsgegenstände verwendet.

Vor etwa 15 Jahren wurden von der bekannten Firma Friedr. Krupp Eisen- und Stahlplatten hergestellt, welche mit einem aufgeschweissten, ca. 1 mm dicken, polirten Ueberzuge von Nickel versehen sind. Man hatte derartige Platten versuchsweise bei einigen

nach den Gewässern der heissen Zone bestimmten Schiffen an der äusseren Seite der Bodenbeplattung angebracht und nach Verlauf von mehreren Monaten ergab sich bei der Dockung, dass die betreffenden Platten nicht nur ganz frei von Rost, sondern auch, was besonders wichtig ist, frei von Anwuchs waren. Es scheint demnach, dass diese Platten wirklich der Corrosion nicht unterliegen, und dass in dem Nickelüberzuge ein Mittel gefunden worden war, welches den Anwuchs, wenn auch nicht ganz verhindert, so doch wesentlich verzögert. — Nach den Vorschlägen der Firma Krupp wurden diese Platten auch mit Nieten aus Nickel verbunden und an den Längsnähten war der Nickelüberzug in eigenthümlicher Weise über den Rand der Platte heruntergezogen, so dass die äussere Oberfläche eines aus derartigen Blechen hergestellten Fahrzeuges vollständig aus Nickel bestand. Die Kosten solcher Platten waren selbstverständlich ganz enorm hoch, und deshalb ist die Verwendung derselben in der Handelsmarine auch niemals über den Versuch hinausgekommen.

Das verbreitetste und älteste Mittel zur Verhinderung der Rostbildung ist der Schutzanstrich. Er besteht in dem Ueberzuge einer für das Eisen unschädlichen Substanz, welche in flüssigem Zustande mit einem Zusatze eines mineralischen oder metallischen Pulvers auf die Oberfläche aufgetragen wird und dann in verhältnissmässig kurzer Zeit unter dem Einflusse der Luft erhärtet.

Von der Natur der erwähnten flüssigen Substanz, des Bindemittels oder des sogen. Firnisses, hängen in erster Linie die mehr oder weniger guten Eigenschaften des Anstriches ab; namentlich ist hierdurch die Beständigkeit, bezw. Dauerhaftigkeit und das feste Anhaften desselben bedingt. Dies erklärt sich dadurch, dass man sich die Anstrichmasse aus einzelnen kleinen festen Farbentheilchen bestehend denken muss, welche von dem Firniss eingehüllt sind und also gar nicht miteinander und mit der Eisenoberfläche in directe Berührung kommen, sondern nur durch den Firniss aneinander gekittet erscheinen.

Unter den in der Praxis am meisten verwendeten Bindemitteln können wir mehrere Hauptarten unterscheiden.

Eines der gebräuchlichsten Bindemittel ist der Leinölfirnis, mit Hilfe dessen man den sogen. Oelfarbenanstrich herstellt. — Gewöhnlich verwendet man als Zusatz zu dem Leinölfirnis Bleimennige, wodurch erfahrungsmässig ein sehr dauerhafter und widerstandsfähiger Anstrich entsteht. Man hat allerdings in neuerer Zeit gegen den Menniganstrich Bedenken erhoben, indem man die in ein-

zelenen Fällen unter einem solchen Anstriche auftretende Rostbildung auf eine Einwirkung des sich im Salzwasser bildenden Bleichlorids auf das Eisen zurückführt, wobei sich metallisches Blei abscheidet. Diese Erscheinung tritt indessen nur in sehr seltenen Fällen ein, und deshalb muss die Bleimennige noch immer als eine der geeignetsten Grundfarben für alle Eisentheile angesehen werden, und ganz unzweifelhaft giebt sie den besten Anstrich für die inneren und die über Wasser befindlichen Theile eines Schiffes.

Die guten Eigenschaften der Bleimennige in Verbindung mit Leinölfirnis beruhen auf einer chemischen Einwirkung auf die Oelsäure des Leinöls. Das Bleisuperoxyd der Mennige oxydirt nämlich die Oelsäure; die oxydirte Oelsäure geht aber mit dem in der Mennige vorhandenen Bleioxyd eine Verbindung ein, die sehr hart und widerstandsfähig ist und sehr fest auf dem Eisen haftet. — Dieser hier angedeutete Vorgang findet natürlich auch unter Wasser statt, und hierdurch erklärt es sich, dass ein Menniganstrich auch noch unter Wasser erhärtet oder, wie der Malerausdruck lautet, trocknet. Dies ist ein Vorzug der Mennige, den keine andere Farbe besitzt. Bei allen anderen Leinölfarben kann der in einer Oxydation des Leinöls bestehende Trocknungsprocess nur an der Luft vor sich gehen und erfordert eine verhältnissmässig lange Zeit.

Die Wirkung der aus Bleipräparaten bestehenden Trockenmittel, wie z. B. des Siccatif, beruhen auf einem ganz ähnlichen Vorgange wie der soeben geschilderte.

Statt der Bleimennige werden vielfach Eisenoxyde verwendet, die unter den Namen Todtenkopf, Königsroth, Eisenmennige u. s. w. in den Handel kommen. Mehrere dieser Präparate werden als Nebenproducte bei verschiedenen chemischen Fabrikationen gewonnen und sind dann stets mit etwas freier Schwefelsäure behaftet. Derartige Substanzen sind als Anstrichfarben vollkommen unbrauchbar, da sie erfahrungsmässig das Eisen angreifen. Will man durchaus eine Eisenoxydfarbe zu einem Anstriche verwenden, so sollte man sich stets vorher vergewissern, ob nicht etwa freie Schwefelsäure darin enthalten ist. — Anstriche von Eisenpräparaten sind fast immer nachtheilig, und zwar wirken die am schönsten gefärbten Oxyde am schädlichsten.

Die gewöhnliche Eisenmennige ist in ihrer Zusammensetzung sehr verschieden, da der Eisenoxydgehalt beträchtlich variirt. Als Nebenbestandtheil findet sich meistens Thon, der in geringen Mengen keine nachtheilige Wirkung ausübt. Eine grössere Beimischung von Thon

als ca. 20 Proc. macht die Farbe jedoch zu hygroskopisch und ist deshalb nicht statthaft.

Da die Eisenmennige keine oxydirende Wirkung auf den Leinölfirniss ausüben kann, wie wir das bei der Bleimennige gesehen haben, so trocknet ein solcher Anstrich weit langsamer und kann unter Wasser überhaupt niemals vollkommen erhärten. Ein mit Leinölfirniss angeriebener Anstrich von Eisenmennige sollte daher niemals unter Wasser angewendet werden, und auch für die weniger gut ventilirten, meistens feuchten Schiffsräume ist derselbe nicht zu empfehlen. Seine häufige Verwendung verdankt er nur seinem sehr niedrigen Preise und seiner grossen „Deckkraft“.

Ausser Blei- und Eisenmennige werden andere Metallfarben in Verbindung mit Leinölfirniss nur in Ausnahmefällen benutzt, dagegen finden Zinkweiss und Bleiweiss eine etwas häufigere Verwendung. Für diese Anstriche lassen sich jedoch besondere Vorzüge auch nicht aufführen und sie kommen mit Bezug auf Widerstandsfähigkeit keinesfalls der Bleimennige gleich.

Die meisten Metallfarben, und zwar namentlich Bleimennige, Bleiweiss und Zinkweiss, werden häufig durch einen Zusatz von Schwerspath, Gyps, Kreide, Ziegelmehl verfälscht, um den Preis der Farbe zu erniedrigen. Eine Beimischung von Schwerspath übt auf die Haltbarkeit der Farbe keinen besonders nachtheiligen Einfluss aus; Kreide und Ziegelmehl werden nur bedenklich, wenn diese Substanzen in grösserer Menge beigemischt sind; dagegen ist ein Zusatz von Gyps unter allen Umständen nachtheilig, weil sich derselbe im Seewasser löst.

Die Dauerhaftigkeit des ganzen Anstriches hängt zum grossen Theile davon ab, dass der erste Anstrich auf dem Eisen besonders gut haftet, weil dadurch auch das Festsitzen der späteren Anstriche gesichert ist. Es ist daher bei Verwendung von Leinölfirniss erforderlich, den ersten Anstrich mit besonderer Sorgfalt und nur in einer dünnen Schicht aufzutragen, damit ein Trocknen, bezw. Erhärten eintreten kann, ehe man die folgenden Anstriche aufträgt. — Ein vollkommenes Erhärten eines Oelfarbenanstriches erfordert jedoch eine sehr lange Zeit, und nur bei Verwendung von Bleimennige ist man aus den früher angegebenen Gründen sicher, dass der erste Anstrich allmählich ganz erhärtet. Hierdurch erklärt es sich auch, warum man nach vielen Versuchen immer wieder zur Bleimennige als Grundfarbe zurückkehrt.

Alle anderen Anstrichfarben besitzen die Eigenthümlichkeit, dass

sie sich, wenn in zu dicker Schicht aufgetragen, später leicht abschälen. Der Grund für diese Erscheinung ist in dem Umstande zu suchen, dass die dem Eisen zunächst liegenden Theile nicht vollkommen erhärten können, weil der hierzu erforderliche Sauerstoff durch die äusseren, bereits erhärteten Schichten abgeschlossen wird.

