

Früher bei kleinen Segelkriegsschiffen viel im Gebrauch, jetzt bei Handelsschiffen seltener geworden ist die *Briggtakelung* (Fig. 1122). Die *Brigg* ist ein mit Rahen vollgetakelter Zweimaster von höchstens 500 Registertonnen Raumgehalt. Eine Abart der *Brigg* ist der schon erwähnte *Briggschuner*, im Mittelmeer als *Brigantine* sehr beliebt, mit langen Untermasten und kurzen Bramstengen darüber.

Am gebräuchlichsten für mittelgroße Segelschiffe aller Handelsmarinen ist die *Barktakelung* (Fig. 1123). Die *Bark*, auch *Barkschiff* genannt, hat zwei vollgetakelte Masten, *Fockmast* und *Großmast*; der dritte und hinterste Mast, der *Besanmast*, ist als Schunermast mit dem Besan und

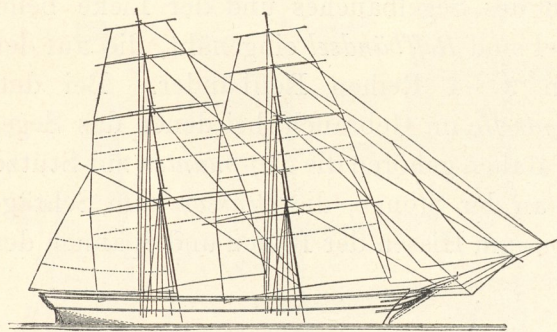


Fig. 1122. Brigg.

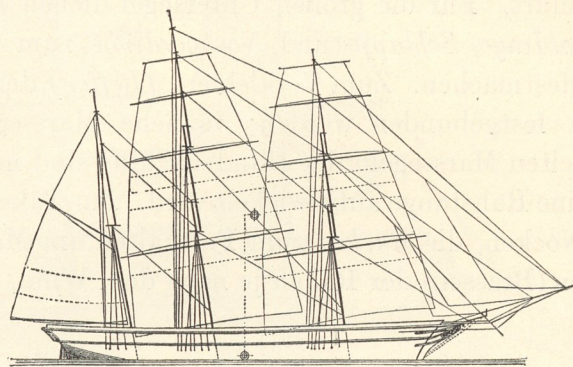


Fig. 1123. Bark.

dem Toppsegel getakelt. Als Barken werden auch große stählerne Schiffe bis zu 1500 Registertonnen Raumgehalt getakelt, doch findet man auch noch kleine hölzerne Barken von etwa 200 Registertonnen. Auch sehr große Viermaster und Fünfmaster aus Stahl werden als Barken getakelt (s. Fig. 1119). Bei der Viermastbark heißen die Masten: *Fockmast*, *Großmast*, *Achtermast*, *Besanmast*; bei der Fünfmastbark kommt als mittelster noch der *Mittelmast* dazu.

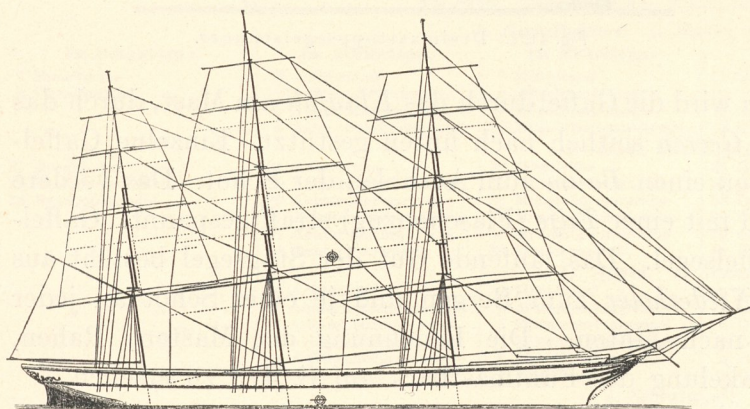


Fig. 1124. Fregatte oder Vollschiiff.

Eine ältere Form der Takelung großer Segelschiffe, die jetzt seltener zu werden beginnt, ist die *Fregatt-* oder *Vollschiifttakelung* (Fig. 1124). Beim *Vollschiiff* sind alle drei Masten mit Rahen vollgetakelt, auf Handelsschiffen meist mit doppelten Mars- und Bramsegeln, weil diese schneller und bequemer geborgen und gesetzt werden können als die veralteten großen Marssegel, die

fast nur noch auf großen Walfischfängern und Schulschiffen vorkommen. Der hinterste vollgetakelte Mast heißt bei allen Drei-, Vier- und Fünfmastvollschiiffen *Kreuzmast*, hat statt des untersten Rahsegels aber ebenfalls einen Besan (wie der *Besanmast* der Barken), weil dieses Segel für die Fahrt dicht beim Wind unentbehrlich ist.

## II. Dampfschiffe.

### 1. Schiffbau.

Um ein Schiff zu entwerfen und zu erbauen, sind eine Reihe allgemeiner und besonderer technischer Anforderungen zu erfüllen.

1. *Die Verbände des Schiffskörpers* müssen so fest sein, daß sie weder durch Belastung noch durch Auftrieb nachgeben und Formänderungen herbeiführen. Auch in ruhigem Wasser haben die zugespitzten Enden des Schiffes geringeren Auftrieb als die vollbauchige Schiffsmittle, haben also das Bestreben, nach unten durchzubiegen, besonders wenn sie noch durch Gewichte

(z. B. Panzertürme) belastet sind. Umgekehrt kann bei sehr langen, flachbodigen Flußdampfern, die in der Mitte durch Maschinen und Kessel am stärksten belastet sind, der Druck auf Durchbiegung in der Schiffsmittle größer als an den Enden sein. Für Seeschiffe ändern sich die Auftriebs- und Druckkräfte sehr schnell, je nachdem bei hohem Seegang der Schiffsbauch (die Mitte) sich in einem Wellental oder auf einem Wellenberg befindet. Zumeist werden dabei die Schiffsenden ruckweise bald auf Zug nach oben, bald auf Druck nach unten beansprucht. Deshalb muß ähnlich wie beim Brückenbau der Schiffskörper als ein Gitter- oder Kastenträger betrachtet werden; das Ober- oder Hauptdeck bildet gleichsam die obere Gurtung, der Doppelboden die untere, und die Außenhaut mit ihren inneren Querversteifungen durch Spanten usw. entspricht den seitlichen Trägerstegen, die die starre Form auch bei den heftigsten Hebungen, Senkungen und Stößen im Seegang sichern müssen. Auch der Querverband ist beim Schlingern des Schiffes in Wellen, deren Kämme quer zum Schiff, also gleichlaufend mit dem Kiel gerichtet sind, in seinen oberen Teilen starkem seitlichen Druck ausgesetzt, worauf bei der Verbindung der Deckbalken mit den Spanten Rücksicht zu nehmen ist. Aber die Biegemomente in der Kielrichtung sind wegen der Länge des Hebelarmes die stärksten, so daß bei langen Dampfern der starke Bau aller Längsverbände die wichtigste Rolle spielt. Da die Schiffsförm geometrisch unregelmäßig ist, und da die Bewegungen der Wellen im Seegang außerordentlich unregelmäßig verlaufen, sind die Beanspruchungen der einzelnen Schiffverbände im Seegang sehr schwer festzustellen, so daß auch der moderne Schiffbaumeister auf die an früheren Schiffen gewonnenen Erfahrungen bei der Bestimmung der Stärkeverhältnisse der einzelnen Bauteile zurückgreifen muß. Deshalb rechnet man bei den theoretischen *Festigkeitsberechnungen*, die nach den Anschauungen der allgemeinen Festigkeitslehre ausgeführt werden, und bei denen, wie oben gesagt, das Schiff als Gitterträger angesehen wird, mit vier- bis fünffacher Sicherheit. Bei sehr langen Seeschiffen soll aber schon die doppelte bis dreifache Sicherheit genügen, weil man annimmt, daß bei solchen Schiffen die ungünstigsten Lagen auf einem Wellenberg in der Schiffsmittle oder auf zwei Wellbergen an den Schiffsenden nicht vorkommen.

