

WYDZIAŁ POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

II

2781

L. inw.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000297564

Technik und Wirtschaftlichkeit
im Schiffahrtsbetriebe

Dr. Walter L. Zeiss



Technik und Wirtschaftlichkeit im Schiffahrtsbetriebe

Von

Dr. Walter Laeisz



7. Nr. 29765



Jena

Verlag von Gustav Fischer

1910

X
236

62.63

Alle Rechte vorbehalten

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

112781

Aks. Nr.

2215/49

Vorwort des Herausgebers.

Ein allzufrüher Tod, welcher einem hoffnungsvollen Leben ein Ende setzte, hat den Verfasser gehindert, diese Abhandlung, seiner Absicht gemäß, vor dem Abdruck einer nochmaligen Revision zu unterziehen und sie in einigen Punkten zu ergänzen. Wenn infolgedessen die Arbeit in Inhalt und Form nicht ganz den Anforderungen entsprechen mag, welche der Verfasser an sich selber stellte, so glaube ich doch, daß die Veröffentlichung auch in der vorliegenden Gestalt durch den Wert der Arbeit gerechtfertigt wird.

Jena, den 1. September 1910.

J. Pierstorff.

Vorwort des Verfassers.

Man nennt das letzte Jahrhundert vielfach das Jahrhundert der Technik, weil in seinem Verlaufe die Technik einen ungeahnten Aufschwung nahm und mit der Einführung der Dampfmaschine Fortschritte zu verzeichnen waren, wie sie sonst in bedeutend längeren Zeiträumen nicht geschaffen wurden. Gleichzeitig trat eine ungeahnte Entwicklung der Volkswirtschaft ein, eine Zunahme von Handel und Verkehr, wie man sie nie für möglich gehalten hatte. Der Zusammenhang zwischen diesen beiden Erscheinungen ist ein tieferer und innigerer, als es auf den ersten Blick erscheint und macht sich auf allen Gebieten bemerkbar. Zweck der vorliegenden Arbeit soll es sein, auf dem Gebiete des Schiffbaues und der Schifffahrt diesen Zusammenhang zu untersuchen. Freilich ist auch dieses Gebiet noch so groß und greift so vielfach in andere Gebiete über, daß nur ein Teil berücksichtigt werden konnte, und zwar der Zusammenhang der Technik und der Wirtschaftlichkeit bei der Bauausführung der Schiffe und die direkt daraus erzielten Vorteile für den Schiffahrtsbetrieb.

Der weitgehende Einfluß, den die Fortschritte im Schiffbau auf die Entwicklung der Eisenindustrie und der übrigen Hilfsindustrien hatte, ist nicht näher behandelt worden, ebensowenig, wie die Wirkung des gesteigerten Handels auf die Entwicklung der andern Industrien und der Landwirtschaft, d. h. mehr oder weniger auf die gesamte Volkswirtschaft, weil diese weitgehenden Untersuchungen den Rahmen der vorliegenden Arbeit bedeutend überschreiten müßten.

Walter Laeisz.

Herrn Geheimrat Prof. Dr. Pierstorff in Jena erlaubt sich der Unterzeichnete für das freundliche Interesse, das er dieser Arbeit entgegengebracht hat, auch an dieser Stelle seinen verbindlichsten Dank auszusprechen, ebenso Herrn Dr. Walther Stiller in Hamburg, der zusammen mit dem Unterzeichneten das Manuskript vor der Drucklegung durchsah.

Hamburg, den 3. September 1910.

Kurt Laeisz.

Inhalts-Verzeichnis.

	Seite
Fortschritte beim Bau des Schiffsrumpfes	I
Fortschritte beim Bau der Maschinen	13
Fortschritte beim Bau der Kessel	28
Die Propeller der Schiffe	31
Mittel zur Erhöhung der Geschwindigkeit	36
Technische Fortschritte bei der Ausrüstung der Schiffe	51
Spezialisierung der Schiffstypen	58
Erhöhung der Sicherheit der Schiffe	66
Schlußwort	98
Benutzte Literatur	99

Fortschritte beim Bau des Schiffsrumpfes.