Wenn es sich um den ersten Oelanstrich auf neuem Eisen oder Stahl handelt, so hat man besonders für eine reine Oberfläche zu sorgen, damit der Anstrich auch direct mit dem Eisen in Berührung kommt. Sehr häufig haftet den Platten wegen des beim Bohren von Nietlöchern erforderlichen Schmierens noch Oel oder Seifenwasser an, und wenn diese Verunreinigungen vor dem Auftragen der Grundfarbe nicht sorgfältig beseitigt sind, so bilden sie zwischen Eisen und Anstrich eine Schicht, welche das feste Anhaften der Farbe verhindert. Das häufig zu beobachtende Loslösen des Anstriches ist bisweilen auf Unsauberkeit der Platten zurückzuführen. Bei sorgfältig ausgeführten Schiffsbauten ist es daher üblich, die mit Oel und Seifenwasser verunreinigten Stellen vor dem Anstreichen mit einer Soda- oder schwachen Ammoniaklösung zu waschen.

Ein Oelanstrich soll nur auf vollkommen trockenen Flächen angebracht werden, da schon eine geringe Beimischung von Wasser zu dem Leinölfirniss ein festes Anhaften und Erhärten verhindert. Es sollte daher das Anstreichen frischen Eisens während der Morgenstunden, wo dasselbe naturgemäss immer eine niedrigere Temperatur als die Luft hat und sich die Wasserdämpfe in Form eines leichten Thaues auf der kalten Eisenoberfläche niederschlagen, unter allen Umständen vermieden werden. Dass bei Regen und Frostwetter der Anstrich ganz unterbleiben sollte, ist hiernach einleuchtend.

Oelanstriche, wenn sie im Dock ausgeführt werden müssen, eignen sich aus den angegebenen Gründen im Allgemeinen nicht als Schutzmittel des Schiffsbodens. Die Atmosphäre ist einestheils in einem Dock meistens zu feucht, und dann ist gewöhnlich nicht genügend Zeit gegeben, um das vollkommene Trocknen abwarten zu können.

Ein andere, vielfach angewendete Art von Bindemitteln für die Anstrichmasse besteht in alkoholischen Harzlösungen, den sogen. Spiritus-Lackfirnissen, als deren Hauptrepräsentant die Schellacklösung erwähnt werden muss. — Alle Spirituslacke haben die Eigenthümlichkeit miteinander gemein, dass sie in Folge der grossen Flüchtigkeit des Spiritus sehr rasch trocknen, und da hier eine chemische Wirkung zwischen der Farbesubstanz und dem Firniss nicht stattfindet, wie wir das z. B. bei dem mit Leinöl präparirten

Bleimeninge-Anstrich gefunden haben, so ist es auch ziemlich gleichgültig, welche Beimischung man zu einem Spiritusfirniss wählt; nur stark hygroskopische Substanzen sind zu vermeiden.

Die Spiritusfarben werden zum Anstrich neuer Schiffskörper nicht benutzt; ihre Verwendung beschränkt sich vielmehr nur auf den Bodenanstich älterer Schiffe. Für diesen Zweck eignet sich eine mit chemisch reiner Eisenmennige präparirte Schellacklösung sehr gut, einestheils weil der Anstrich innerhalb einer bis zweier Stunden vollkommen trocknet und dann, weil er auch auf nicht mehr neuen Platten fest haftet. Ein grosser Theil der in den Handel kommenden Grundfarben für Schiffsböden besteht in der Hauptsache aus mit Schellacklösung angerührten Eisenoxyden. Dieselben haben sich im Allgemeinen gut bewährt und kommen daher als Schiffsbodenanstich vorzugsweise zu Verwendung.

Bei den Spirituslackfarben ist das Verhältniss des Harzgehaltes zur Menge des Spiritus von besonderer Wichtigkeit. Ist das gelöste Harzquantum ein zu grosses, so wird sich schon bei dem Hinzutreten einer geringen Menge Wassers das Harz ausscheiden. Eine solche Farbe würde sich also zum Anstreichen bei feuchtem Wetter, wobei sich die Wasserdämpfe auf die Eisenoberfläche niederschlagen, nicht eignen. Wird hingegen der Harzgehalt zu sehr vermindert, so wird sich zwar die Farbe weniger empfindlich gegen den Einfluss der Feuchtigkeit erweisen, sie wird aber nicht die gewünschte Festigkeit und Härte erlangen, da das Bindemittel, das Harz, in zu geringer Menge vorhanden ist.

Im Allgemeinen erweisen sich jedoch die Spirituslacke weniger empfindlich gegen Feuchtigkeit als Leinölfirnisse und deshalb empfehlen sich erstere auch besonders zum Anstriche der Schiffsböden im Dock.

Ausser Spiritus wird auch bisweilen Benzin als Lösungsmittel für die Harze verwendet. Dasselbe giebt gleichfalls einen sehr schnell trocknenden Anstrich, bietet jedoch gegenüber den mit Spirituslack angerührten Farben nicht nur keine Vortheile, sondern zeigt sich sogar während des Auftragens von grösserer Empfindlichkeit gegen den Einfluss der Feuchtigkeit, als das bei den Spiritusfarben der Fall ist.

Es sind hier noch diejenigen Anstriche zu erwähnen, welche ohne allen Zusatz einer bestimmten Farbensubstanz aufgetragen werden. Hierher gehören Steinkohlentheer, *black varnish*, Asphalt, Mineralwachs u. s. w. Diese Stoffe bilden, wenn dieselben im warmen Zustande auf erwärmtes oder doch wenigstens ganz trockenes Eisen

aufgetragen werden, einen der besten Schutzanstriche, und zwar hauptsächlich aus dem Grunde, weil sie einen dichten, von mikroskopischen Poren freien Ueberzug bilden, während alle anderen Anstriche mehr oder weniger porös sind und das allmähliche Eindringen des Wassers gestatten. — Dem Steinkohlentheer und seinen Destillationsproducten sind jedoch meistens freie Säuren (Carbolsäure) und Ammoniaksalze in ziemlich reicher Menge beigemischt, wodurch selbstredend ein sehr nachtheiliger Einfluss auf das Eisen ausgeübt und eine starke Rostbildung veranlasst wird. Es ist daher wichtig, nur solche Präparate dieser Gattung zu verwenden, über deren Reinheit man sich Gewissheit verschafft hat. — Die schlechten Erfahrungen, die vielfach mit diesen Anstrichen gemacht wurden, sind nur auf den Umstand zurückzuführen, dass ein unreines, bzw. säurehaltiges Product benutzt wurde.

Ausser den hier genannten, am meisten zur Verwendung kommenden Schutzanstrichen sind noch eine Unzahl Farben und Compositionen, welche den Zweck haben sollen, die Rostbildung zu verhüten, versucht und in den Handel gebracht worden. Keine derselben hat jedoch besonders hervorragende Eigenschaften gezeigt und sich einer so verbreiteten Benutzung zu erfreuen gehabt, dass deren Verwendung für mehr als ein blosser Versuch betrachtet werden könnte.

Unter den Mitteln, welche das Eisen durch Herstellung eines Ueberzuges vor der Rostbildung schützen, nimmt der Cement noch eine hervorragende Stelle ein. Guter Portlandcement mit einem Zusatze von Sand haftet auf reinem metallischen Eisen ziemlich fest und bildet einen Ueberzug, der sich als ganz besonders wirksam zur Conservirung des Eisens erweist. Da ein solcher Ueberzug eine gewisse Sprödigkeit besitzt und den Stößen harter Gegenstände nicht widerstehen kann, so eignet er sich nicht als Schutzmittel des äusseren Schiffsbodens, obgleich es wiederholt versucht worden ist, ihn zu diesem Zwecke zu verwenden; dagegen bewährt er sich ganz gut zum Schutze des inneren Bodens. Es werden daher die eisernen Schiffe vielfach im Innern „cementirt“, d. h. der innere Boden wird etwa bis zum oberen Theile der Kimmung zwischen den Bodenwrangen mit einer Cementschicht von ca. 1 bis 5 cm Dicke überzogen. Oberhalb des Kiels wird die Cementschicht so dick aufgetragen, dass die Oberfläche derselben mit der Unterkante der Speigattöffnungen zusammenfällt, so dass also das zwischen je zwei Bodenwrangen vorhandene Bilgewater in den benachbarten Raum abfliessen kann. Da hier die Speigattöffnungen meistens mit ihrer Unterkante um die Schenkelbreite des Spantwinkels oberhalb des Kiels, bzw. der Kielplatte

liegen, so muss hier auch die Cementschicht eine Dicke haben, die der Schenkelbreite des Spantwinkels entspricht. Vom Kiel nach den Seiten zu nimmt die Dicke der Cementschicht in der Weise ab, dass die Oberfläche derselben bei genauer horizontaler Lage des Schiffes noch eine geringe Neigung nach dem Kiel zu behält, um das Ansammeln des Bilgewassers in der Schiffsmittle zu ermöglichen.