2. Der *Schiffswiderstand* im Wasser muß so klein wie möglich sein, um möglichst große Geschwindigkeit mit möglichst geringer Antriebskraft zu erreichen. Modellschleppversuche des britischen Gelehrten W. Froude haben ergeben, daß die Antriebskraft ungefähr mit der dritten Potenz der Geschwindigkeitszunahme und bei hohen Geschwindigkeiten sogar noch stärker als in diesem Verhältnis wächst. Die Verdoppelung der Schiffsgeschwindigkeit fordert also etwa achtfache Maschinenkraft. Da die günstigste Schiffsförm für jede Geschwindigkeit erst durch Versuche ermittelt werden muß — der Schiffswiderstand hängt hauptsächlich von der Förm des Schiffes unterhalb der Wasserlinie ab —, hat man in den meisten Schiffbau treibenden Ländern jetzt Schleppversuchsanstalten gebaut, in deren langen Wasserbecken Paraffinmodelle von Schiffsförm ausgeprobt werden. Die Modellförm wird so lange geändert, bis sie den geringsten Widerstand bei der für das Schiff gewünschten Höchstgeschwindigkeit zeigt. In Deutschland besteht so z. B. die großartige *Schleppmodellversuchsanstalt des Norddeutschen Lloyd* in Bremerhaven: Die aus Paraffin gegossenen Modelle werden in einem 164 m langen, mit Wasser gefüllten *Schleppbecken* durch einen darüber auf Schienen laufenden Schleppwagen mit Hilfe eines Elektromotors bewegt, wobei Fahrgeschwindigkeit, Kraftleistung, Hebungen und Senkungen des Modells während der Fahrt selbsttätig registriert und die an Bug und Heck auftretenden Wellenförm photographiert werden. Derartige Versuche haben sich als außerordentlich wertvoll zur Gewinnung günstiger Schiffsförm erwiesen; insbesondere haben sie gezeigt, daß häufig die Verlängerung des Schiffskörpers und die Vermehrung der Schiffsförm möglich ist, ohne den Widerstand der Förm zu vergrößern. Außerdem läßt sich durch die Schleppversuche die richtige Lage der Schraubenwellen und die günstigste Förm der Schraubenflügel feststellen. Die Versuche haben ferner ergeben, daß die Antriebskraft größerer Schiffe bei gleichen Geschwindigkeiten verhältnismäßig kleiner wird. Nach E. Foerster fordert ein Schiff von 40000 Tonnen Wasserverdrängung nur das 1,5fache der Maschinenkraft eines halb so großen Schiffes; diese Ersparnis an Betriebskraft ist der wichtigste Grund für die heutige Steigerung der Größen von Fracht- und Passagierdampfern

bis zu dem riesigen Raumgehalt von 50 000 Registertonnen brutto beim neuesten Dampfer der Hamburg-Amerika-Linie. Die besonderen Anforderungen an die Größe und Geschwindigkeit des Schiffes bilden bei der Bestimmung des geringsten Widerstandes die Grundlage; von ihnen ist also die Schiffform abhängig. So müssen z. B. schnellere Schiffe schlanker, also länger, als langsamere von gleicher Wasserverdrängung gebaut sein. Aber diese besonderen Anforderungen wirken auch auf die im folgenden unter 3. und 4. betrachteten allgemeinen technischen Anforderungen ein. Hierdurch wird der Bau eines Schiffes zu besonderen Zwecken und von im voraus festgesetzten Eigenschaften zu einer sehr schwierigen Aufgabe, die nur dadurch zu lösen ist, daß der Schiffbaumeister an seinem ersten Entwurf Änderungen vornimmt, bis alle Bedingungen mit genügender Genauigkeit erfüllt sind.

3. Die *Standfestigkeit (Stabilität)* des Schiffskörpers, also die Sicherheit gegen Kentern (Umschlagen), muß dem besonderen Zweck des Schiffes entsprechen. Schiffe, die in ruhigen Gewässern fahren sollen, sind weniger in Gefahr, bei ungünstiger Gewichtsbelastung umzuschlagen, als Seeschiffe in hohem Seegang. Die Standfestigkeit ist sowohl von der Schiffform wie von der Lage des Gewichtsschwerpunktes des Schiffes abhängig. Nach dem Archimedischen Gesetz ist bei jedem in Ruhelage schwimmenden Körper sein Gewicht im Gleichgewicht mit seinem Auftrieb. Wenn die Schwerkraft größer ist, wird der Körper ins Wasser gedrückt; wenn die Auftriebskraft größer ist, wird er weiter über die Wasseroberfläche gehoben. In der Ruhelage kann der Körper nur schwimmen, wenn der Angriffspunkt der Auftriebskraft senkrecht über oder unter dem Schwerpunkt des Körpers liegt. Das läßt sich am leichtesten an einer an einem Ende mit einem Gewicht (Stein) belasteten Stange beobachten, ist auch aus dem mechanischen Grundsatz von den Kräftepaaren unmittelbar abzuleiten: zwei entgegengesetzt wirkende Kräfte gleicher Stärke halten sich im Gleichgewicht. Mithin muß auch das Ge-

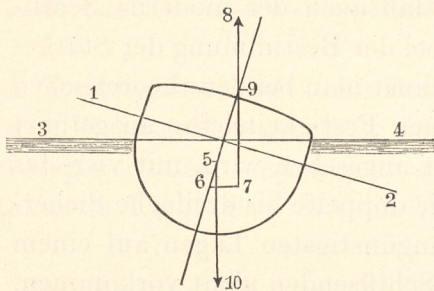
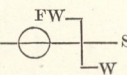


Fig. 1125. Metazentrum.

wicht eines in der Ruhelage schwimmenden Schiffes genau so groß sein wie das der vom eingetauchten Teil des Schiffskörpers verdrängten Wassermasse. Der Auftriebsmittelpunkt des Schiffes in aufrechter Ruhelage ist der Schwerpunkt der vom Schiff verdrängten Wassermasse. Mit jeder Neigung des Schiffes ändert sich die Form des eingetauchten Schiffskörpers und mithin auch die Lage des Auftriebsmittelpunktes zum Schiffskörper, während der Schiffsschwerpunkt stets dieselbe Lage behält, solange im Schiff keine Lageänderungen mit der Ladung vorgenommen werden. Deshalb entsteht bei jeder Neigung des Schiffes ein Kräftepaar aus Auftrieb und Schwerkraft, das das Zurückdrehen des Schiffes in seine Ruhelage bewirkt. Die Wiederaufrichtungsfähigkeit des Schiffes aus der geneigten in die aufrechte Lage nennt man seine Standfestigkeit oder Stabilität; sie ist abhängig von der Schwerpunktslage und von der Form des Schiffskörpers. Kritisch ist nur die Querstabilität; breite und flachgebaute Schiffe mit tief liegendem Schwerpunkt sind standfester als schmale, scharfgebaute mit hochliegendem Schwerpunkt. Große Standfestigkeit ist bei Seeschiffen keine gute Eigenschaft; solche Schiffe machen bei seitlich aufstoßendem Seegang sehr heftige, unangenehm stoßende Rollbewegungen. Der Schiffbaumeister muß also bemüht sein, die Querschnittsform (also die größere oder geringere Völligkeit des Spantenverlaufes) oder die Höhenlage des Schwerpunktes derart einzurichten, daß die Standfestigkeit zwar gesichert, aber nicht zu groß ist. Das beste Merkmal zur Beurteilung der Standfestigkeit ist das *Metazentrum*, d. h. der Schnittpunkt der Auftriebsrichtungen bei aufrechter und geneigter Lage des Schiffes. In Fig. 1125 ist der Querschnitt eines Schiffes dargestellt, das ursprünglich bis zur Linie 1, 2 im Wasser liegt. Sein Massenschwerpunkt sei 5, sein Displacementsschwerpunkt 6. Durch Wind oder Wellen werde nun das Schiff so geneigt, daß es auf der Wasserlinie 3, 4 schwimmt. Dann verschiebt sich der Displacementsschwerpunkt von 6 nach 7. Wo nun die Richtung des Auftriebes 7, 8, die durch 7 senkrecht zur Wasseroberfläche geht, sich mit der durch 5 laufenden Schiffsmittellinie schneidet, also in 9, liegt das

Metazentrum. Solange das Metazentrum über dem Schwerpunkt 5 des Schiffskörpers liegt, kann das Schiff nicht kentern, sondern muß sich unter Einwirkung des Kräftepaars 7, 8 und 5, 10 wieder aufrichten. Je höher das Metazentrum liegt, desto standfester, oder seemännisch gesagt „steifer“, ist das Schiff, um so heftiger sind aber auch die Rollbewegungen. Je schärfer das Schiff gebaut ist, um so höher muß also sein Schwerpunkt liegen, damit die Schiffsbewegungen in See stetig und gelinde sind. Aber die *metazentrische Höhe*, d. h. der Abstand des Metazentrums 5 über dem Schwerpunkt 9, darf nie Null werden, weil dann labiles Gleichgewicht eintreten würde, das geneigte Schiff also seine Aufrichtefähigkeit verlieren würde. Würde dann bei geneigtem Schiff, z. B. infolge Wassereinbruchs durch ein Leck, der Auftriebsmittelpunkt sich nach der ausgetauchten Schiffseite verschieben, dann muß das Schiff infolge des nunmehr umgekehrt wirkenden Kräftepaars aus Auftrieb und Schwerkraft kentern, d. h. umfallen. Die metazentrische Höhe verschiedener Schiffsklassen ist sehr verschieden, z. B. begnügt man sich bei Schnell dampfern und Torpedobooten mit 30—60 cm, bei Frachtdampfern und Kreuzern mit 70 cm, bei Segelschiffen und Panzerschiffen mit 100 cm Abstand des Metazentrums über dem Schiffsschwerpunkt.