Eine entwickelte Volkswirtschaft verlangt möglichst vollkommene und billige Transportmittel. Daneben stellt sie die Forderung, daß die Waren in einem bestimmten Zeitraum und mit einer gewissen Sicherheit an ihren Bestimmungsort gelangen. Der größte Teil des Exportes und Importes vollzieht sich heute durch Schiffe und es soll nun Zweck der folgenden Zeilen sein, nachzuweisen, wie durch die Fortschritte der Technik das Schiff als Transportmittel für Menschen, Waren und Post vervollkommenet wurde, sich den Bedürfnissen der Volkswirtschaft anpaßte und zum Teil erst durch die technischen Fortschritte eine derartige Entwicklung der Volkswirtschaft möglich machte.

Um die Transportleistung eines Schiffes zu erhöhen, giebt es zwei Mittel, nämlich eine Vergrößerung der Ladefähigkeit und eine Erhöhung der Geschwindigkeit des Schiffes. Diese beiden Forderungen widersprechen sich, da eine Erhöhung der Geschwindigkeit eine Vergrößerung der Maschine etc. bedingt und dadurch natürlich die Ladefähigkeit abnimmt. Es ist daher die Aufgabe des Ingenieurs, das ihm zur Verfügung stehende Displacement des Schiffes so zu verteilen, daß das Schiff möglichst wirtschaftlich die größte Leistung aufweist.

Mit Displacement eines Schiffes bezeichnet man das Gewicht des von ihm verdrängten Wassers. Dies ist gleich dem Gewichte des Schiffes, seiner Zubehöerteile incl. Maschine und Kessel etc. und der Ladung. Gewicht des Schiffes usw. sind natürlich ein unfruchtbarer Teil des Displacements, das möglichst zu verringern ist. Daneben sind die einzelnen Teile auch in möglichst geringen Abmessungen zu halten, um einen Laderaum von möglichst großen Dimensionen zu erhalten, damit bei leichter Ladung, wie Holz, Baumwolle etc. die Tragfähigkeit des Schiffes voll ausgenutzt werden kann.

Als Baumaterial für Schiffe ist, solange eine Schifffahrt besteht, bis zum Ende des 18. Jahrhunderts fast ausschließlich Holz

verwendet worden. Während nun ursprünglich Holz in allen Ländern in genügendem Maße vorhanden war, trat hierin in einer Reihe von Ländern mit der Zeit ein Mangel ein. Besonders England mit seiner ausgedehnten Schifffahrt und seinem stark entwickelten Schiffbau war schon im 18. Jahrhundert genötigt, Schiffbauholz in großem Maße einzuführen. Durch den Transport des Holzes wurde natürlich der Bau verteuert, und so sehen wir, daß England in dieser Zeit einen nicht so stark entwickelten Schiffbau besaß, wie man nach dem Bestande seiner Flotte annehmen mußte. Ein Teil der englischen Flotte wurde damals in Skandinavien, Deutschland und Holland gebaut. Diese Länder besaßen zum Teil selber große Waldungen, oder es konnte wie bei Holland, der Transport des zum Schiffbau benötigten Holzes durch Flößerei leicht und billig auf den Flüssen erfolgen.

Die Ausübung des Schiffbaues war in jener Zeit eine handwerksmäßige. Die Schiffszimmerleute waren in Zünften organisiert, die eifersüchtig darüber wachten, daß kein Unbefugter sich in ihrem Handwerke betätigte. Gebaut wurde nach den Erfahrungen, die man beim Baue früherer Schiffe gewonnen hatte; die Formen des Schiffes wurden nach dem Augenmaß bestimmt oder den Formen bestehender Schiffe nachgebildet¹⁾; höchstens wurden bei Schiffen, von denen man eine besondere Schnelligkeit wünschte, vorher kleine Holzmodelle geschnitzt und die Form der Schiffe danach bestimmt.

Dem damaligen Baumaterial, dem Holze, hafteten jedoch eine Reihe Nachteile an. Die wesentlichen waren folgende: Erstens hat das Holz eine verhältnißmäßig geringe Festigkeit, wenn man seine Abmessungen in Betracht zieht. In Bezug auf das spezifische Gewicht hat allerdings das meist zum Schiffbau verwendete Eichenholz eine größere Festigkeit als das Eisen. 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. Der größte Nachteil des Holzes besteht aber darin, daß sich gute Verbindungen zwischen den einzelnen Teilen nur unter großem Material- und Arbeitsaufwand herstellen lassen. Trotz alledem bleiben die Verbände verhältnißmäßig schwach. Wenn man sich vergegenwärtigt, daß die einzelnen Planken in der Außenhaut eines hölzernen Schiffes