Die Cementirung wird gewöhnlich nur so weit an den Schiffseiten oberhalb der Kimmung in die Höhe geführt, als die feste Holzbekleidung, das sogen. feste Bodengarnir, reicht. Oberhalb desselben wendet man in den meisten Fällen einen gewöhnlichen Oelfarbenanstrich an. Man hat allerdings auch versucht, die Seitenwände im Innern mit einem ca. 1 cm dicken Cementüberzuge zu versehen. Diese Methode hat sich jedoch nicht bewährt, da die Cementschicht durch die Stösse, welchen die Seitenwände eines Schiffes beim Anlegen an einen Pier, Quai oder an ein anderes Fahrzeug unvermeidlich ausgesetzt sind, sehr bald gelöst wird und abfällt.

Im hinteren und vorderen Theile eines Schiffes, wo wegen der scharfen Form der Spanten die Speigatlöcher für das Bilgewasser sehr hoch angebracht werden müssen, wird auch die Cementirung entsprechend hoch aufgeführt, so dass sie bisweilen eine Höhe von einem Meter und mehr erlangt. Bei Schraubenschiffen reicht z. B. die Cementirung im Hinterschiffe meistens bis dicht unter das Stevenrohr. Die Eisentheile dieser Räume, welche gewöhnlich für die Reinigung und den Anstrich absolut unzugänglich sind, werden durch die Cementiausfüllung in sehr zweckmässiger Weise vor der Rostbildung geschützt.

Die durch die Tankseitenplatte in Doppelboden-Schiffen gebildeten seitlichen Wasserläufe werden gleichfalls bis zur Höhe der Speigattöffnungen in den Knieplatten der Spanten mit Cement ausgefüllt, um einestheils das gänzliche Abfließen des Bilgewassers zu ermöglichen und andernteils die Wasserläufe gegen Rost zu schützen.

Von grossem Werthe ist eine gut ausgeführte Cementirung des Schiffsbodens unterhalb des Kesselraumes. Die hier in der Bilge sich unvermeidlich ansammelnden Schlacken und Aschentheile waschen beim Rollen des Schiffes mit dem Bilgewasser von einer Seite zur anderen und schleifen im Laufe der Jahre das Eisen der Bodenwangen so stark ab, dass schliesslich diese Theile ganz durchlöchert sind, wenn dies nicht durch eine hoch hinaufreichende Cementirung verhindert wird.

Ist das Schiff im Kesselraume mit einem Doppelboden versehen,

so empfiehlt es sich gleichfalls, die Decke desselben mit einer mehrere Centimeter dicken Cementschicht zu überziehen. In den übrigen Räumen des Schiffes wendet man zum Schutze der Tankdecke gewöhnlich eine andere Composition an, auf die wir später zurückkommen werden.

Es wurde schon früher erwähnt, dass man die Wasserläufe auf den Stringerplatten des Oberdecks gewöhnlich in Form einer Rinne mit Cement auskleidet. Der Cement hat hier weniger den Zweck, als Conservierungsmittel für das Eisen zu dienen, denn ein Oelfarbe-Anstrich würde in diesem Falle dieselben Dienste leisten, sondern man beabsichtigt damit, die Stringerplatte mit einem schlechten Wärmeleiter zu überziehen, um das Ansammeln von Schwitzwasser an der unteren Seite der Stringerplatte zu vermeiden.

Der Cement wird auch noch bisweilen für manche Theile im Innern eines Schiffes in Form eines dünnen Ueberzuges verwendet, welcher in der Weise hergestellt wird, dass man das Cementpulver mit Wasser zu einem Brei anrührt und diese Masse mit Hilfe eines gewöhnlichen Pinsels, ähnlich wie Farbe, auf die Eisenflächen streicht. Wenn ein solcher Anstrich mit grosser Sorgfalt ausgeführt wird, so haftet er auf dem Eisen ziemlich fest und bildet ein gutes Schutzmittel. Er eignet sich besonders für solche Räume, in welchen kein oder nur ein geringer Luftwechsel stattfindet und wo daher vom Trocknen eines Oelfarbeanstriches nicht die Rede sein kann. Solche Räumlichkeiten sind in erster Linie der zur Aufnahme von Wasserballast dienende Doppelboden, die hintere und vordere Piek, der Kettenkasten u. s. w. Der Cementanstrich wird wohl auch bisweilen in hohen Wasserballast-Tanks und in den Kohlenbunkern verwendet. Nach der Erfahrung des Verfassers scheint er sich jedoch für letztere weniger gut zu eignen, da sehr häufig in diesen Räumen unter dem Cementanstrich eine sehr starke Rostbildung beobachtet werden konnte. Für das Innere des Doppelbodens ist hingegen seine Anwendung eine ganz allgemeine und seine Zweckmässigkeit unbestritten. — Da, wo einigermassen Luftcirculation stattfindet, ist einem guten Oelfarbeanstriche der Vorzug zu geben.

Der Cement wird in einigen Fällen auch als Dichtungsmittel verwendet, wie wir das schon in den früheren Kapiteln mehrfach angedeutet haben. Er wird zu diesem Zwecke hauptsächlich dort benutzt, wo es darauf ankommt, die Dichtung einer solchen Verbindung herzustellen, welche ihrer Natur nach sich nicht durch Verstemmen dichten lässt und die einem bedeutenden Wasserdrucke nicht ausgesetzt ist. Dies

ist z. B. der Fall bei der Verbindung der Zwischendecks-Stringerplatten mit der Aussenhaut. Um die hier erforderliche Dichtung zu ermöglichen, wird der Zwischenraum zwischen dem an den Gegenspanten entlang laufenden Stringerwinkel und der Aussenhaut mit Cement ausgefüllt. In ganz ähnlicher Weise wird, wie wir das auf S. 230 erklärt haben, bisweilen der wasserdichte Abschluss der Plattform oberhalb des Stevenrohres hergestellt. — Soll der Doppelboden durch die Mittelkielplatte der Länge nach wasserdicht abgetheilt werden, so bietet eine sorgfältig ausgeführte Cementirung gleichfalls ein sehr geeignetes Dichtungsmittel.

Bei der Ausführung der Cementirung ist das Hauptaugenmerk darauf zu richten, ein gutes Anhaften der Cementschicht an den Eisenplatten zu sichern. Hierzu ist vor allem erforderlich, dass die Oberfläche des Eisens vor dem Auftragen des Cementes ganz frei von fettigen Substanzen ist. Wenn aus irgend einer Veranlassung Oel auf die Platten gekommen ist, müssen dieselben sorgfältig gereinigt werden, zunächst durch Abreiben mit trockenen Sägespänen und darauf folgendem Abwaschen mit einer starken Sodalösung. Ein anderes bequemes Mittel zur Entfernung von Oel und Fett besteht in dem Bestreichen der betreffenden Fläche mit Thonschlamm. Derselbe saugt nach erfolgtem Trocknen das Fett gänzlich auf. — Auf die gereinigte Eisen- bzw. Stahlfläche wird zunächst eine dünne, etwa nur 1 cm dicke Schicht eines Gemisches von einem Theile Cement und einem Theile feinen, reinen Flusssandes aufgetragen. Dieser Zusatz von Sand ist deshalb ein so geringer, um ein besonders gutes Anhaften des Cementes zu sichern. Ist diese Schicht erhärtet, so bringt man über dieselbe ein Gemisch, dem ein wesentlich grösseres Quantum Sand zugesetzt ist, und dort, wo die Cementlage eine grössere Dicke erhält, wie z. B. im Vor- und Hinterschiffe, werden gewöhnlich aus Sparsamkeitsgründen Ziegelbrocken unter die Masse gemischt.

Um das nicht unerhebliche Gewicht der Cementauffüllung etwas zu vermindern, benutzt man einen Zusatz von Coaks. Derselbe verbindet sich mit dem Cemente sehr gut und bildet daher ein sehr zweckmässiges Füllmaterial. Selbstverständlich muss der Coaks, wenn er als Zusatz einer Mischung für die Herstellung einer dünnen Cementschicht verwendet werden soll, wie z. B. im Schiffsboden, entsprechend zerkleinert werden.

Die obere Seite der Cementirung wird mit einer Mischung, der nur wenig Sand zugesetzt ist, sauber verputzt, so dass eine glatte Oberfläche entsteht, welche sich leicht reinigen lässt.

Um ein gutes Anhaften des Cementes zu ermöglichen, darf derselbe beim Erstarren sein Volumen nicht ändern oder, wie der technische Ausdruck lautet, er darf nicht schwinden, wie es einige Cementarten thun. Es empfiehlt sich daher immer vor Beginn der Cementirungsarbeiten, den Cement auf seine Bindefähigkeit mit Eisen zu prüfen, indem man auf eine glatte Platte eine dünne Schicht trägt und sich nach Verlauf mehrerer Tage überzeugt, ob dieselbe auf dem Eisen festgebunden hat und nicht etwa feine Risse zeigt.

Manche Cementgattungen besitzen die Eigenthümlichkeit, innerhalb weniger Minuten nach dem Anrühren mit Wasser zu erstarren. Es darf daher immer nur ein kleines Quantum zur Verwendung präparirt werden, welches sich in kurzer Zeit auftragen lässt, ehe es seine Bindekraft verliert. Da diese Vorsichtsmaassregel jedoch leicht durch die Unachtsamkeit der Arbeiter übersehen wird, so empfiehlt es sich, einen langsamer bindenden Cement zu verwenden.