4. Die *Seetüchtigkeit* eines Schiffes hängt nicht nur von der Formfestigkeit und der Standfestigkeit ab, sondern auch von der Tiefe der Eintauchung des beladenen Schiffskörpers. Das den Schiffsraum nach oben abschließende Hauptdeck muß hoch genug über Wasser liegen (marine-technisch ausgedrückt: genügenden *Freibord* haben); außerdem muß genügende *Reserveschwimmkraft* (also wasserdicht verschließbare Räume über der normalen Wasserlinie) vorhanden sein, damit das Schiff beim Leckwerden und Wassereinbruch in ein oder mehrere untere Schiffsräume noch schwimmfähig bleibt. Die Freibordhöhe, also die größte zulässige Beladung, ist durch gesetzliche Tieflademarken für jedes Handelsschiff genau festgesetzt. Die *Freibordregeln* machen Unterscheidungen je nach Bauart, Materialstärke, Größe und Form der Schiffe; z. B. beträgt nach den deutschen Freibordregeln für Frachtdampfer, die als Volldeckschiffe von 80 Prozent Völligkeit gebaut sind, bei 130 m Länge und 11 m Rauntiefe vom Kiel bis Hauptdeck der Freibord 2 m. Jedes deutsche Handelsschiff trägt an jeder Seite der Außenhaut eine Freibord- oder Tieflademarke der Seeberufsgenossenschaft derart: . *FW* ist der erlaubte Tiefgang im Süßwasser (auf Flüssen), *S* der Sommertiefgang im Seewasser und *W* der Wintertiefgang im Seewasser.

Für die Sicherung genügender Reserveschwimmkraft gibt es nur in Deutschland für alle Seehandelsschiffe scharfe gesetzliche Bestimmungen in den *Schottenregeln* der Seeberufsgenossenschaft, wodurch die deutschen Handelsschiffe zu den seetüchtigsten Seeschiffen aller Nationen gemacht sind. Die Schottenregeln beziehen sich auf die Anzahl und Stärke der wasserdichten Querschotte (siehe S. 485) im Schiffsinnern. Die schärfsten Bedingungen sind den großen Passagierdampfern gestellt. Dabei dürfen die Räume in der Schiffsmittle am größten sein, weil bei deren Vollwasserlaufen der Schiffskörper ungefähr in seiner normalen wagerechten Lage tiefer sinkt, das Hauptdeck mithin noch über Wasser bleibt. Die wasserdichten Räume an den Schiffsenden müssen kleiner sein, weil bei ihrem Vollaufen infolge des langen Hebelarmes das Hauptdeck schneller nahe an die Wasserlinie sinken würde. Dabei ist stets an der Bedingung festzuhalten, daß die Schwimmfähigkeit noch beim Vollaufen zweier nebeneinander liegender Räume unter dem Hauptdeck erhalten bleiben muß. —

Schließlich muß der Schiffbaumeister noch mancherlei besondere Bedingungen des Bauherrn berücksichtigen, insbesondere die folgenden: Höhe der Bau- und Betriebskosten; Größe und Gewicht des Kohlenvorrates für die Maschinen; Ausrüstung mit Rettungsbooten, Ankergeschirr, Ladegeschirr, Takelung; Ausgestaltung der Innenräume für Fahrgäste verschiedener Klassen, nebst Küchenbetrieb usw.; gute Unterkunft für die Mannschaft; gute Manövriereigenschaften, zweckmäßiges Ruder- und Steuergeschirr; genügenden Raum für Frachten verschiedener Art, zuweilen Sonderbauten für die Verschiffung von Erzen, Getreide, Baumwolle usw.; Sicherheitsvorrichtungen gegen Feuers- und Wassergefahr; elektrische Beleuchtung usw. Für die

Erbauer von Kriegsschiffen erwachsen ganz besonders schwierige Aufgaben mit der zweckmäßigsten Bewaffnung und Panzerung der verschiedenen Schiffsarten.

Der **Stahlschiffbau** ist hervorgegangen aus dem viel älteren Holzschiffbau, seine Technik erinnert daher in den Hauptverbänden stark an diesen (siehe S. 472 ff.). Die Schiffspläne (*Längsriß*, *Spantenriß*, *Wasserlinienriß*) geben im verkleinerten Maßstab, meist 1:100, 1:50 oder 1:25, die äußere Schiffsform genau an. Außer dieser Konstruktionszeichnung werden noch Einrichtungszeichnungen entworfen, um die Verteilung des Schiffsraumes und seiner Einzelheiten anzugeben; dazu gehören Deckpläne, Stauungsplan der untersten Räume und Quer- und Längsschnitte der Schiffspläne mit allen am Schiffskörper anzubringenden Einrichtungen. Eine sehr wichtige Bauzeichnung ist ferner die *Hauptspantzeichnung* (Schnitt durch das *Nullspant*), worin alle Verbandteile und zugleich die Materialstärken der Platten, Winkeleisen, Profilstahle usw., aus denen das Schiff erbaut wird, zu erkennen sind. Ähnlich werden Bauzeichnungen für andere wichtige

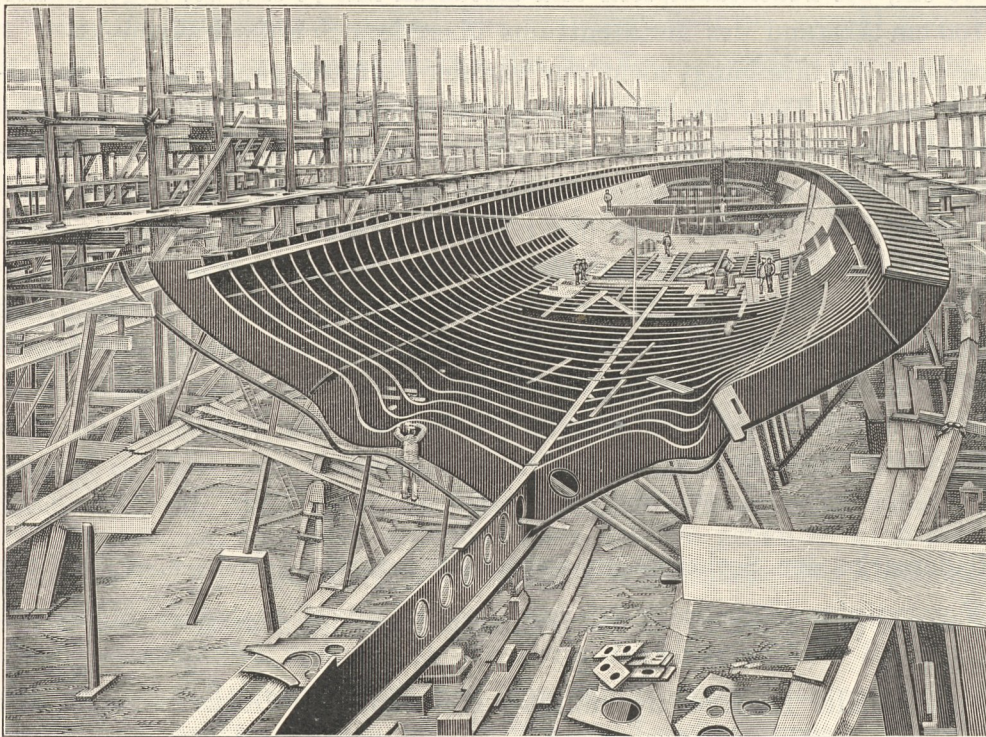


Fig. 1126. Bau des Linienschiffes „Kaiser Barbarossa“ auf der Schichauwerft, Danzig.

Einzelheiten des Schiffes, z. B. für Vor- und Achtersteven, hergestellt.

Um nach den Bedingungen des Bauherrn das Schiff zu entwerfen, muß der Schiffbaumeister zunächst das diesen Bedingungen entsprechende Gewicht des Schiffskörpers mit Maschinenanlage und Ausrüstung, wie mit dem Gewicht der „nützlichen Zuladung“ für Ladung und Fahrgäste nebst deren Gepäck, berechnen; dabei werden die Gewichte und Formen ähnlicher, schon gebauter Schiffe der Berechnung zugrunde gelegt. Das Gesamtgewicht ist die *Wasserverdrängung* des Schiffes (sein *Displacement*); unter Berücksichtigung des Völligkeitsgrades, d. h. der Verhältniszahl zwischen der mehr oder weniger scharfen Schiffsform zum Rechteckkörper gleicher Länge, Breite und Tiefe, sowie unter Berücksichtigung des erforderlichen Tiefganges erfolgt die erste ungefähre Berechnung des Bauplanes. Da die Maschinenkraft beim ersten Entwurf nur ungefähr geschätzt werden kann, müssen genauere Berechnungen folgen, um allen Bedingungen des Bauherrn in ihrer Wechselwirkung auf den Bauplan in zweckmäßigster und auch wohlfeilster Ausführung entsprechen zu können.