¹⁾ So bauten z. B. die Engländer sehr oft Kriegsschiffe nach den Maßen und Formen der genommenen französischen Schiffe, da der Schiffbau in Frankreich während des 18. Jahrhunderts weiter fortgeschritten war, als in England.

in ihren Stoßfugen gar nicht miteinander verbunden sind, an diesen Stellen also auch gar keine Widerstandsfähigkeit gegen Zug vorhanden ist, so wird man begreifen, wie sehr die Konstruktion eines eisernen Schiffes, bei dem die Stöße der Platten fest durch Nietung miteinander verbunden sind, derjenigen eines hölzernen überlegen ist. In dieser Unmöglichkeit, bei hölzernen Schiffen Verbindungen von genügender Festigkeit herzustellen, liegt es auch begründet, daß man bei den Dimensionen der Holzschiffe nicht über eine bestimmte Größe gehen konnte. Ein weiterer schwerer Nachteil, der dem Holze anhaftet, ist die beschränkte Möglichkeit, dem Holze die gewünschte Form zu geben, ohne daß die Festigkeit zu sehr darunter leidet. Die Festigkeit des Holzes ist im wesentlichen eine Längsfestigkeit. Man ist daher gezwungen, das Holz so zu verwenden und einzubauen, daß die Beanspruchungen im wesentlichen in der Richtung der Faser des Holzes auftreten. Nun besitzt aber gerade der Schiffskörper eine so komplizierte Form, daß es oft unmöglich ist, beim Holzschiffbau die gewünschte und praktischste Form zu wählen, weil man auf das Baumaterial Rücksicht nehmen muß. Um nicht zu sehr gebunden zu sein, war jede Werft genötigt, sich ein großes Lager von Holzbeständen, speziell von krumm gewachsenem Holze, zuzulegen, sodaß eine gute Schiffswerft hierin ein beträchtliches Kapital anlegen mußte, um den Ansprüchen, die an sie herantraten, gerecht werden zu können. Die Zinsen dieses Kapitals mußten natürlich zu den Kosten der einzelnen Schiffe geschlagen werden, verteuerten den Schiffbau und verringerten die Rentabilität des Schiffahrtsbetriebes. Zum Teil war es überhaupt nicht möglich, Holz von den gewünschten Formen zu erlangen, und man war gezwungen, als Ersatz schwierige und komplizierte Konstruktionen einzubauen. Um für die staatlichen Zwecke, vor allem den Bau von Kriegsschiffen, stets Holz von den gewünschten Formen vorrätig zu haben, hatte beispielsweise in Frankreich die Krone das Vorrecht, sich beim Abholzen von Wäldern das ihr passende Holz auszusuchen.

Dazu kam noch, daß das Holz ein unzuverlässiges Baumaterial war, das sich auch nach dem Einbau noch leicht durch äußere Einflüsse, wie Nässe, Hitze usw. in Form oder Beschaffenheit stark veränderte. Selbst bei genauer vorhergehender Prüfung des beim Bau verwendeten Holzes und einer sorgfältigen Überwachung des Baues selber konnte man die Lebensdauer eines Holzschiffes nicht vorher bestimmen. Es hat Schiffe gegeben, die schon nach

wenigen Jahren abgewrackt werden mußten, während andere 50 Jahre und länger ihren Dienst versehen konnten. Die einzige Vorsichtsmaßregel, die man treffen konnte, die aber auch nicht unbedingt Erfolg hatte, war die Verwendung von nur gut ausgetrocknetem und abgelagertem Holz. Ferner empfahl es sich, das Schiff auf Stapel möglichst lange stehen zu lassen, um etwaige Formveränderungen, die sich hierbei ergaben, beseitigen zu können. Dieses lange Liegen der Schiffe auf Stapel verteuerte aber natürlich wiederum ihren Bau und machte es notwendig, sie lange vor dem eintretenden Bedarfe zu bestellen. Da aber trotz aller Vorsichtsmaßregeln ein schneller Verbrauch des Holzschiffes nicht ausgeschlossen war, war eine genaue Kalkulation des Reeders in Bezug auf Abschreibung usw. nicht möglich, und infolgedessen mußte der Reeder einen größeren Gewinnzuschlag nehmen, sodaß dadurch wieder die Transportkosten stiegen.