Im Allgemeinen wird die Cementirung bei einem neuen Schiffe vorgenommen, wenn dasselbe noch auf dem Helling steht. Bei leicht gebauten Fahrzeugen, die nur eine geringe Dicke der Aussenhautplatten besitzen, wird es jedoch von vielen Baumeistern vorgezogen, den Cement erst dann auf den Bodenplatten anzubringen, wenn das Schiff bereits zu Wasser gebracht worden ist, weil man besorgt, dass durch einen beim Ablauf unvermeidlichen localen Druck des Schlittens auf die Aussenhautplatten kleine Einbiegungen derselben entstehen können, welche den Cement lossprengen. Selbstverständlich kann ein solches Verfahren nur dann angewendet werden, wenn man absolut sicher ist, dass keine Undichtigkeiten vorhanden sind. — Während des Winters empfiehlt es sich immer, die Cementirung auf dem Wasser vorzunehmen, da letzteres gewöhnlich noch so viele Wärmegrade besitzt, dass ein Gefrieren des unerstarreten Cementes ausgeschlossen ist.

Ein Cementüberzug haftet im Allgemeinen nur auf neuem, reinem Eisen. Auf alten, schon oxydirten Platten lässt er sich nur dann anwenden, wenn dieselben vorher mit grosser Sorgfalt vom Rost gereinigt sind, so dass eine reine metallische Oberfläche vorhanden ist.

An Stelle des Cementes wird in neuerer Zeit als Schutzmittel für die Innenseite des Bodens und als Auffüllungsmaterial für die unzugänglichen Räume vorwiegend eine Substanz verwendet, die man als ein Gemisch von Steinkohlentheer und Asphalt bezeichnen kann und die von England aus theils unter den Namen Tenax Cement, oder Bitumastic Cement in den Handel gebracht wird. Der Vortheil bei der Verwendung dieses Materials besteht hauptsächlich in der nicht

unbeträchtlichen Gewichtsersparniss im Vergleiche mit einer Bodenbekleidung aus Cement. Der Gewichtsunterschied ist einestheils durch das geringere specifische Gewicht des Asphaltes selbst, andertheils aber dadurch bedingt, dass man den letzteren wegen der ihm eigenthümlichen Biagsamkeit, in einer wesentlich dünneren Schicht auftragen kann, ohne befürchten zu müssen, dass er durch einen auf die Beplattung von aussen ausgeübten Stoss oder Druck losgesprengt wird oder Risse bekommt.

Der Asphalt wird gewöhnlich nur in einer Dicke von etwa 2 bis 3 cm auf den Bodenplatten aufgetragen, so dass er also nur den flachliegenden Schenkel der Spantwinkel bedeckt. Zur Erzielung eines ungehinderten Abflusses des Bilgewassers ist es daher nicht ausreichend in den Bodenwrangen oberhalb der Spantwinkel die sonst üblichen Speigattöffnungen anzubringen. Man sieht sich vielmehr genöthigt, in den vertikalen Schenkeln der Spantwinkel und in den Bodenwrangen ovale, mit der grossen Achse horizontal liegende Löcher einzuschneiden, deren Unterkante nur um etwa 5 bis 10 mm über der Innenfläche des horizontalen Schenkels des Spantwinkels liegt. Auf diese Weise ist es möglich die Unterkanten dieser Speigattöffnungen in gleicher Höhe mit der Oberfläche des Asphaltbelags zu bringen. Bei der üblichen Doppelboden-Construction mit einem Mittelplatten-Kielschwein, wird der Abfluss des Bilgewassers dadurch ermöglicht, dass man an der unteren Ecke der Bodenwrange, die der Mittelplatte zunächst liegt, einen Ausschnitt anbringt, wie das in Fig. 1 und 2 auf Taf. IV dargestellt ist.

Die Verwendung des Asphalt als innere Bodenbekleidung ist jedoch bei Doppelboden-Schiffen — und um solche handelt es sich ja fast immer — mit einigen Schwierigkeiten verknüpft. Da nämlich der Asphalt nur in warmem, breiigen Zustande verwendet werden kann, wobei er bekanntlich stark riechende, die Athmungsorgane schwer belästigende Dämpfe und Gase entwickelt, so ist das Einbringen des warmen Asphalts in einem Doppelboden nur dann ausführbar, wenn durch mechanisch betriebene Ventilatoren für eine sehr starke Luftzuführung gesorgt wird. Die Ausführung der Arbeit ist aber auch dann noch immer für die Arbeiter sehr anstrengend.

Wenn irgend thunlich, sucht man daher die Arbeiten so zu leiten, dass der innere Boden asphaltirt werden kann, ehe die Doppelboden-Decke aufgenietet wird.

Der Asphalt haftet erfahrungsmässig auf den Eisen- und Stahlplatten sehr gut und conservirt sich ganz ausgezeichnet, so dass er

jetzt in den meisten Fällen an der Stelle des Cementes zur Verwendung gelangt.

Wir haben hier noch eines Schutzüberzuges zu erwähnen, der sich für die Oberseite des Doppelbodens in den Laderäumen und für die eisernen Decks unter dem Holzbelag wegen seiner Vorzüglichkeit allgemein eingebürgert hat. Dieser Ueberzug, bezw. Anstrich besteht aus einem Gemenge von schwedischem Theer (Holztheer) und Cement. Das Auftragen geschieht in der Weise, dass man das Eisen zunächst mit einem dicken Anstriche von schwedischem Theer versieht, den man mit einer dünnen Schicht von trockenem Cement bestreut. Der Cement verbindet sich mit dem Theer und bildet einen weichen, zähen Ueberzug. Wenn hierauf ein oder zwei Tage verstrichen sind, überstreut man die Masse abermals mit Cement und wiederholt diese Operation vielleicht noch ein drittes Mal, bis der Theer nicht mehr durch den Cement durchdringt, was als Zeichen anzusehen ist, dass der Theer ganz mit Cement gesättigt ist. — Ein solcher Ueberzug für die Tankdecke ist von sehr grosser Dauerhaftigkeit und conservirt das Eisen vorzüglich, vorausgesetzt, dass der verwendete Theer frei von Säuren ist. — Wird derselbe für ein eisernes Deck verwendet, welches mit Planken bekleidet werden soll, so pflegt man gewöhnlich erst den Cement mit dem Theer in einem Gefässe zu mischen, dann diese Masse ziemlich dick auf das Eisen zu tragen und sofort die Decksplanken zu befestigen. Dieser Anstrich schützt das Eisen, bezw. den Stahl unter dem Holzdeck erfahrungsmässig viel besser als Oelfarbe, und obgleich er erst nach Verlauf von mehreren Monaten vollkommen hart wird, so haftet er doch auf dem Eisen sehr fest. — Wie schon angedeutet, ist es auch bei diesem Schutzmittel besonders wichtig, dass der verwendete Theer gänzlich säurefrei ist.

Besondere Aufmerksamkeit verdient die Conservirung der Eisentheile des Doppelbodens unterhalb des Kesselraumes. Erfahrungsmässig sind die Eisentheile des Doppelbodens unter den Kesseln, also namentlich die Doppelbodendecke, aber auch die Winkel und Bodenstücke im Innern des Doppelbodens nach Verlauf von etwa 8 Jahren so weit von Rost aufgezehrt, dass eine vollständige Erneuerung dieser Theile erforderlich wird. Um eine solche Reparatur gut ausführen zu können ist es meistens erforderlich, die Kessel aus dem Schiffe zu nehmen, wodurch die Arbeit noch kostspieliger wird als dies ohnehin der Fall ist.

Die rasche Vergänglichkeit der Eisentheile unterhalb der Kessel ist durch das Zusammenwirken mehrerer Umstände bedingt. Zunächst

ist die obere Seite der Doppelbodendecke der Einwirkung der Asche in Verbindung mit Seewasser, das beim Ablöschen der Schlacken benutzt werden muss, ausgesetzt. Es ist dadurch Gelegenheit zur Bildung von freier Salzsäure geboten, die dann selbstverständlich das Eisen angreift. Im Innern des Doppelbodens ist der Vorgang in sofern ein anderer, als hier von einer Einwirkung von freier Säure nicht die Rede sein kann. Hier werden nur diejenigen Eisentheile besonders stark angegriffen, die am höchsten liegen, die also der Wärmeausstrahlung der Kessel am meisten ausgesetzt sind. Da Wärme jeden chemischen Vorgang befördert, so geht auch die Rostbildung an den durch die Kessel erwärmten Theilen, also an der inneren Seite der Doppelbodendecke, an den oberen Theilen der Bodenwrangen und Längsträger nebst den dazu gehörigen Winkeln, am raschesten vor sich.

Durch diese Betrachtungen ist der Weg gezeigt, wie die Eisentheile eines unter den Kesseln befindlichen Doppelbodens zu conserviren sind.