Die Bauausführung stählerner Schiffskörper erfolgt, wie beim Holzschiffbau, auf besonders vorbereiteten *Bauhellingen*, die für den Bau großer Schiffe mit sehr verschiedenartigen Krananlagen für den Materialtransport ausgerüstet sind. Für schwere Lasten werden feste oder fahrbare Turmdrehkrane oder Portalkrane verwendet. Zuweilen sind die Hellingen mit stählernen Gittergerüsten überdacht und mit Deckenkranen oder Laufkatzen und Kranwagen versehen. Der Bau (Fig. 1126) beginnt mit dem Strecken des Kiels oder der Kielplatten auf der innersten Doppelreihe von Stapelklötzen. Balkenkiele aus Stangeneisen, nach Art des alten Holzkiels, werden nur noch selten eingebaut. Die meisten großen Stahlschiffe haben einen *Flachkiel*, der aus besonders starken Bodenplatten der Außenhaut gebildet wird. Nicht der Kiel, sondern der ganze Doppelboden

bildet das eigentliche Rückgrat und Hauptverbandstück moderner Schiffe; er erstreckt sich über die ganze Schiffsbreite und den größten Teil der Schiffslänge. Auf den Flachkiel wird eine senkrechte Mittelplatte, verstärkt durch Winkeleisen in Form eines doppelten T, also  $\text{⌋⌋}$ , aufgesetzt; sie läuft meist über die ganze Schiffslänge durch und heißt dann Mittelplattenkielschwein, wird zuweilen auch aus einzelnen Plattenstücken von Spant zu Spant reichend zusammengesetzt und heißt dann eingeschobenes *Kielschwein* (Interkostalkielschwein). Die einfachste Form des Kielschweins ist das auf den Bodenwrangen der Spanten ruhende Trägerkielschwein, das früher bei großen Schiffen als Kastenkielschwein ein kastenförmiger Träger war, jetzt meist ein Doppel-T-Träger ist. Das eingeschobene Kielschwein wird zuweilen noch durch zwei Winkeleisen verstärkt, die mit den über die Bodenwrangen vorstehenden eingeschobenen Kielschweinplatten vernietet werden und dadurch als Längsverband mitwirken. Gleichzeitig beginnt der Bau des *Doppelbodens*, den heutzutage alle Kriegsschiffe und auch alle größeren Handelsschiffe erhalten, weil er die Sicherheit des Schiffes außerordentlich erhöht: bei Grundberührungen wird meist nur ein Leck, oft von großem Umfang, in den äußeren Boden gestoßen; die wasserdichten Zellen des Doppelbodens füllen sich dann zum Teil mit Wasser (oft sind sie sowieso mit Wasserballast gefüllt), das Schiff aber bleibt durch den inneren Boden schwimmfähig und seetüchtig. Der Lloyd-Schnelldampfer „Kaiser Wilhelm II.“ kann in 26 Doppelbodenzellen 202 cbm Kesselspeisewasser, 866 cbm Trinkwasser und 2097 cbm Ballastwasser mitführen, d. h. 3165 cbm Wasser, also soviel wie ein kleiner moderner Kreuzer Wasserverdrängung hat. Das Gerippe des Doppelbodens bilden die *Bodenwrangen* der Querspanten und die Längsspanten, zu denen das Mittelkielschwein und die ebenso gebauten, seitlich angeordneten Seiten- und Kimmkielschweine gehören. Man baut den Doppelboden verschiedenartig, entweder mit durchgehenden *Querspanten* und eingeschobenen *Längsspanten* oder umgekehrt, oder drittens, indem die Bodenwrangenplatten zwischen die durchgehenden Stützplatten der Längsspanten eingeschoben werden, während die Winkel der Bodenwrangen durchlaufen und die Winkel der Längsspanten rahmenförmig die Platten der Bodenwrangen und der Längsspanten verbinden, wodurch ein sehr fester Verband des Gerippes erreicht wird. Der Doppelboden wird völlig wasserdicht hergestellt, ein Teil der Stützplatten aber erhält zur Erleichterung des Baues und zur Ermöglichung der Reinigung und Erneuerung des Mennigeanstrichs Mannlöcher, so daß die Zahl der wasserdichten Zellen bedeutend geringer ist als die Zahl der Räume zwischen den Quer- und Längsspanten. Wasserläufe in jeder offenen Platte ermöglichen das Abfließen des Bilgewassers nach den Entwässerungsrohrleitungen. Die wasserdichten Räume sind durch dicht verschließbare Mannlochdeckel zugänglich. Seitlich reicht der Doppelboden im Hauptspant und überhaupt im Hauptteil des Schiffes bis zur Kimm, wo die Spantkrümmung nach oben beginnt; dort bildet eine durchlaufende *Randplatte*, die im stumpfen Winkel nach der Außenhaut geführt ist, den Abschluß des Doppelbodens. Außerhalb der Randplatte schließen an die Bodenwrangen die Kimmstützplatten an, die als die Träger des eigentlichen Spantengerippes, das nun oberhalb des Doppelbodens aufgesetzt wird, dienen. Die *Spanten* sind je nach Größe des Schiffes verschieden; bei kleinen Schiffen bestehen sie aus einfachen Winkeleisen  $\text{⌋}$ ; als einfachste Verstärkung tritt dazu das Gegenspant, ebenfalls ein Winkel, der mit dem Spant Z-förmig zusammengenietet wird  $\text{⌋⌋}$ , oder man verwendet Doppelwinkel in Z-Form  $\text{⌋⌋}$  oder in U-Form  $\text{⌈}$  oder Wulstwinkel. Der Spantenabstand richtet sich ebenfalls nach der Schiffgröße und beträgt jetzt bei den größten Handelsschiffen etwa 80 cm. Die erforderliche Krümmung der Spanten wird durch Biegen in kaltem oder glühendem Zustand nach Bedarf in der Werkstatt genau nach dem Spantenriß ausgeführt, bevor die Spanten auf die Bauhelling geschafft und dort mittels der Hebezeuge aufgerichtet werden. Anfangs werden sie nur provisorisch mit den Bodenwrangen und Kimmstützplatten verschraubt. Erst wenn die Deckbalken eingefügt sind und das richtige *Straken* der Spanten geprüft ist, d. h. wenn sie nach Stellung und Krümmung genau dem Bauplan entsprechen, werden alle Teile des Gerippes vernietet. Die Zahl der Deckbalkenlagen richtet sich nach der Schiffgröße (*s. das Klappmodell des Passagierdampfschiffes*). Näheres ist darüber später bei den verschiedenen Schiffsgattungen angegeben. Die Stärke und

Zusammensetzung der Deckbalken richtet sich ebenfalls nach der Schiffsgröße; man benutzt T-Winkel, Doppelwinkel  $\text{II}$  und T-Wulstwinkel  $\text{J}$ , aber auch U- und Doppel-U-Balken  $\text{III}$  und andere Balkenverstärkungen. Die Deckbalken werden durch dreieckige Platten von dreifacher Höhe der Balken mit den Spanten verbunden. Diese Balkenknie sind entweder an die Spanten oder an die Balken angeschweißt und werden mit dem anderen Verbandstück vernietet. Die Deckbalken sind etwas nach oben gewölbt, damit das Wasser nach den Seiten ablaufen kann. — Über die Lage der Konstruktionsteile unterrichten die Fig. 1127—1129.

Zugleich mit dem Spantengerippe werden die *Steven* aufgesetzt, die meist aus Stahlgußstücken sehr verschiedenartiger Form bestehen. Der *Achterstev* ist, sofern es sich um Segelschiffe handelt, sehr einfach (s. Fig. 1127); er ist gerade und senkrecht oder schwach nach hinten geneigt auf die Kielhacke am Hinterende des Balkenkiels aufgesetzt; für das Ruder sind Ruderösen angeschweißt. Bei Einschraubendampfern bildet der Achterstev einen Rahmen (*Schraubenrahmen*); an diesem steht vorn der Schraubenstev mit Auge für das Wellenrohr, worin die Schraubenwelle läuft, hinten senkrecht der Ruderstev. Der untere Schenkel des Rahmens läuft

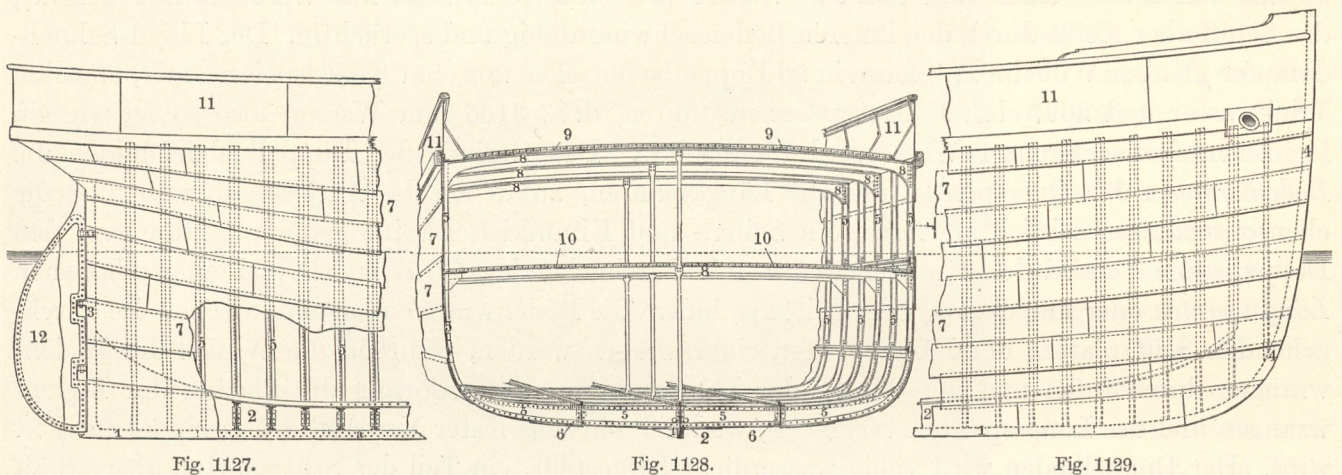


Fig. 1127—1129. Eisernes Schiff (1 Kiel, 2 Kielschwein, 3 Achterstev, 4 Vorstev, 5 Querspanten, 6 Seitenkielschwein, 7 äußere Beplattung, 8 Deckbalken, 9 Oberdeckplanken, 10 Zwischendeckplanken, 11 Reling, 12 Ruder).