Neben diesen Nachteilen des Holzes führten noch folgende Gründe zur Einführung des Eisenschiffbaues. Das zum Schiffbau geeignete Holz wurde immer knapper und teurer; befördert wurde dies durch den starken Kriegsschiffbau in England und Frankreich während der Napoleonischen Kriege. Daneben mußte man aber nach der Einführung der Dampfmaschine als Fortbewegungsmittel eine bedeutend größere Festigkeit des Schiffskörpers verlangen. Beim Anwachsen der Maschinenkräfte zeigte sich bald, daß trotz aller Vorsichtsmaßregeln Lockerungen der Fugen eintraten. Eine Abhilfe konnte hier nur ein Material schaffen, dessen Verbindungen sich fester und inniger herstellen ließen, als dies beim Holze der Fall war. Dieses Material fand man im Eisen.

Die Verwendung des Eisens als Material zur Herstellung ganzer Schiffkörper ist durchaus nicht so neu, als gewöhnlich angenommen wird. Schon vor mehr als 100 Jahren, im Jahre 1787, erwähnt eine englische Zeitschrift eiserne Kanalboote. Vor dieser Zeit ist das Eisen wohl kaum in ausgedehnterem Maße beim Schiffbau zur Anwendung gelangt, da die Fabrikation von eisernen Platten und Stangeneisen erst im Jahre 1784 eingeführt wurde, während man bis dahin nur gehämmerte Bleche kannte. Obwohl nun von dieser Zeit ab mehrfach eiserne Kanalboote zur Verwendung gekommen sind, so geschah doch der erste größere Schritt in der Konstruktion eiserner Fahrzeuge erst im Jahre 1822 mit dem Bau des Dampfschiffes »Aron Manby«. Bald folgten eine Reihe eiserner Dampfschiffe, obwohl ein großer Teil selbst der Fachleute das Eisenschiff für ein Phantasiegebilde »wider die

natürliche Ordnung der Dinge« erklärte. Jedenfalls aber genügte selbst die geringe Anzahl der bis dahin erbauten eisernen Schiffe, um dem neuen Schiffsbaumaterial die allgemeine Aufmerksamkeit zuzuwenden und die Vorzüge desselben gegenüber dem Holze deutlich erkennen zu lassen. Wenn man nun auch die erheblichen Vorteile, welche das neue Schiffbaumaterial an sich gewährte, bald anerkannte und sich des Eisens vielfach beim Bau von Fluß- und Küstenfahrzeugen 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 Kompasses an Bord solcher Fahrzeuge. Erst nach einer Reihe von Jahren, Ende der 30er Jahre des vorigen Jahrhunderts, schritt man zum Bau eiserner Seeschiffe.

Der Übergang vom Holzschiffbau zum Eisenschiffbau vollzog sich am schnellsten in England, zum Teil, weil hier das bisherige Schiffbaumaterial am teuersten war, zum Teil, weil die schon damals kräftig entwickelte englische Industrie die nötigen Vorbedingungen für den Eisenschiffbau gewährte. In Deutschland fand der Eisenschiffbau erst wesentlich später Eingang als in England. Begründet liegt dies einerseits in der damaligen politischen und wirtschaftlichen Lage Deutschlands, andererseits in der Entfernung der Schiffswerften von den Zentren der Eisenproduktion. Während in England Bergwerke, Hüttenwerke und die Schiffswerften nahe beieinander liegen, so daß keine wesentlichen Transportkosten entstehen, liegen in Deutschland zwischen den Hauptwerften im Nord- und Ostseegebiet und den Gegenden, in denen Eisen gewonnen wird, weite Entfernungen, die mittels Landtransportes überwunden werden müssen. Hinzu kam, daß die Vorschriften von Lloyd's Register auf englisches Eisen zugeschnitten waren, und daher bei Verwendung deutschen Eisens, das in seinen Eigenschaften von dem englischen abwich, größere Abmessungen genommen werden mußten. Beim Bau von eisernen Schiffen in Deutschland hat man daher lange Jahre Material englischer Herkunft verwendet, dessen Transport per Schiff von England sich überdies wesentlich billiger stellte. Der Übergang vom Holzschiffbau zum Eisenschiffbau vollzog sich natürlich nur allmählich und schrittweise, indem man die einzelnen Bestandteile des Schiffes nach und nach durch eiserne zu ersetzen suchte, bis schließlich der ganze Schiffskörper aus Eisen hergestellt war.