Zunächst ist die Doppelbodendecke an ihrer obern Seite gegen die Einwirkung der Säure zu schützen und dann ist die Wärmeausstrahlung der Kessel abzuhalten. Ein dünner Cementüberzug ist zu diesem Zwecke wiederholt versucht worden, jedoch meistens mit ungünstigem Resultate. Es erklärt sich das dadurch, dass eine dünne Cementschicht die Wärmestrahlung nicht genügend abhält, und dass sie sich in Folge ihrer Sprödigkeit leicht ablöst. Wesentlich bessere Ergebnisse sind bei Anwendung einer Schicht aus Cement und zerkleinertem Coaks, von etwa 75 mm Dicke, erzielt worden. Die Wärmeisolirung ist bei einer derartigen dicken Cementschicht ziemlich befriedigend; ein Loslösen der letzteren tritt jedoch immer noch bisweilen auf. Am zweckmässigsten hat sich das Auftragen einer etwa 50 mm dicken Asphaltenschicht auf die Doppelbodendecke erwiesen. Da jedoch der Asphalt durch die Wärme der Kessel leicht weich werden kann, so ist es erforderlich, auf der oberen Seite der Doppelbodendecke Winkeleisen von etwa 50 bis 60 mm Schenkelbreite aufzunieten, und zwar längsschiffs gerichtet ein Winkeleisen an jeder Seite des Doppelbodens und 3 oder 4 in der Mitte, über die Breite des Doppelbodens gleichmässig vertheilt. Querschiffs gerichtet sind solche Winkeleisen noch zur Begrenzung der Asphaltenschicht in der Längsrichtung anzubringen.

Um das Innere des unter den Kesseln befindlichen Theils des Doppelbodens zu conserviren, empfiehlt es sich denselben nie mit Wasser

zu füllen, und ihn durch Einhängen von offenen Gefässen mit Chlorcalcium, bei sorgfältig verschlossenen Mannlochdeckeln, ganz trocken zu halten. Natürlich ist diese Methode nur dann anwendbar, wenn die Begrenzungs-Schotte des betreffenden Tanks absolut dicht sind und also nicht die kleinste Menge Wasser eindringen kann. — Wenn es aus Stabilitäts-Rücksichten vielleicht nicht zulässig ist, den unter den Kesseln befindlichen Tank leer zu fahren, so ist es am besten, ihn einmal mit Frischwasser ganz zu füllen und ihn immer ganz gefüllt zu halten. Keinesfalls darf der betreffende Tank dazu benutzt werden um Frischwasser zum Aufspeisen der Kessel zu fahren, denn erfahrungsmässig leiden die Eisentheile am meisten, wenn der betreffende Tank nur halb gefüllt ist.

Erfahrungsmässig überzieht sich der Boden jedes eisernen oder stählernen Seeschiffes nach Verlauf eines Zeitraumes von einigen Monaten mit einem Anwuchs von Pflanzen und Schalthieren, der mehrfache und erhebliche Nachtheile im Gefolge hat. In erster Linie wird durch die zunehmende Rauheit der Schiffsoberfläche der Reibungswiderstand des Schiffes erhöht und dadurch die Geschwindigkeit beträchtlich herabgedrückt, so dass die letztere unter Umständen schon nach zwei bis drei Monaten um einen Knoten und mehr verringert erscheint. Ausserdem befördert der Anwuchs auch noch bei eisernen Schiffen die Rostbildung, da sowohl die von den Schalthieren abgesonderten Flüssigkeiten, als auch die Fäulnissproducte der anhaftenden Pflanzen zerstörend auf den Anstrich wirken.

Die Entwicklung des Anwuchses ist, je nach der geographischen Lage der in Frage kommenden Gewässer, verschieden und geht am raschesten in den tropischen Meeren vor sich.

Für hölzerne Schiffe bietet der Kupferbeschlag ein in jeder Beziehung ausreichendes Mittel zur Verhinderung des Anwuchses, da sich auf dem Boden eines mit reinem Kupfer beschlagenen Schiffes weder Pflanzen noch Muscheln festsetzen. Ist dem Kupfer Zink beigemischt, wie das bei dem zum Schiffsbeschlage gewöhnlich verwendeten Materiale, Muntzmetall genannt, der Fall ist, so werden die guten Eigenschaften des Kupfers zwar etwas beeinträchtigt; ein aus einer solchen Composition hergestellter Beschlag hält sich aber dennoch, wenigstens so lange das Schiff in der Fahrt bleibt und nicht monatelang still liegt, ziemlich rein. Die Böden eiserner und stählerner Schiffe bewachsen hingegen ausserordentlich rasch und überziehen sich unter Umständen mit einer Kruste von Muscheln, die schon innerhalb eines halben Jahres eine Dicke von mehreren Centimetern

erreichen kann. Das Bemühen der Fachleute ist daher schon seit langer Zeit darauf gerichtet, eine Anstrichmasse oder ein sonstiges Mittel zu finden, welches das Bewachsen der Böden eiserner Schiffe verhindert oder doch wenigstens verzögert. Die nach dieser Richtung hin gemachten Vorschläge und Versuche sind unzählig. Trotzdem ist die Aufgabe bis heute noch ungelöst.

Man ging früher fast allgemein von dem Grundsätze aus, dass das Freibleiben des Kupferbeschlages vom Anwuchs durch die giftigen Eigenschaften der sich unter der Einwirkung des Seewassers bildenden Kupferverbindungen bedingt sei und glaubte daher auch den Anwuchs eiserner Schiffe durch einen mit starken Giften versetzten Anstrich verhindern zu können. Man verwendete mit Vorliebe Arsenik, Kupfer- und Quecksilberpräparate, deren Wirkung man wohl auch noch durch Cyanverbindungen zu steigern suchte, und erst seitdem sich nach längerer Zeit mit Klarheit erwiesen hatte, dass diese Anstriche von keinem oder doch nur sehr geringem Erfolge begleitet waren, fing man an, die schützende Wirkung des Kupferbeschlages auf eine andere Ursache zurückzuführen, so dass man nunmehr zu einer Erklärung gelangt ist, die nach jeder Richtung hin mit den beobachteten Erscheinungen übereinstimmt und daher als zutreffend angesehen werden muss. Man ist nämlich zu der Ueberzeugung gekommen, das Reinbleiben des Kupferbeschlages nur durch den Umstand erklären zu können, dass die unter der Einwirkung des Seewassers sich bildenden Kupferverbindungen nicht fest an dem Beschlage haften, sondern sich theils lösen, theils durch die Reibung des Wassers leicht abschleppen. Ein Festsetzen von Pflanzen und Thieren ist daher unmöglich, weil dieselben gleichfalls bei der fortschreitenden Lösung der Kupferhaut mit weggespült werden. Hiernach müssen die Schiffsbeschläge aus solchen Metalllegirungen, welche von dem Seewasser am schnellsten consumirt werden, auch den geringsten Anwuchs zeigen, und thatsächlich ist dies auch der Fall. Ein Beschlag aus reinem Kupfer, welcher bekanntlich verhältnissmässig rasch verzehrt wird, erhält sich bei in der Fahrt begriffenen Schiffen vollkommen rein, und selbst beim Stillliegen bildet sich kein Anwuchs, oder doch nur in ganz geringem Maasse. Dagegen zeigen Legirungen von Kupfer und Zink, welche das gewöhnliche Material für den Beschlag hölzerner Schiffe bilden, allerdings eine nicht unwesentlich längere Dauer, jedoch nicht selten auch einen mehr oder minder erheblichen Ansatz von Pflanzen und Schalthieren.

Hält man sich diese Thatsachen vor Augen, so ist der Weg ge-

zeigt, der bei der Herstellung der zur Reinhaltung des Schiffsbodens bestimmten Schutzcompositionen betreten werden muss. Letztere müssen nämlich eine derartige Beschaffenheit haben, dass ihre Oberfläche im Seewasser eine der Reibung des Wassers nicht widerstehende Consistenz besitzt, um das Abschleppen der sich etwa ansetzenden Pflanzen und Seethiere zu ermöglichen. Ausserdem dürfen sie selbstverständlich nicht vermöge ihrer chemischen Beschaffenheit den Schutzanstrich gegen Corrosion des Eisens oder letzteres selbst angreifen.

Zur Darstellung derartiger Schutzcompositionen, bezw. Anstriche, deren Wirksamkeit auf ihrer Unbeständigkeit begründet ist, eignen sich besonders solche Mineralfarben, welche durch die chemischen Einflüsse des Seewassers in lösliche Verbindungen übergeführt werden.

Zu dieser Gattung gehören zunächst diejenigen Farben, die in der Hauptsache aus einem feinen Metallpulver bestehen. So hat man z. B. wiederholt aus reinem metallischen Kupfer in Pulverform, welches mit einem geeigneten Firniss verrieben war, einen Schutzanstrich hergestellt, der auf einer aus Harz und Theer bestehenden und als Isolirschrift dienenden Grundfarbe aufgetragen wurde. Die Wirkung eines solchen Anstriches war eine sehr gute, jedoch hatte er das Bedenkliche, dass bei einer Verletzung der Isolirschrift durch Stoss oder auf irgend eine andere Weise ein Contact zwischen der eisernen Aussenhaut-Beplattung und der Kupferschicht entstand und in Folge der eintretenden galvanischen Wirkung das blossgelegte Eisen sehr rasch durch Rost verzehrt wurde. Dieser Schutzanstrich ist daher nur versuchsweise angewendet worden.