etwas schräg nach hinten hoch, damit beim Festkommen des Schiffes der Ruderstev nicht leicht beschädigt wird. Die oberen Teile des Rahmens ragen in den Schiffskörper hinein, um fest mit den Verbandstücken des Hecks verbunden zu werden. Eine sehr eigenartige Form nimmt zuweilen der Achterstev von Doppelschraubendampfern an, besonders wenn die Böcke für die Wellenlager als Seitenarme des Stevens angeordnet werden, und wenn zugleich ein Rahmenstev wie bei Einschraubendampfern verwendet wird. Häufiger wird bei Handelsschiffen mit Zwillingsschrauben der Achterstev genau wie bei stählernen Segelschiffen gerade, aus einem Gußstück hergestellt, während die Schraubenwellenböcke für sich an jeder Seite des Hecks vor dem Achterstev angebaut werden. Eine ähnliche Bauweise ist bei vierschraubigen Turbinenschiffen üblich. Sehr seltsam geformte Achterstev zeigen die modernen Kriegsschiffe mit Balanceruder; bei ihnen hängt an einem halben Ruderstev das Ruder nach unten frei, oder zuweilen auch durch eine spornartige Verlängerung des Kiels, die *Kielhacke*, gegen Grundstöße geschützt. Bei Dreischraubenschiffen liegt vor dem Ruderstev ein Schraubenrahmen, durch dessen Schraubenstev die Mittelschraube wie bei Einschraubenschiffen hindurchgeführt wird.

Der *Vorstev* der Handelsdampfer (Fig. 1129) ist meist senkrecht, mit runder unterer Krümmung zum Anschluß an den Balkenkiel des Vorschiffes; bei sehr großen Dampfern werden die Steven aus mehreren Teilen zusammengesetzt. Bei stählernen Segelschiffen hat man die im Seegang gut bewährte nach vorn ausladende Vorstevform mit Galionsansatz, ähnlich dem Holzschiffbau, beibehalten, wie das Bild des Fünfmasters (Fig. 1119, S. 476) zeigt. Die Vorstev der Kriegsschiffe zeigen meist eine mehr oder minder starke Ausbiegung nach vorn in oder etwas unterhalb der Wasserlinie, den *Rammstev*, oft mit scharfem, beilförmig angesetztem *Sporn*.

Auf den eingezogenen Vorsteven, der nach dem Rammstoß dem eigenen Schiffe das Freiwerden vom gerammten Gegner erleichtern soll, haben in neuester Zeit die Japaner bei einigen großen Linienschiffen und Panzerkreuzern verzichtet, indem sie diesen Schiffen nach vorn und oben schräg verlaufende Vorsteven gaben. Bei vielen anderen Marinen, die nicht ganz auf die Ramme verzichten wollen, fällt bei den Neubauten der weit vorspringende Sporn weg; der beilförmige scharfe Vorsteven zeigt nur noch geringen Fall nach rückwärts.

Sobald der Neubau „in Spanten“ steht und die Steven an Ort und Stelle sind, wird das Schiffsgerippe durch innere Längsverbände und oft auch durch gleichzeitiges Aufbringen einzelner Plattengänge der Außenhaut zusammengefügt. Jedes Stück wird nach Schablonen angepaßt und an Ort zur Bezeichnung der Nietlöcher angeköhnt, dann in der Werkstatt mit Stanzen gelocht und vor dem Nieten vorläufig mit Mutterschrauben an den Spanten befestigt. Das Nieten geschieht nur noch auf kleinen Werften als Handnietung durch Hämmern, auf allen modern eingerichteten Werften durch Nietmaschinen mit Preßluftbetrieb oder durch hydraulische oder elektrische Kraft. Die Nietstärke richtet sich nach der Stärke der zu vernietenden Platten und Winkel; bei wasserdichter Nietung der Außenhaut stehen bei doppelter Vernietung (zwei Reihen Niete) die einzelnen Niete um ihren vierfachen Durchmesser voneinander. Zum besseren Abdichten werden noch die Nähte und Stöße zwischen den Platten mit dem Stemmer, einem Meißel, verstemmt.

Zu den *Innenverbänden* stählerner Schiffe rechnen außer den bisher betrachteten Teilen (Doppelboden, Spanten, Deckbalken und Steven) die *Deckstützen*, die zur Versteifung der Deckbalken dienen; sie werden säulenartig aus hohlen oder vollen Rundeisen hergestellt und erhalten am unteren Ende eine angestauchte oder angeschweißte Fußplatte. Je nach der Größe des Schiffes erhält jeder zweite oder dritte Deckbalken eine Mittelstütze, oder zwei seitliche oder insgesamt drei Deckstützen. Erst in neuester Zeit hat man, um den Ladungsraum besser ausnutzen zu können, weiträumige starke Hohlstützen eingeführt, die eine große Zahl Deckbalken freilassen. Ihre Stützwirkung wird durch auf ihre Köpfe gelegte starke Längsträger, sogenannte gebaute Unterzüge, auf alle zwischenliegenden Deckbalken mit übertragen. Bei einzelnen besonderen Bauarten von modernen Frachtdampfern fallen die Deckstützen ganz fort (s. Fig. 1161, S. 506). Zur Stärkung des Längsverbandes oberhalb des Doppelbodens dienen die *Stringer*, meist aus Platten und Winkeln hergestellte, den Wegerungen des Holzschiffes nachgebildete Stücke, die das Spantengerippe schon vor dem Auflegen der Außenhaut zusammenhalten. Die *Kimmstringer* und *Raumstringer* liegen unter dem untersten Deck und laufen vom Vor- zum Achtersteven auf jeder Seite, die *Seitenstringer* liegen oberhalb davon nach Bedarf. Die *Deckstringer* liegen auf den Deckbalken, wo diese an die Spanten stoßen, und sind durch einen Winkel mit der Innenkante der Spanten verbunden; schräg über das Schiff liegen noch als *Diagonalstringer* oder Diagonalbänder Plattenstreifen auf den Deckbalken zwischen den Deckstringern jeder Seite. *Lukenstringer* nennt man die auf den Deckbalken flach liegenden Plattenstreifen zur Begrenzung der Luken (Öffnungen im Deck), während die senkrechten Randplatten *Luksülle* (wie im Holzschiff) heißen.

Die *wasserdichten Schotte* der modernen Dampfer, die schon S. 481 erwähnt wurden, bilden neben ihrem Hauptzweck zur Erhaltung der Schwimmfähigkeit des Schiffes auch starke Querverbände zur Versteifung des Schiffskörpers. Ihre Wände bestehen aus Platten von der Stärke der Außenhaut, die noch durch ein Gitterwerk von Winkeleisen und ein System von dreieckigen Balkenknieen versteift sind. Häufig liegen die *Querschotte* zwischen einem Doppelspant, durch das ihr fester Anschluß an den Schiffskörper gesichert wird. Zahl und Stärke der Schotte richten sich nach der Schiffsgröße. Jedes stählerne Schiff hat nahe innerhalb der Steven je ein wasserdichtes Querschott; das vorderste Schott, *Kollisionsschott* genannt, wird stets leer und frei von Ladung usw. gehalten, da es bei einem Zusammenstoß der dem Wassereintrich am häufigsten ausgesetzte Raum ist; es wird durch die Decke in mehrere wasserdichte Abteile geteilt. Das hinterste Querschott ist das *Stopfbuchschott*; im Raum hinter ihm sind die Stevenrohre der Schiffsschrauben hindurchgeführt, deren Stopfbuchsen im Schott liegen. Hinter dem Stopfbuchschott haben die Heckspanten hohe Bodenwrangen (*Piekstücke* genannt) zur Stärkung



des Heckverbandes; diese Bodenwrangen haben bei Doppelschraubendampfern für die Stevenrohre der Schraubenwellen wulstförmige Ausbauten, die dem Heck eine eigenartige Form geben. Alle Öffnungen in den Schotten müssen durch Schiebetüren wasserdicht verschließbar sein; hierbei gleitet der geschliffene Türtrand in einem genau angepaßten Rahmen am Schott. In eine Zahnstange auf der Tür greift ein Zahnrad, das meist vom Oberdeck durch Kurbelgestänge gedreht wird. Durch keilförmigen Anzug werden die geschliffenen Flächen wasserdicht aneinandergedreßt. Dieser Schiebetürverschluß wird auch bei den verschiedenen hydraulischen und elektrischen Sicherheitsschließvorrichtungen angewendet, bei denen von der Kommandobrücke aus gleichzeitig alle wasserdichten Schotttüren bei Gefahr geschlossen werden. Bequemer für den Verkehr sind Klapptüren, bei denen der Türtrand durch mehrere Klinkhebel mit Keilanzug gegen einen Gummirand des Türrahmens gepreßt wird. Um dabei das Türschließen unabhängig von menschlicher Unzuverlässigkeit zu machen, baut man in die Schotte Schleusen ein mit zwei Klapptüren, deren