Die Vorteile, die das Eisen als Schiffbaumaterial in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht bietet, sind folgende: Das Eisen be-

sitzt dadurch eine große Überlegenheit über das Holz, daß die Festigkeit desselben nach jeder Richtung hin nahezu gleich ist, wogegen, wie oben schon angeführt, 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 Teile am zweckentsprechendsten sind. Auf diese Weise werden Konstruktionen ermöglicht, welche eine viel vorteilhaftere Ausnutzung der Festigkeit des Materials zulassen, als dies beim Holze möglich ist. Ferner kann die Verbindung der einzelnen Teile eines eisernen Schiffes durch Nietten derartig hergestellt werden, daß die Festigkeit der Verbindungsstelle bis auf einen geringen Prozentsatz derjenigen der verbundenen Teile selbst entspricht. In diesem Umstande liegt auch die Begründung, daß eiserne Schiffe ein geringeres Eigengewicht besitzen als Holzschiffe von denselben Dimensionen. Beim Holzschiffe beträgt das Gewicht eines neuen Schiffes ca. 46 bis 50% des Displacements. Dieses Gewicht vergrößert sich noch während des Gebrauches des Schiffes, da sich das Holz im Laufe der Jahre voll Wasser saugt und bedeutend schwerer wird. Das Gewicht eines Eisenschiffes beträgt nur 35 bis 44%. Als im Jahre 1880 der englische Lloyd Stahl für den Schiffbau zuließ, erlaubte er bei Anwendung des Stahls als Baumaterial eine Reduktion der Materialstärken bis zu 20% gegenüber dem Eisen. Das Eigengewicht eines stählernen Schiffes, das nach diesen Regeln gebaut war, betrug nur noch 29 bis 36%. Es ist klar, daß unter diesen Fortschritten die Ladefähigkeit des Schiffes bei sonst gleichen Verhältnissen stark wachsen muß. Ein hölzernes Schiff von 1000 ts würde, abgesehen von Maschinen, Kesseln usw. ein Eigengewicht von ca. 480 ts besitzen. Falls man das Schiff aus Eisen baut, würde das Gewicht des Schiffskörpers auf 400 ts heruntergehen und bei der Anwendung von Stahl auf 325 ts sinken. Im ersten Falle würde also die Zuladung des Schiffes 520 ts betragen, im zweiten 600 ts, im dritten 675 ts. Die Ladefähigkeit des Stahlschiffes würde also um 29% größer sein, als die eines Holzschiffes von den gleichen Dimensionen. Dazu kommt die Vergrößerung der Stauräume durch die geringeren Abmessungen der Verbandsteile bei Verwendung des Stahles. Dieselbe beträgt beim Vergleich von Holzschiff- und Stahlschiffkonstruktion bei kleineren Typen etwa 4:5, bei größeren etwa 5:6. Die Zulässigkeit der 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 Maße reduzieren können, als die Festigkeit des Materials eine größere ist. Die einzelnen Schiffsteile sind indessen nicht nur einer Zugspannung ausgesetzt, sondern ebenso häufig einem Drucke, welcher in stände 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 verhältnismäßig größere Neigung besitzt, sich auszubeulen, als eine dickere. Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse bei der Widerstandsfähigkeit einer Platte gegen den Stoß eines festen Körpers, ein Umstand, der für den Fall eines Angrundkommens eines Schiffes oder einer Kollision sehr in Betracht gezogen werden muß. Bei der Bemessung der Reduktion bei der Verwendung von Stahl ist ferner zu berücksichtigen, daß die Abnutzung einer Oberfläche infolge des Rostens immer ein konstanter Betrag ist, gleichgiltig welche Dicke die Platte besitzt. Die Festigkeit einer Stahlplatte leidet also durch Rost relativ mehr, als eine Eisenplatte von gleichwertiger Stärke. Obwohl die erhöhte Festigkeit des Stahles gegenüber dem Eisen eine Verringerung von 30% zulassen würde, wendet man aus den oben angeführten Gründen höchstens eine Verminderung von 25% an und reduziert für gewöhnlich die Stärken nur um 16 bis 20%. Während man im Anfange des vorigen Jahrhunderts Stahl noch nicht in der geeigneten Qualität und zu einem annähernd gleichen Preise wie Eisen herstellen konnte, ging man, nachdem man mittels des Siemens-Martin-Prozesses einen weichen Flußstahl in guter Qualität und zu billigem Preise herstellen konnte, später ganz allgemein zur Verwendung des Stahles an Stelle des Eisens zum Schiffbau über. Während nach Colin die Verwendung des Stahles im Schiffbau 1879 erst 10¹/₄% betrug, war sie 1885 schon auf 48% gestiegen. 1889 betrug sie 85% und stieg dann in dem letzten Jahrzehnt auf durchschnittlich 96%. Das Eisen ist aus dem Schiffbau fast vollkommen verschwunden, bei Segelschiffen wird es überhaupt nicht mehr verwendet, bei Dampfern kaum noch in ¹/₂% aller Fälle. Dagegen wird das Holz im Segelschiffbau speziell bei dem Bau von kleineren Fahrzeugen unter 400 ts noch vielfach verwendet. Die gesamte Tonnage aller aus Holz gebauten Segelschiffe beträgt jedoch kaum noch 4% der gesamten Produktion des Schiffbaues.