Bei Verwendung von metallischem Zink hat man einen nachtheiligen Einfluss auf das Eisen nicht zu befürchten, hingegen wird durch die bei der Verletzung der Isolirschrift auftretenden galvanischen Einflüsse das Zink sehr rasch consumirt werden und mithin die Wirksamkeit des Anstriches aufhören. Die wiederholt mit Zink angestellten Versuche haben daher auch keine günstigen Resultate ergeben.

Ein anderer gegen den Anwuchs angewendeter Anstrich, welcher sich in der Praxis verhältnissmässig gut bewährt hat, besteht aus einem Gemisch von Zinkweiss und Talg. Die Wirksamkeit desselben beruht in der Hauptsache auf der Unbeständigkeit dieses Zinkpräparates in Gegenwart von Seewasser und dann auch auf der geringen Widerstandsfähigkeit des als Bindemittel verwendeten Talges. Beide Momente bedingen ein langsames Auflösen des Anstriches in Seewasser, wodurch das Ansetzen von Muscheln und Pflanzen ver-

hindert wird. Hieraus folgt auch, dass die Wirkung dieses Anstriches um so länger vorhält, je dicker die Farbe aufgetragen wird. — Diese Schutzmasse hat besonders bei eisernen Segelschiffen sehr gute Resultate ergeben und sie wird deshalb hierfür auch vielfach angewendet. Für Dampfer scheint sie sich weniger gut zu bewähren, wahrscheinlich weil sie hier durch die anhaltend stärkere Reibung des Wassers zu schnell consumirt wird.

Statt des Talges ist auch vielfach Wachs und Paraffin als Bindemittel benutzt worden. Alle derartigen Schutzcompositionen müssen natürlich im warmen Zustande aufgetragen werden. — Der Zusatz von Zinkweiss ist vielfach durch Kupfersalze ersetzt worden, wodurch mit Bezug auf die Verhinderung des Anwuchses gleichfalls ganz gute Resultate erzielt worden sind; da diese Verbindungen jedoch einen sehr nachtheiligen Einfluss auf das Eisen ausüben, so sind derartige Anstriche immer als unzweckmässig zu bezeichnen.

Welcher Art der Schutzanstrich auch immer sein mag, so darf doch keinesfalls seine Unbeständigkeit auf einer directen Löslichkeit im Wasser beruhen, weil hierbei die schützende Schicht viel zu rasch verschwinden würde; der Anstrich soll vielmehr allmählich durch die chemische Einwirkung der Chlorverbindungen des Seewassers an der Oberfläche in lösliche Verbindungen übergeführt und dann erst durch die Reibung des Wassers abgeschlemmt werden.

Aus dem Gesagten geht deutlich hervor, dass die Anforderungen, welche man an eine Anstrichmasse zum Schutze gegen Corrosion und an eine solche gegen Anwuchs stellt, voneinander grundverschieden sind. Während die erstere möglichst beständig sein soll und durchaus keine Veränderung durch Seewasser erleiden darf, wird von letzterer eine gewisse Unbeständigkeit, bezw. Vergänglichkeit beansprucht. Dieser Umstand macht es unmöglich, den Schutz eines Schiffsbodens durch eine Anstrichmasse allein bewirken zu können; und thatsächlich werden in der Praxis auch immer zwei Anstriche nacheinander angewendet, der erste gegen den Rost und der zweite gegen Anwuchs.

Obleich man sich, wie in dem Vorhergehenden erläutert, darüber klar ist, welche Eigenschaften ein gegen Anwuchs wirksamer Schutzanstrich haben muss, so suchen trotzdem noch immer die meisten Fabrikanten der in den Handel kommenden Schutzcompositionen das Ansetzen von Muscheln und Pflanzen durch eine Beimengung von giftigen Substanzen zu verhindern. So enthalten z. B. von etwa 30 augenblicklich am Markt befindlichen Schutzanstrichen nicht weniger als 12 Kupferpräparate. Eine derartige Beimischung ist aber, wie schon

erwähnt, für die Conservirung des Eisens im höchsten Grade nachtheilig, und zwar nicht nur für das mit dieser Farbe angestrichene Fahrzeug, sondern auch für die in der Nähe desselben im stillstehenden Wasser vertäuten Schiffe. Durch die im Wasser erfolgende allmähliche Auflösung der Kupferpräparate schlagen sich unter Umständen Spuren von metallischem Kupfer an den Wandungen der benachbarten eisernen Schiffe nieder, auf welche dann während längerer Zeit in Folge der entstehenden galvanischen Wirkungen ein nachtheiliger Einfluss ausgeübt wird.

Als Bindemittel für die Bodenanstriche gegen Anwuchs wird mit Vorliebe ein alkoholischer Schellack-Firniss oder auch eine Lösung von Harz in Benzin benutzt.

In manchen Hafensplätzen besteht die Praxis, jede Seite des Schiffes mit einem anderen Anstriche zu versehen, um auf diese Weise die betreffenden Farbenfabrikanten zu veranlassen, sich gegenseitig mit Bezug auf die Qualität der Farbe zu überbieten. Dieses Verfahren ist insofern ein unzweckmässiges, als mit Sicherheit anzunehmen ist, dass eine der beiden Farben durch die andere, in Folge chemischer und galvanischer Wirkung, beeinflusst wird. Die etwaige Schlussfolgerung ist also unzuverlässig und vielleicht die besser erscheinende Farbe gerade die weniger wirksame, wenn allein angewendet. — Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse, wenn, wie das sehr häufig geschieht, ein kleines Stück des Schiffsbodens versuchsweise mit einer neu erfundenen Farbe gestrichen wird. Es ist durchaus unzulässig, aus dem Verhalten eines solchen Versuchsanstriches darauf schliessen zu wollen, welche Wirkung die Farbe gehabt haben würde, wenn der ganze Schiffsboden damit gestrichen worden wäre.

Auf dem Gebiete der Schutzanstriche für Schiffsböden sind im Allgemeinen seit einer längeren Reihe von Jahren keine nennenswerthen Fortschritte gemacht worden, und es ist auch keine Aussicht vorhanden, dass diese Frage sobald in einigermaßen befriedigender Weise gelöst werden wird. Der Grund für diese Erscheinung dürfte in dem Umstande zu suchen sein, dass sich ein Schutzanstrich nur für ganz bestimmte Verhältnisse als zweckmässig erweisen kann, dass es aber nicht möglich ist, eine Farbe herzustellen, die für Schiffe in jedem beliebigen Dienst und in allen Gewässern gleich gute Resultate ergibt, wie das meistens von den Consumenten beansprucht wird. — Da die Wirksamkeit eines Anstriches gegen Anwuchs, wie wir gesehen haben, nur von seiner Löslichkeit oder richtiger Unbeständigkeit im Wasser abhängig ist, so wird auch ein Unterschied

darin zu machen sein, ob es sich um einen Dampfer oder ein Segelschiff handelt, ob das Fahrzeug nur mit kurzen Unterbrechungen in Fahrt ist oder längere Zeit hindurch im Hafen liegt, ob dasselbe in Gewässern mit verhältnissmässig hoher oder niedriger Wassertemperatur verkehrt u. s. w. Bei einem schnellen Dampfer wird sich durch die starke Reibung des Wassers der Anstrich verhältnissmässig rasch abschleppen und wenn derselbe längere Zeit vorhalten soll, so muss die betreffende Farbe natürlich widerstandsfähiger als für ein langsames Segelschiff sein. Bei solchen Fahrzeugen, welche lange Zeit vor Anker liegen, wird das Abschleppen der Farbe überhaupt nur sehr langsam von statten gehen, und in diesen Fällen ist sogar ein Zusatz von giftigen Substanzen nicht ganz wirkungslos.

Das Bewachsen des Bodens eiserner und stählerner Schiffe scheint gegenwärtig nicht mehr in so starkem Maasse vorzukommen als früher. Die Begründung für diese Erscheinung mag wohl zum Theile in der grösseren Sorgfalt liegen, die man jetzt im Allgemeinen der Herstellung der Schiffsbodenfarben widmet. Eine andere Ursache und vielleicht die wichtigere, mag in der Steigerung der Fahrgeschwindigkeit liegen, die bei Dampfern in erheblichem Maasse, aber auch bei Segelschiffen, Platz gegriffen hat, denn bei einer grossen Geschwindigkeit des am Schiffsboden entlang fliessenden Wassers werden sich die Schalthiere und Pflanzen nicht so leicht festsetzen können, als bei geringer Geschwindigkeit. Die Reisedauer ist heute im Allgemeinen wesentlich kürzer und das Schiff kommt demnach schon nach kurzer Zeit in einem Hafen, wo, wenn er frisches Wasser enthält, das Bewachsen des Bodens unterbrochen wird.

Der Schutz des Schiffes gegen Rost ist jedenfalls noch wichtiger als die Verhinderung des Anwuchses, denn wenn ein Schiff einen bewachsenen Boden bekommt, so ist das nur ein vorübergehender Nachtheil, wenn aber dasselbe durch Rost gelitten hat, so ist sozusagen ein Theil seiner Lebensdauer geopfert. Dem Schutze gegen Rost ist daher auch immer in erster Linie die Aufmerksamkeit zuzuwenden.