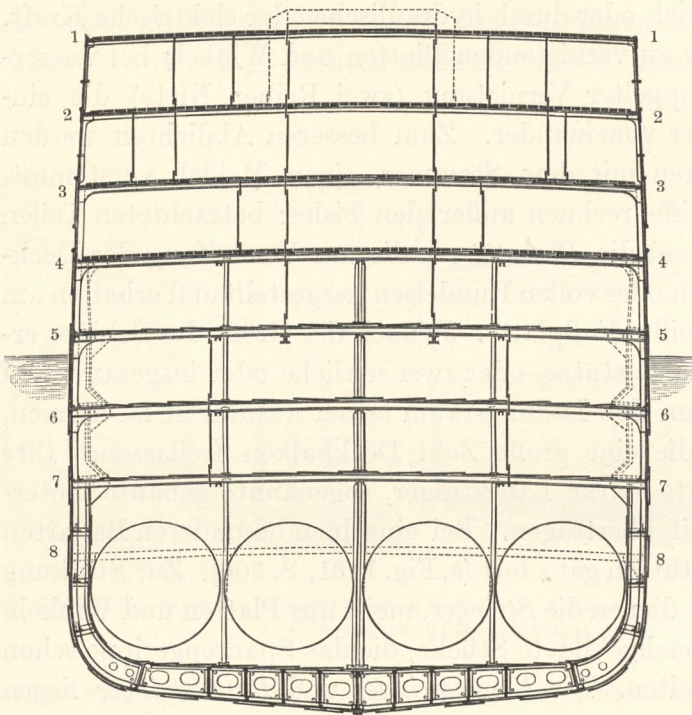


Fig. 1130. Hauptspant eines Handelsschiffes (1 Sonnendeck, 2 Promenadendeck, 3 Brückendeck, 4 Awningdeck, 5 Oberdeck, 6 Hauptdeck, 7 Raumdeck, 8 Orlopdeck).

gleich der wichtigste Längsverband des Schiffes. Die Stärke der verwendeten Platten richtet sich nach der Schiffsgröße und nach der Stelle am Schiffskörper, den die Platte decken soll; sie schwankt für die Platten des Flachkiels zwischen 16 und 19 mm bei Spantabständen von 60—65 cm und Plattenbreiten von 85—93 cm. Die Plattenlängen sind sehr verschieden, je nach der erforderlichen Krümmung der Außenfläche; man verwendet Platten bis 10 m lang. Vom Kiel nach oben nimmt die Plattenstärke allmählich ab, ebenso von der Schiffsmittle nach den Enden. Die untersten Plattengänge neben dem Kiel sind die *Kielgänge*, dann folgen die *Bodengänge*, dann in der Kimm (der Spantenkrümmung des Schiffesbauches) die *Kimmgänge*; darüber erhebt sich die Seitenbeplattung, deren oberste Gänge *Schergänge* genannt werden. Die einzelnen Platten jedes Ganges stoßen stumpf gegeneinander; sie werden am Stoß, dem senkrechten Plattenrand, von innen mittels einer Stoßplatte (oder Stoßblech) durch Nietung miteinander verbunden. Die Stöße müssen zwischen die Spanten fallen; die einzelnen Plattengänge fassen mit Nähten übereinander. Am gebräuchlichsten ist es, die Außenhaut mit an- und abliegenden Gängen zu befestigen: der anliegende Plattengang liegt flach an den Spanten an; der nächste Gang unter und über dem anliegenden steht um die Plattenstärke vom Spant ab, wobei der Raum zwischen Spant und Platte durch einen Füllstreifen (Füllblech) ausgefüllt wird. Sehr selten kommt noch die alte, dem Holzschiffbau nachgeahmte Klinkerbauart vor, bei der die Nähte der Platten dachziegelartig übereinander gelappt

Verschlüsse so verkuppelt sind, daß stets die eine Tür nur geöffnet werden kann, wenn die andere geschlossen ist. Bei sehr großen Schiffen, und besonders bei Kriegsschiffen, baut man auch *Längsschotte* ein, besonders zwischen den Maschinen- und Kesselräumen und als Längswände für die Kohlenbunker. Durch die Längsschotte werden die wasserdichten Abteilungen zwischen je zwei Querschotten nochmals in 2—4 Räume geteilt, außerdem versteifen die Schotte den Längsverband. Auch die sogenannten *Schlingerschotte*, Längswände in den Laderäumen, die das Übergehen loser Ladung (Kohlen, Erz, Getreide usw.) nach einer Schiffsseite im Seegang beim Schlingern des Schiffes verhüten, stärken, wenn sie zwischen Deckstützen aus Stahlwänden fest eingebaut sind, den Längsverband.

Die *Außenhaut*, die den wasserdichten Abschluß des Schiffesgerippes bildet, ist zu-

sind. Noch seltener läßt man die Kanten der Plattengänge stumpf gegeneinander stoßen und deckt die Nähte wie die senkrechten Stöße durch schmale Laschungsbleche. Zuweilen gibt man einer Plattenseite auch einen gebörtelten oder gekröpften Rand, der über den flachen Rand des nächsten Ganges greift.

Die *Deckbeplattungen* werden etwa gleichzeitig mit der Außenhaut eingebaut. Über Lage und Benennung der *Decke* unterrichtet Fig. 1130. Auf Frachtdampfern und Kriegsschiffen erhalten alle Decke Beplattungen, die glatt, geraut oder mit Belag verschiedener Art versehen sind. Hölzerne Decke werden noch auf Passagierdampfern verwendet, weil sie am angenehmsten für das Gehen sind; aber auch diese Dampfer erhalten Holzplanken nur für das Oberdeck, die Promenadendecke und das Brücken- und Bootsdeck, dagegen Stahlbeplattung wegen der Feuersicherheit auf allen unteren Decken. Die Deckbalken sind so gewölbt, daß auch die stählernen Decke Sprung und Bucht wie Holzschiffe (S. 474) erhalten. Die Plattengänge laufen längsschiffs und werden von der Mittellinie nach den Seiten entweder klinkerartig gelegt oder an den Stößen und Nähten mit Laschungen an der Unterseite zusammengefügt. Die Decke unter den Aufbauten müssen wasserdicht sein. Das Haupt- oder Oberdeck muß auch sehr stark sein, weil es die obere Gurtung des Kastenträgers bildet, als den man den Schiffskörper betrachten kann; deshalb ist das Hauptdeck ebenfalls ein wichtiger Längsverband. Die Luken in den unteren Decken können durch Lukendeckel meist wasserdicht geschlossen werden, aber der wasserdichte Abschluß der oberen Decke ist im allgemeinen weniger wichtig für die Erhaltung der Schwimmfähigkeit als der rechtzeitige Verschluß aller Schotttüren in gefährdeten Abteilungen.

Wenn alle Hauptverbände eingebaut sind, wird mit dem Ausbau einzelner Innenteile begonnen. Die Wellentunnels für die Schraubenwellen werden zwischen dem achteren Maschinenschott und dem Stopfbuchenschott eingebaut; die Drucklager, Wellenböcke, Stevenrohre (auch *Wellenhosen* genannt), Stopfbuchsen werden vorbereitet und angebracht. Wasserdichte Schiebetüren schließen die Wellentunnels gegen die Maschinenräume ab. Oft werden vor dem Stapellauf auch die Schraubenwellen schon eingesetzt und die Schiffsschrauben auf ihren Köpfen befestigt. Gleichzeitig werden je nach der Bauart des Schiffes die stählernen Deckaufbauten und Deckhäuser, Brücken usw. gebaut, während das Einsetzen der Maschinen und Kessel stets erst nach dem Stapellauf erfolgt, um den auf dem Lande erbauten Schiffskörper bei seinem Hinabgleiten ins Wasser nicht mehr als nötig zu belasten.

Der **Bau stählerner Kriegsschiffe** weicht im einzelnen von dem besprochenen Handelsschiffbau ab. Nach dem Aufbau des Doppelbodens wird bei Panzerschiffen und Panzerdeckskreuzern zunächst der Bau bis zum Panzerdeck geführt. Die Spanten behalten auch oberhalb des Doppelbodens dieselbe Breite und Stärke, um als Panzerträger für den Panzergürtel und dessen Hinterlage zu dienen und zugleich den schrägen Rand des Panzerdecks zu tragen. Mehrere wasserdichte Längsschotte, die innerhalb des Doppelbodens stehen, trennen von den inneren Schiffsräumen einen kleineren äußeren und größeren inneren *Wallgang* ab (zum Schutz gegen Torpedoschüsse) und stützen zugleich das *Panzerdeck*, das in der Mitte nochmals von einem Mittellängsschott getragen wird. Die Lage des Panzerdecks und der Panzerung zeigt die Abbildung des Hauptspants eines Linienschiffes (Fig. 1131). Während der Bau des Unterschliffes fertiggestellt wird, werden auch die *Schlingerkiele* oder *Kimmkiele* in der Kimmung, der stärksten Krümmung des Schiffsbodens, eingebaut. Sie festigen ebenfalls den Längsverband; ihr Zweck ist, heftiges Schlingern oder Rollen des Schiffes um die Längsachse bei seitlichem Seegang zu verhüten. (Auf Handelsschiffen sind sie sehr selten.) Sie sind je nach Bedarf  $\frac{1}{4}$ —1 m hoch und werden im mittleren Schiffsteil auf  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$  der Schiffslänge angebracht. Auch die *Lenzrohre* im und über dem Doppelboden, die zum Entleeren der einzelnen wasserdichten Zellen dienen, werden gelegt und ihre Schleusenschieber eingebaut. Wenn die sehr starken Deckbalken und Schlingen (kurze Balkenstücke) des Panzerdecks eingebaut und die Platten der Panzerung darauf befestigt sind, wird der Bau des Oberschliffes begonnen. Die Spanten werden auf dem Panzerdeck aufgestellt und befestigt, dann die Deckbalken und Deckstützen für die obere Decke aufgebaut und die Außenhaut bis zum Oberdeck aufgelegt. Zugleich werden die