Der einzige wesentliche Nachteil der Eisen- und Stahlschiffe, der sich bisher nicht hat überwinden lassen, ist das Bewachsen der Böden eiserner Schiffe mit Seepflanzen und Seetieren. Bei den Holzschiffen hatte man dies dadurch verhindert, daß man die Schiffe unter Wasser mit Kupfer beschlug. Die Oxydation des Kupfers verhinderte das Anwachsen und hielt den Schiffsboden immer glatt und rein. Dieses Verfahren läßt sich bei stählernen Schiffen nicht anwenden, da bei der Anbringung von Kupfer auf Stahl durch die im Seewasser enthaltenen Säuren ein elektrischer Strom entsteht und der Stahl angegriffen wird. Zum Teil hat man sich dadurch geholfen, besonders bei Kriegsschiffen, daß man auf dem stählernen Schiffsboden zuerst eine hölzerne Isolierschicht anbrachte und auf dieser dann die Kupferhaut. Dieses Verfahren ist jedoch derartig umständlich und teuer, daß es für Handelsschiffe nur in ganz vereinzelt Fällen angewendet worden ist. Der Nachteil des Bewachsens des Schiffsbodens besteht darin, daß durch die rauhe Oberfläche der Widerstand des Schiffes im Wasser bedeutend vergrößert wird und infolgedessen die Schnelligkeit leidet resp. ein bedeutend größerer Kohlenverbrauch eintritt. Bei kleineren Schiffen, vor allem Flußdampfern, hat man, um das Anwachsen zu vermeiden, verzinktes Eisen angewendet. Dieses Verfahren ist jedoch bei großen Schiffen aus den gleichen Gründen wie oben nicht zulässig. Man muß sich hier darauf beschränken, den Boden mit einem möglichst geeigneten Farbenanstrich zu versehen. Außerdem dockt man die Schiffe häufiger, ca. alle 3 Monate, reinigt sie dann von allen Anwüchsen und versieht sie mit einem neuen Anstrich. Obwohl die Dockgebühren im allgemeinen recht hohe sind, rentiert sich dieses Verfahren dennoch infolge des verminderten Kohlenverbrauches.

Ein weiterer Vorteil liegt in den geringeren Unterhaltungskosten eines eisernen Schiffes. Während man bei einem Holzschiffe $7\frac{1}{2}$ bis 10% des Anschaffungswertes als Unterhaltungskosten rechnen muß, kommt man bei einem Eisenschiffe mit ca. 4 bis 5% aus.

Das wichtigste wirtschaftliche Moment bei der Einführung des aus Stahl gebauten Schiffes war jedoch die Möglichkeit, Schiffe von größeren Dimensionen, also auch von größerer Ladefähigkeit, zu bauen und so den erhöhten Anforderungen, die der gesteigerte Handelsverkehr an die Transportfähigkeit stellte, gerecht zu werden. Denn weil es nicht möglich war, den Holzschiffen eine genügende Längsfestigkeit zu geben, konnte man bei

ihrem Bau nicht über eine Länge von 60 bis 70 m hinausgehen. Außerdem wurde der Laderaum durch den Einbau von Kessel und Maschine und die Mitführung der nötigen Kohlen gegenüber den Segelschiffen stark beschränkt. Der Prozentsatz der auf die Tonne Ladung entfallenden Transportunkosten war also recht hoch. Wie an anderer Stelle ausgeführt, sind außerdem die Kräfte, die zur Fortbewegung der Schiffe notwendig sind, auf die Tonne Ladung bezogen, bei größeren Schiffen geringer als bei kleinen Schiffen. Es drängte also alles auf eine Vergrößerung der Schiffskörper. Das Stahl gestattete ferner von der bisherigen Bauart der Schiffe abzugehen und neben den Querspanten Längsspanten einzubauen, die eine genügende Festigkeit des Schiffskörpers auch bei großen Längen gewährleisteten. In wie starkem Maße die Schiffe und ihre Größe und damit auch ihre Transportfähigkeit in den letzten 100 Jahren gestiegen sind, zeigen folgende Tabellen.