Sach-Register.

- Abdichtung des Decks über dem Wellenrohr 230.
— der Spanten unter der Back 215.
— der Tank-Seitenplatte 52.
Absteifung der Spanten im Vorderschiff 211.
Ankerklüsen 219.
Anordnung der Querschotte 149.
Anstrich 538.
Asphalt als Decksbekleidung 131.
— zum Schutz des inneren Bodens 547.
Ausglühen der Stahlplatten 480.
Aussenhaut-Bekleidung, allgemeine Anordnung 157.
— Anordnung bei Spar- und Sturmdeckschiffen 169.
— ihre Befestigung am Wellenauge des Hinderstevens 180.
— die Dicke der einzelnen Theile 166.
— Einfluss der Breite der Plattenstrake auf Gewicht und Festigkeit des Schiffes 196.
— Eintheilung der Plattenstrake 159.
— Verbindung mit dem Steven 174.
— Verminderung der Plattendicke an den Schiffsenden 171.
— Verschwächung durch Oeffnungen 174.
— Verstärkung bei Schraubendampfern 172.
Aussenhautplatten, gekröpfte 186.
Auswinkeln der Spanten 42.
Awningdeckschiffe 321.
- Back** (Forecastle) 214. 302. 307.
— versenkte 311.
Balance-Ruder 277.
Balkenbucht 63.
Balkenkiel 10.
— flacher 13.
Balkenknie 62.
Bekleidung des Tunnels unter den Luken 262.
Benzin als Lösungsmittel von Lackfarben 542.
Bekleidung des Doppelbodens 343.
— des Hecks 182.
— des Hinterschiffes 182.
Bessemer-Flusseisen 445.
Bessemer-Process 444.
Bessemer-Stahl 445.
Bewachsen des Schiffsbodens 551.
Biegeprobe 461.
Bleimennige 538.
Bodenanstrich, giftige Beimischungen 552.
— mit pulverisirten metallischen Beimengungen 553.
Bodenstücke 37.
Bodenwrangen 37.
— amerikanische Form 41.
— an den Schiffsenden 41
Brückendeck 302. 305.
Brückenhaus 302.
Brunnen bei Doppelbodenschiffen 341.
Bugspriet-Stuhl 219.
Bugverstärkung 214.
- Calfaterung 124.
Cement als Dichtungsmittel 545.
Cementirung 543.
Classifications-Nummern, ihre Bestimmung für die verschiedenen Schiffsgattungen 298.
Collisions-Schott 149.

- Decks**, hölzerne 112.
Decksbalken 58.
 — Bemessung der Querschnittsdimensionen 61.
 — für eiserne Decks 128.
Decksbalken-Profil 59.
Decksbepattung, Verstärkungen an den Luken 129.
Deckspfpfen 120.
Decksplanken 112.
 — Befestigung derselben 118.
 — Stösse derselben 123.
 — Calfaterung 124.
 — ihre Querschnittsform 123.
Deckschrauben 119.
Deckstringer 75.
Deckstützen 66.
 — zur Befestigung der Schlingerschotte 68.
 — auf dem Doppelboden 68.
 — hohle 67.
 — starke und gebaute 70.
Dehnbarkeit des Eisens 451.
Diagonalbänder 102.
Diaphragma-Platten bei Quarterdeckschiffen mit eisernem Deck 306.
Doppelboden, auf gewöhnlichen Bodenwrangen 46.
 — auf hohen Bodenwrangen 50.
 — seine Prüfung auf Dichtigkeit 345.
 — nur über einen Theil der Schiffslänge 346.
 — nach dem Zellen- oder Bracket-System 48.
Doppelte Laschen der Quernähte 193.
Dreideckschiffe, Anordnung der eisernen Decks 319.
 — Bestimmung der Classifications-Nummern 316.
Drucklagerbock 265.
Eindeck-Schiffe 314.
Eingeschobener Plattenstrak 161.
Einwirkung des Lochens auf die Festigkeit des Stahls 476.
Eisenmennige (Totdenkopf, Königsroth) 539.
Eisenprüfung 456.
Eiserne Decks 126.
 — mit Holzbelag 132.
Eiserne Decks mit Längsversteifungen 135.
Eisverstärkung des Buges 214.
Ferro-Mangan 440.
Fingerlinge, lose 273.
Flacher Balkenkiel 13.
Flacher Kiel 13.
Flurplatten 37.
Flusseisen 441. 469.
Flussstahl 441.
Frischen 443.
Frontschott 303. 305.
Gallion-Steven 218.
Galvanisiren 537.
Gegenspannten 38.
Geschichtliches über die Entwicklung des Eisenschiffbaues 1.
Glatdeckschiffe 300.
Gleichzeitige Verwendung von Stahl und Eisen in einem Schiffe 487.
Gekröpfte Aussenhautplatten 186.
Gillingsspannten 226.
 „Great Britain“, erster grosser, eiserner Dampfer 2.
 „Great-Eastern“ 3.
Gurtplatten der Raumstringer 83.
Heckbalkenplatte 225.
Heckspannten 226.
Hinterschiff, seine Construction 223.
Hintersteven für Schraubendampfer 28.
 — aus Stahlguss für Schraubendampfer 31.
 — des Dampfers „Deutschland“ 35.
 — von Harland & Wolff 33.
 — für Segelschiffe und Raddampfer 27.
 — für überlappende Schrauben bei Zweischraubendampfern 294.
 — für Zweischraubendampfer 33.
Holklampen 217.
Hurricanedeckschiffe 321.
Intercostal-Kielschwein 13.
 „Iron-sides“ erstes Segelschiff aus Eisen 2.
Kalfatern der Decksplanken 124.
Kastenbalken 65.
Kasten-Kielschwein 15.
Kettennietung 393.

- Kiel 10.
 Kielgang 166.
 Kiellaschung 11.
 Kielschwein, Intercostal - Kielschwein, eingeschobenes Kielschwein, Mittelplatten-Kielschwein 13.
 — Träger-Kielschwein 15.
 — im Hinterschiff 224.
 — im Vorderschiff 208.
 Kimmkiel, Schlingerkiel 18. 92.
 Kimmkielschwein 87.
 Kimmstringer 75. 87.
 Klüsen 219.
 Kritik d. Aussenhaut-Constructions 198.
 — der Balken-Constructions 70.
 — der Deck-Constructions 134.
 — der Kiel- und Kielschwein-Constructions 17.
 — der Spanten-Constructions 53.
 — der Stringer-Constructions 94.
 Kohlenstoff-Gehalt des Eisens und Stahls 453.
 Kofferdampfer (Trunk-Steamer) 331.
 Koker 220.
 Kupferbeschlag hölzerner Schiffe 551.
 Kuppelung des Ruderschaftes 277.

 Lagerböcke bei Zweischraubendampfern 265.
 Längsschotte 140.
 Längsschott im Doppelboden 348.
 — in hohen Wasserballast-Tanks 335.
 Längsspannen 55.
 Lenzleitung für den Doppelboden 350.
 Lockern der Nietverbindungen 409.
 Luftcirculation unter der Doppelboden-decke 51.
 Lukenbalken 63.
 Lukenkarbe 105.
 Lukenschlinge 105.
 Lukenstringer 101.
 Lukensüll 105.

 Mannlöcher im Doppelboden 345.
 Maschinenfundament 240.
 — auf dem Doppelboden 246.
 — massgebende Gesichtspunkte für seine Construction 240.
 — für Schraubendampfer mit sehr scharfem Boden 246.

 Maschinenfundament einer oscillirenden Räderschiffsmaschine 250.
 — einer verticalen Schraubenschiffsmaschine für ein Schiff ohne Doppelboden, auf gewöhnlichen Bodenwrangen 244.
 — einer verticalen Schraubenschiffsmaschine für ein Schiff ohne Doppelboden, auf erhöhten Bodenwrangen 241.
 — für einen Zweischraubendampfer 249.
 Mastspuren bei Schiffen mit Doppelboden 266.
 — für eiserne Masten, auf dem Kielschwein 266.
 — für hölzerne Masten 267.
 — auf dem Wellentunnel 267.
 Metallische Ueberzüge gegen Rostbildung 537.
 Mittelplatten-Kiel, Mittelkielplatte 12.
 Mittelplatten-Kielschwein 13. 17.

 Nietdurchmesser, sein Einfluss auf die Festigkeit 357.
 Nietformen, ihre Benennungen 395.
 Nietung, doppelte 361.
 — dreifache 363.
 — überlappte oder einfache Verlaschung 359.
 Nietverbindungen, Grundformen der Lösung 355.
 Nussplatten bei Schraubendampfern 173.

 Oberdeck aus Eisen 126. 130. 138.
 — aus Holz 112. 115.
 Oberdeckstringer 76.
 Oeffnen der Quernähte der Aussenhaut 409.
 Oeffnungen in der Aussenhaut 174.