aus mächtigen Gußstahlstücken hergestellten Steven aufgesetzt und Heck und Bug fertig gebaut. Für den Panzergürtel wird die Teakholzunterlage auf die Außenhaut befestigt (die sehr schweren Panzerplatten des Gürtels werden aber erst nach dem Stapellauf aufgesetzt). Im Zwischendeck wird innerhalb der Außenhaut der *Kofferdamm* gebaut; er besteht aus einer langen Reihe wasserdichter Zellen rings um die Wasserlinie des Schiffes, die mit leckstopfendem Material (Schichten von Kork und Marineleim) gefüllt werden. Dieser *Korkgürtel* schützt die Wasserlinie gegen Schußverletzungen; sobald Wasser durch ein Schußloch eindringt, quillt der Kork auf und stopft das Leck. Panzerkreuzer wurden früher noch gekupfert, indem über die stählerne Außenhaut eine einfache oder doppelte Holzplankenlage gelegt wurde, auf der die Kupferhaut kupferfest (d. h. mit bronzenen Nägeln) befestigt wurde. Neuerdings zieht man es vor, die stählerne Außenhaut mit dickem Farbenanstrich zu versehen und die Schiffe auch im Ausland öfters zur Bodenreinigung zu docken. Vor dem Stapellauf werden noch die *Torpedorohre* unter der Wasserlinie in Vor- und Achtersteven und in der Breitseite nebst ihren Schleusenschiebern eingebaut. Auch die

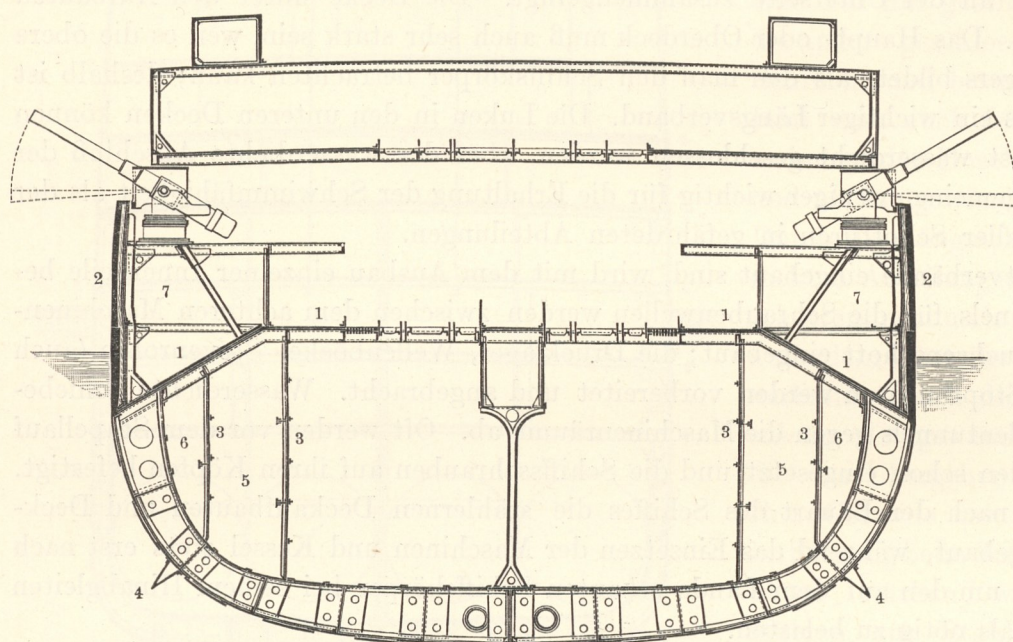


Fig. 1131. Hauptspant eines Linienschiffes (1 Panzerdeck, 2 Panzergürtel, 3 Längsschotte, 4 Schlingerkiel, 5 innerer Wallgang, 6 äußerer Wallgang, 7 Kofferdamm).

*Wellenrohre* für die Schraubenwellen werden eingezogen und seitlich vom Achtersteven die Schraubenböcke befestigt. Auch das Ruder wird meist schon eingebaut, ebenso die Wellenlager. Oft werden auch die Schraubenwellen und Propellerschrauben vor dem Stapellauf eingesetzt. Für die Maschinen und Kessel werden nur die Fundamente, aus sehr starken Stahlbalken und Winkeln bestehend,

eingebaut. Die Oberdeckbeplattung wird fertig gelegt, während die Deckaufbauten, Geschütztürme, Kommandobrücken und Türme erst nach dem Stapellauf eingebaut werden; der ganze innere Ausbau des Schiffes beginnt erst nach dem Stapellauf.

*Der Stapellauf großer Schiffe* gehört zu den schwierigen Aufgaben moderner Schiffsbau-technik. Die kleineren Schiffe und Fahrzeuge laufen auch heute noch auf ihrem Kiel ab, auf gut geschmierter Gleitbahn; ihre seitlichen Ablaufschlitten dienen nur zur Abstützung, um das Umfallen des Schiffskörpers zu verhüten. Bei den schweren Schiffskörpern der heutigen Mammutdampfer der Handelsflotte und der „Dreadnoughts“ der Kriegsmarine, die beim Stapellauf bereits bis zu 30 Mill. kg (beim Dampfer „Imperator“) angewachsen sind, müssen sehr sinnreiche Einrichtungen getroffen werden, damit das schwere Schiff beim Gleiten in sein Element keinerlei Schaden erleidet. Diese schweren Schiffe brauchen eine breite Unterlage zum Ablauf, sowohl zur Druckverteilung wie zur Verhütung des Umkippens. Zwei- oder sogar dreifache *Gleitbahnen* zu beiden Seiten der Stapelklötze (auf denen der Flachkiel beim Bau ruht) werden schon vor dem Baubeginn auf der Helling erbaut. Wie schon erwähnt, hat die Bauhelling bei großen Schiffen für 200 m Länge etwa 10 m Fall nach dem Wasser hin, ihr äußeres Ende, die Ablaufbahn, noch etwas mehr. Die Gleitbahnen haben denselben Fall und werden seitwärts mit starken Stützen verstrebt, um durch das Schiffsgewicht beim Abrutschen nicht seitwärts auseinandergequetscht zu werden. Der Schiffskörper, an dessen Unterwasserteil alle Öffnungen, wie Bodenventile,

Schraubenwellenrohre, Unterwasserrohre der Torpedos, Saugrohre der Zirkulationspumpen usw., vor dem Stapellauf geschlossen werden müssen, ruht beim Ablauf auf etwa 4—6 Paar zu beiden Seiten gleichmäßig angeordneten starken, hölzernen Laufsclittten, deren schwere Gleitplanken wie Schlittenkufen auf den Gleitbahnen rutschen, wenn sie gut geschmiert sind. Die Laufsclittten werden mit Winkeleisen an der Außenwand des Schiffes befestigt. Auf den meisten Bauwerften werden die Schiffe so auf Stapel gesetzt, daß ihr Heck, der verletzlichste Teil, dem Wasser am nächsten ist und beim Ablauf zuerst zu Wasser kommt (Fig. 1132). Der Bug mit seinem meist geraden und scharfen Vorsteven hat günstigere Form und größere Festigkeit, so daß er beim Aufschwimmen des Schiffskörpers, während nur das Vorderteil des Schiffes noch auf die Gleitbahnen drückt, die Festigkeit des ganzen Baues nicht gefährdet. Da aber bei großen Schiffen im Augenblick des Flottwerdens des Hinterschiffes doch zuweilen Beschädigungen des Bugs oder ein Festhängen auf der Bauhelling vorkommen, werden in letzter Zeit die zuletzt ins Wasser rutschenden Ablaufschlitten für den Bug schwerer Schiffe in sinnreicher Weise eingerichtet: Zu beiden

Seiten des Schiffsbugs sind außen stählerne Drehlager mit wagenrechten Achsen angebracht, die auf entsprechenden Achslagern der beiden Bugablaufschlitten ruhen. Im Augenblick des Flottwerdens übertragen diese *Drehlager* den gewaltigen Druck des Bugs nicht nur, wie früher, auf die Endpunkte der Bugschlitten, sondern auf deren ganze, ziemlich lange

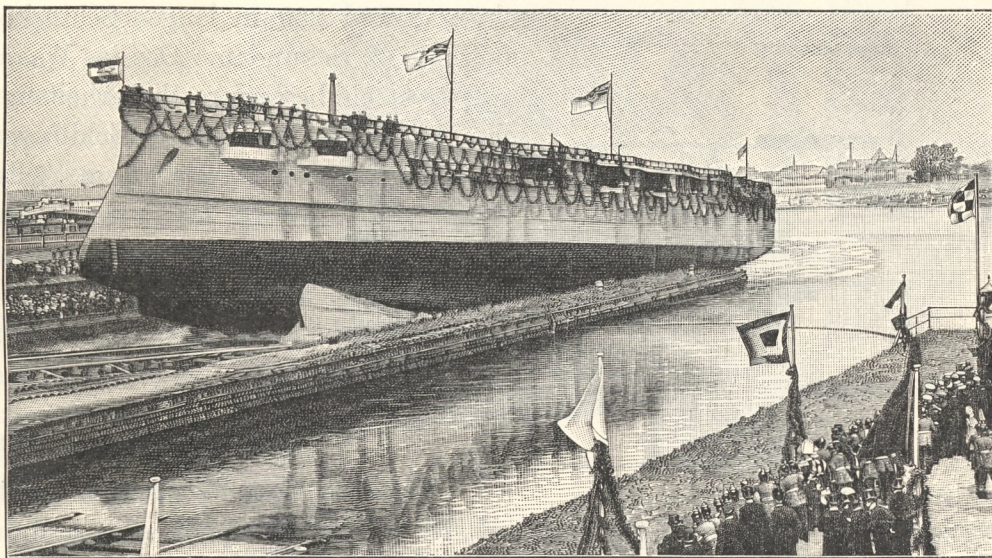


Fig. 1132. Schiff im Stapellauf.