Name	Baujahr	Größe Br. Reg. T.	Länge Meter	Maschinen- leistung	Ge- schwindig- keit in Seemeilen
				nom. Pferdekräfte	
Savannah	1818	300	30,5	—	—
Sirius	1837	700	—	320	—
Britania	1840	1 139	—	425	8,4
Great Britain	1843	3 500	98,1	1 000	9,25
				indc. H. P.	
Great Eastern	1857	22 500	207,2	7 650	14,5
Scotia	1862	3 871	120	4 200	13
City of Chester	1873	4 770	—	4 000	16
Britanic	1874	5 004	—	5 090	16
Arizona	1879	5 147	—	6 350	17
City of Rome	1881	8 453	—	11 890	17
Umbria	1884	8 120	153	14 320	18
City of Paris	1889	1 500	158	18 350	19
Augusta Viktoria	1889	8 479	158	12 500	18,5
Teutonic	1889	9 965	172	17 000	19
Fürst Bismarck	1891	8 430	153,1	16 410	20,5
Campania	1893	12 950	196	30 000	21,5
Kaiser Friedrich III.	1897	12 481	177	25 000	20
Kaiser Wilhelm der Große	1897	14 349	197,7	27 000	22,5
Oceanic	1899	17 274	215	23 000	19
Deutschland	1900	16 502	202	33 000	23,5
Kaiser Wilhelm II	1902	19 500	215	44 000	24
Minnesota	1904	20 718	190		14,5
Kaiserin Augusta Viktoria	1905	24 580	213	16 700	17,5
Mauretania	1906	33 200	241	68 000	24,5
George Washington	1908	26 100	220	20 000	18,5

Die Entwicklung der Kauffahrteiflotte Deutschlands.

1. Januar	Segelschiffe		Dampfschiffe		Zusammen	
	Zahl	Netto-Raumgehalt ¹⁾	Zahl	Netto-Raumgehalt ¹⁾	Zahl	Netto-Raumgehalt ¹⁾
1871	4372	855343	147	70515	4519	925858
1881	4246	916479	414	183394	4660	1099873
1891	2757	674273	896	605104	3653	1279377
1895	2622	627812	1043	759089	3665	1386901
1896	2524	622105	1068	879939	3592	1502044
1897	2552	597617	1126	889960	3678	1487577
1898	2522	585571	1171	969800	3693	1555371
1899	2490	601161	1223	1038391	3713	1639552
1900	2466	587639	1293	1150149	3759	1737798
1901	2493	593770	1390	1347875	3883	1941645
1902	2496	586974	1463	1506059	3959	2093033
1903	2500	581635	1545	1622439	4045	2203804
1904	2534	582355	1622	1739690	4156	2322045
1905	2567	578503	1657	1774072	4224	2352575

Die Gliederung der Kauffahrteiflotte Deutschlands.

Am 1. Januar	Raumgehalt in 1000 Registertonnen netto			Unter 100 Schiffen waren			Der durchschnittliche Raumgehalt in Register- tonnen netto betrug bei einem		
	Segel- schiffe	Schlepp- schiffe	Dampf- schiffe	Segel- schiffe	Schlepp- schiffe	Dampf- schiffe	Segel- schiffe	Schlepp- schiffe	Dampf- schiffe
1875	834		163	93,5		6,5	204		635
1880	926		170	92,2		7,8	221		525
1885	836		356	84,7		15,3	244		637
1890	654	14	531	75,2	2,1	22,7	255	189	758
1895	600	27	768	68,1	3,4	28,5	253	231	856
1900	536	51	1150	60,9	4,7	34,4	234	288	890
1901	525	69	1348	58,5	5,7	35,8	231	308	970
1902	507	80	1506	56,5	6,5	37,0	227	301	1029
1903	499	83	1622	55,2	6,6	38,2	223	309	1050
1904	498	85	1740	54,3	6,7	39,0	220	307	1073
1905	494	85	1774	54,3	6,5	39,2	215	311	1071

Setzt man die Leistungsfähigkeit der Dampfer 3 mal so groß als die der Segler (1 Dampfer-tonne = 3 Segel-tonnen) so ergibt sich folgende Gesamtleistungsfähigkeit der deutschen Handelsflotte.