 Partielles Sturmdeck 325.
 „Patricia“, Hauptspant 79.
 Pitch-pine 115.
 Plattengänge 157.
 Plattenstrake 157.
 — ihre Eintheilung bei Schiffen mit Doppelboden 164.
 Poop, volle Poop 312.
 Prüfungs-Vorschriften der Kaiserl. Marine für Niete und Nieteisen-Stangen 515.

- Prüfungsvorschriften für Profileisen 504.
 — für Profilstahl 527.
 — für Schweisseisen 492.
 — für Stahlplatten 521.
 — für Stangeneisen, excl. Nieteisen 508.
 Puddeln 443.
 Quarterdeck-Dampfer mit erhöhtem Vordeck 309.
 — mit versenktem Brückendeck 309.
 Quarterdeckschiffe 301.
 — ihre Verstärkung am Bruch 304. 306.
 Querschnittsform der Decksplanken 123.
 Querschotte 139.
 — im Doppelboden 339.
 Radkasten 255.
 Radkastenbalken, Radkasten-Träger 256.
 Rahmenspanten 45.
 — im Maschinenraum 245.
 Raumbalken 64.
 Raumstringer 75. 86.
 — in Verbindung mit Rahmenspanten 84.
 Raumstringerplatten, geflanschte 85.
 Rennverfahren 443.
 Reversspanten 38.
 Rinnstein 79.
 Rinnsteinwinkel 120.
 Roheisen 439.
 — graues 439.
 — weisses 439.
 Rostbildung 535.
 Ruder mit aufgekeilten Armen 273.
 — des Dampfers „Deutschland“ 271.
 — vor der Schraube 278.
 Ruderbepattung und ihre Vernietung 270.
 Ruderform 280.
 Ruderpfosten aus Stahlguss 271.
 — Bestimmung des Durchmessers 279.
 Ruderpinne 276.
 Ruderquadrant 276.
 Ruderrahmen aus Schmiedeeisen 269.
 Ruderschaft, Bestimmung des Durchmessers 279.
 Ruderstegen 28.
 Ruderstopper 274.
 Ruderzapfen, lose 273.
 Schanzkleidpforten 178.
 Schanzkleidplatten 177.
 Scheergang 76. 167.
 — Verlaschung desselben 92.
 Scheergangplatte der Back 217.
 Scheerstöcke 105.
 Schlagwasserplatten 92.
 Schiebebalken in den Luken 108.
 Schleusenkiel 33.
 Schlingerkiel 18. 92.
 Schmiedbares Eisen 439.
 Schmiedbarkeit des Eisens 451.
 Schott, Hinteres Querschott im Maschinenraum 153.
 Schotte, Abdichtung der Längsträger 145.
 Schotte, wasserdichte Querschotte 139.
 — ihre Befestigung an den Spanten 143.
 — in Segelschiffen 156.
 — ihre gewöhnliche Versteifung 141.
 — ihre Versteifung nach den Vorschriften der Seeberufs-Genossenschaft 142.
 Schotten-Füllplatten 144.
 — neuerer Form 145.
 Schottschieber 154.
 Schutz des Doppelbodens unter den Kesseln 549.
 Schutzanstrich gegen Bewachsen des Bodens 553.
 Schutzüberzug für die Doppelboden-decke 549.
 Schweissbarkeit des Eisens 452.
 Schweisseisen 441. 463.
 Schweisspulver 452.
 Schweisstahl 441.
 Seitenkielschwein 90.
 Seitenstringer 86.
 Siemens-Martin-Process 446.
 Spanten 37.
 — französische Construction 42.
 — im Hinterschiff 223. 228.
 — Unterbrechung an der Stringerplatte 81.
 — von U-Eisen 44.
 — im Vorschiff 208.
 — „verstärkte“ oder „hohe Spanten“ 45.
 — von Z-Eisen 43.
 Spardeckschiffe 169. 201.
 — Bestimmungen der Classifications-Institute 327.

- Spiritus-Lackfirniß 541.
 Stabnietung 369.
 — mit Doppellaschen 380.
 Stahl oder Flusseisen 469.
 — seine Vortheile im Vergleich mit Schweisseisen 472.
 Stangenkiel 10.
 Steinkohlentheerals Anstrich des Schiffsbodens 542.
 Stopfbüchsen-Schott 230. 233.
 Stossfugen der Plattenstrake 162.
 Sternbüchse 228.
 Stringer im Hinterschiff von Schraubendampfern 236.
 Stringerplatten 75.
 — am Zwischendeck, Spardeck und Sturmdeck 81.
 Stringerwinkel, Verlaschung derselben 78. 80.
 Sturmdeck, partielles 325.
 Sturmdeckschiffe 169. 201.
 — Bestimmung der Classifications-Nummern 321.
- Tabellen über Dimensionsverhältnisse der verschiedenen Nietformen 397.**
 — der Nietdurchmesser für Platten und Winkel u. s. w. aus Stahl nach den Vorschriften des Germanischen Lloyd 402.
 — nach den Vorschriften des Brittischen Lloyd 403.
 — nach den Vorschriften des Bureau Veritas 404.
 — über Nietverbindungen 417—437.
 — über Plattendicken und die zugehörigen Nietdurchmesser 393.
- Teakholz, Decksplanken aus Teakholz 117.
 Tenax-Cement 547.
 Thomas-Verfahren 446.
 Thurmdeckdampfer (Turret - Steamer) 331.
 Trägerkielschwein 14.
 Transomplatte 225.
 Trimm tanks 351.
 Tunnellagerböcke 264.
 Tunnelthür 262.
- Ueberlappte Stösse der Aussenhaut 184.**
 U-Spanten 44.
- Verdoppelung des Scheerganges 167.
 Verlaschung der Seitenstringer, Kimmkielschweine und Kimmstringer aus Wulsteisen 89.
 Verlorener Plattenstrak 161.
 Vernietung der Längs- und Quernähte der Aussenhaut 189.
 — mittels Laschen von gleicher Dicke wie die zu vernietenden Platten 374.
 — einfache, für eiserne Platten 360.
 — doppelte, für eiserne Platten 361.
 — dreifache mit der halben Anzahl Niete in der letzten Reihe, für eis. Pl. 363. 378.
 — vierfache mit der halben Anzahl Niete in der letzten Reihe, für eis. Pl. 368.
 — mittels Doppellaschen, für eiserne Platten 375.
 — doppelte mittels Doppellaschen für eis. Pl. 378.
 — von Stahlplatten 381.
 — von Stahlplatten mittels einfacher Laschen, und eiserner Niete 382.
 — von Stahlplatten mittels Doppellaschen und eiserner Niete 386.
 — von Stahlplatten mittels Stahlniete 388.
 — von Stahlplatten mittels Stahlniete und einfachen Laschen 389.
 — von Stahlplatten mittels Stahlniete und doppelten Laschen 391.
- Verringerung der Materialstärken bei Verwendung von Stahl 482.
 Verschiessen der Aussenhautplatten 162.
 Verschiessen der Stringer in Quarterdeckschiffen 303.
 Versenkung der Nietlöcher 398.
 Versteifung der Endschotten bei hohen Wasserballast-Tanks 336.
 Versteifung d. wasserdichten Schotte 141.
 Verstemmen der Aussenhaut 195.
 Verunreinigung der Bleimennige, des Bleiweiss und Zinkweiss 540.
 Verunreinigung des Eisens durch Sili-cium, Mangan, Phosphor und Schwefel 453.
 Verzinken 537.
 Vorderschiff, seine Construction 207.
 Vordersteven aus Schmiedeeisen 22.
 Vordersteven aus Stahlguss 26.
 Vorschriften der Classifications-Institute über die Vernietung 400.

- Vorschriften der Kaiserl. Marine für die Prüfung und Abnahme des zum Schiffbau bestimmten Eisen- und Stahlmaterials 489.
- der Kaiserl. Marine für die Prüfung und Abnahme der aus Schweisseisen hergestellten Eisenbleche, Profileisen und Stangeneisen 490.
- des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute über Dickenabweichungen bei Blechen unter 5 Millimeter Dicke 533.
- Vorzüge eiserner Schiffe im Vergleich mit hölzernen 7.
- Walzen von Blechen 449.
- von Stangeneisen 448.
- Waschplatten 92.
- Wasserbollast im Doppelboden über die ganze Schiffslänge 339.
- in hohen Tanks 334. 338.
- Wassergang 121.
- Wasserpforten 179.
- Wellenaustritt bei dem Dampfer „Patricia“ 293.
- bei Zweischraubendampfern 284.
- Wellenböcke bei Zweischraubendampfern 282.
- ihre obere Befestigung 288.
- Wellenkuppelung, lose, bei Zweischraubendampfern 287.
- Wellenrohr 228.
- Wellenrohr bei Zweischraubendampfern 290.
- Wellenträger bei Zweischraubendampfern 282.
- Wellentunnel bei Schiffen mit Doppelboden 261.
- bei Schiffen ohne Doppelboden 259.
- bei Zweischraubendampfern 263.
- White-pine 116.
- Yellow-pine 116.
- Zerreissfestigkeit des Eisens 451.
- Zickzacknietung 393.
- Z-Spanten 43.
- Zweideckschiffe 315.
- Zwischendecksbalken 63.
- Zwischendeck-Stringerplatte, ihre Abdichtung 82.

S. 61



WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

5512

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000299217