Gleitfläche; so kann der letzte und gefährlichste Teil des Ablaufs glatt und ohne Schaden erfolgen.

Um den Schiffskörper von den Stapelklötzen auf die Ablaufschlitten zu setzen, verwendet man in England noch immer die alte, unbequeme und handwerksmäßige Methode des Aufkeilens. Mehrere hundert Arbeiter müssen in der Nacht vor dem Stapellauf zwischen die Laufplanken und das Obergestell der Ablaufschlitten von beiden Seiten sehr flache, aber starke eichene Keile eintreiben, um den Schiffskörper auf den Schlitten so viel zu lüften, daß die Stapelklötze vom Druck frei und entfernt werden können. Stundenlanges Eintreiben der Keile hebt den Schiffskörper einige Millimeter, und das genügt zum Herausschlagen der aufgekeilten Stapelklötze, so daß dann der Schiffskörper nur noch auf den Ablaufschlitten ruht. Je kürzere Zeit vor dem Stapellauf das Aufkeilen geschieht, um so besser; wenn das Schiff lange auf den Schlitten ruht, quetscht sein Gewicht das Schmiermaterial zwischen Schlitten und Gleitbahn heraus, und der Ablauf kann nicht oder nicht glatt erfolgen. Viel einfacher ist die weit sinnreichere deutsche Methode des Aufsetzens des Schiffskörpers auf die Ablaufschlitten. Beim Stapellauf des Panzerkreuzers „Blücher“ wurden schon beim Baubeginn, also vor dem Strecken der Kielplatten, die 130 Stapelklötze des 152 m langen Schiffes in viereckige eiserne Töpfe genau eingepaßt; jeder Topf war mit Sand gefüllt und wurde von seinem Stapelklotz nach oben genau abgeschlossen, so daß kein Sand entweichen konnte, solange die Bodenschrauben des Topfes geschlossen waren. Auf diesem Sandtopfstapel wurde in 18 Monaten das Schiff erbaut. Zum Stapellauf wurden die Laufsclittten auf den Gleitbahnen genau unter dem Schiffskörper angebracht; kurz vor dem Ablauf wurden auf ein Signal die vier Bodenschrauben jedes Sandtopfes herausgenommen, so daß der Sand infolge des Druckes

des Schiffsgewichts herausgepreßt wurde. Auf diese Weise wurde binnen 3 Minuten das Riesenschiff vom Baugerüst auf sein Ablaufgerüst gesetzt, wo dann sofort der Ablauf glatt vonstatten ging. An Schmiermaterial wurden dabei verbraucht 1050 kg grüne Seife, 300 kg Rindertalg und 250 kg Ablaufschmiere. Um vorzeitiges Ablauen (vor der Schiffstauffeier) zu verhüten, werden die Laufschlitten jeder Gleitbahn untereinander mit starken Tauen verbunden; die obersten Schlitten werden durch eine leicht zu lösende Haltevorrichtung am Lande befestigt. Mit Beendigung des Taufaktes werden die Tauhemmungen mit Beilen gekappt, oder die hebelartige Haltevorrichtung löst sich zuweilen auch selbsttätig, wenn die Flasche den Bug trifft. Beim Stapellauf der „Olympic“ war am Unterende der Ablaufschlitten eine knaggenförmige Hemmvorrichtung (Fig. 1133) angebracht; den Knaggen hielt der Kolben einer hydraulischen Presse fest. Bei der Taufe wurde das Ventil der hydraulischen Presse geöffnet, gleichzeitig drückten am Innenende der Bauhelling mehrere Kolben anderer hydraulischer Pressen gegen den Schiffsbug; der des Halts beraubte Ablaufschlitten setzte sich aber schon in Bewegung, ehe die Schiebervorrichtung (die als Reserve vorgesehen war) zu wirken brauchte. Der Stapellauf des 27 000 Tonnen

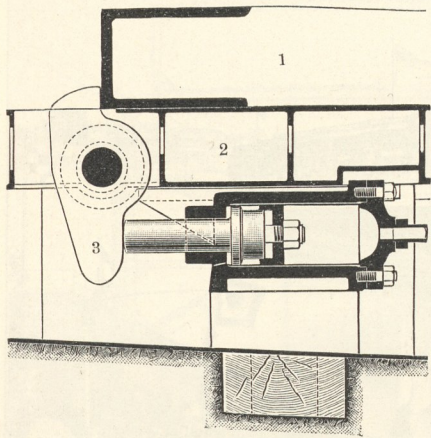


Fig. 1133. Hydraulische Hemmvorrichtung beim Stapellauf der „Olympic“ (1 Ablaufschlitten, 2 Gleitbahn, 3 Knaggen).

schweren und 269 m langen Schiffskörpers vollzog sich glatt innerhalb 62 Sekunden. Das ins Wasser gleitende Riesenschiff forderte noch besondere Sicherheitsmaßregeln, um es in dem schmalen Flusse, an dem die Schiffswerft von Harland & Wolff in Belfast liegt, rechtzeitig zum Stillstand zu bringen. Acht bis zu 80 t schwere Anker waren im Fluß verankert, ihre 7—8zölligen Stahltrossen waren an den Festmachepollern an Bord der „Olympic“ befestigt. Sobald das Schiff flott war, kamen alle acht Stahltrossen gleichzeitig steif zum Tragen und hielten das Schiff fest.

## 2. Schiffsmaschinen.

Die *Maschinenanlage* wird meist erst nach dem Stapellauf, bei großen Dampfern stets erst dann eingebaut, während das Schiff im Bauhafen der Werft am Kai unter dem großen Kran liegt. Zum Antrieb von Dampfern verwendet man als Treibapparate die Schiffsschraube (den Schraubenpropeller), die Schaufelräder oder das Schraubenrad. Der *Schraubenpropeller* hat den Vorteil, daß er auch im Seegang fast stets unter Wasser gleichmäßig wirkt, während die ältere Antriebsform der Schaufelräder nur noch auf Flußdampfern üblich ist, weil die an beiden Schiffsseiten angebrachten Räder im Seegang sehr oft ungleichmäßig arbeiten, auch leichter Verletzungen bei den Stoßbewegungen des Schiffes ausgesetzt sind. Für Kriegsschiffe kommt noch die leichte Treffbarkeit der Schaufelräder, die zum größten Teil frei über Wasser angebracht sein müssen, durch Geschosse hinzu. Als Seedampfer dienen fast nur noch *Schraubendampfer*, deren Propeller, die zwei- bis vierflügelige *Schiffsschraube*, am Heck des Schiffes unter Wasser auf der *Schraubenwelle* sitzt; diese führt in wasserdichter Stopfbüchse durch das Schiff längsschiffs, parallel dem Kiel, zur Maschine, wo sie durch Kurbeln mit den Zylinderstangen der Dampfmaschine verkuppelt ist. Die meisten *Schrauben* sind dreiflügelig mit gekrümmten Flügeln aus Stahl, Bronze oder aus Stahl mit Bronzeüberzug. Je nach der Drehungsrichtung der Kurbeln schraubt sich die Schiffsschraube vorwärts oder rückwärts in die sie umgebende Wassermasse ein. Da das Wasser aber der Schraube zum Teil ausweicht, gehen, je nach ihrer Form und nach der Form des Schiffshinterteils, 20—30 Proz. der Arbeitsleistung verloren. Diesen Verlust nennt man *Slip* oder *Schlipp* der Schraube. Die kleineren Dampfer haben meist nur eine Schraube, die in einem Rahmen zwischen Hintersteven und Rudersteven vor dem Ruder liegt. Große Seedampfer und Kriegsschiffe werden jetzt meist als *Doppelschraubendampfer*, mit zwei Maschinen nebeneinander, gebaut. Diese wenden, wenn eine Schraube vorwärts, die andere rückwärts arbeitet, fast auf der Stelle und sind sicherer gegen Seegefahr, da sie im Notfall mit *einer* Schraube fahren können. Auch haben Doppelschrauben