¹⁾ Die Zahlen bis einschließlich 1895 sind umgerechnet nach dem 1895 eingeführten neuen Vermessungsverfahren, und zwar ist der Raumgehalt der Segelschiffe multipliziert mit 0,95, derjenige der Dampfschiffe mit 0,86.

Leistungsfähigkeit der Handelsschiffe in 1000
Registertonnen netto.

Am 1. Januar	Deutsches Reich		
	Segel- u. Schlepsschiffe	Dampfschiffe	Seeschiffe überhaupt
1875	877	568	1446
1880	974	586	1560
1885	871	1236	2116
1890	700	1843	2544
1895	652	2655	3306
1900	575	3427	4003
1901	581	4021	4601
1902	574	4617	5070
1903	568	4841	5409
1904	568	5184	5752
1905	563	5283	5846

In vorstehender Tabelle kommt die Steigerung der Leistungsfähigkeit nicht voll zum Ausdruck, und zwar zunächst deshalb, weil eine Dampfschiffstonne durchgehends gleich drei Segelschiffstonnen angenommen ist. Die Leistungsfähigkeit der Dampfschiffe ist aber in Wirklichkeit im Verhältnis zu der der Segelschiffe viel stärker und rascher gestiegen. Setzt man dementsprechend als Verhältniszahlen für

1875 1 Dampfschiffstonne = 3 Segelschiffstonnen

1895 1 „ = 3,5 „

1905 1 „ = 4 „

so ergeben sich für die Steigerung der Leistungsfähigkeit folgende Zahlen:

Am 1. Januar	Leistungsfähigkeit in Nettotonnen
1875	1323 000
1895	3284 000
1905	7675 000

In den 20 Jahren von 1875 bis 1895 vermehrte sich demnach die Leistungsfähigkeit der deutschen Handelsflotte um 1961000 Tonnen oder 148%, in den zehn folgenden Jahren aber um 4391000 Tonnen = 134%, in den 30 Jahren von 1875 bis 1905 um 6352000 Tonnen also um 480%. In den 30 Jahren von 1875 bis 1905 hat sich ihre Transportfähigkeit also beinahe um das Sechsfache, in den 20 Jahren von 1875 bis 1895

um das Zweieinhalbfache und in den 10 Jahren von 1895 bis 1905 abermals um das Doppelte vermehrt. Immerhin kommt die volle gesteigerte Leistungsfähigkeit der ganzen Flotte auch hierbei noch nicht ganz zum Ausdruck, insofern die Leistungsfähigkeit der neueren Segelschiffe an sich eine erheblich höhere ist als zu Anfang der 70er Jahre.

Diese Zahlen zeigen ein stetiges starkes Anwachsen der Dampferflotte und bis Ende der 90er Jahre ein stetiges Sinken der Zahl und des Raumgehaltes der Segelschiffe. Während die Segelschiffsflotte 1871 an Nettoräumgehalt ca. 12 mal so groß war als die Dampferflotte, ist diese im Jahre 1905 ca. 3 mal so groß als die Segelschiffsflotte und übertrifft den Nettoräumgehalt der Segelschiffe von 1871 um ca. das Doppelte. Der Wendepunkt in diesem Verhältnisse tritt im Jahre 1893 ein. Während der Raumgehalt der Segelschiffe bis Ende der 90er Jahre stetig gesunken ist, bleibt er von diesem Zeitpunkte an annähernd konstant.

Infolge der technischen Verbesserungen waren die Segelschiffe imstande, unter gewissen Bedingungen d. h. bei langen Reisen und bei dem Transporte von Massengütern den Trampdampfern erfolgreich Konkurrenz zu machen. Hierbei wurden sie durch die Fortschritte der nautischen Wissenschaften und der Wetterkunde unterstützt, die es ihnen ermöglichten, je nach der Jahreszeit ihren Weg zu wählen und die vor allem in den Passaten herrschenden regelmäßigen Luftströmungen auszunutzen. Dadurch wurde die Reisegeschwindigkeit der Segelschiffe bedeutend erhöht, und es ist mehrfach vorgekommen, daß die modernen Segelschiffe Wege von 3000 bis 4000 Seemeilen mit einer Geschwindigkeit von durchschnittlich 10 Knoten zurücklegten, während sie auf kürzeren Strecken noch erheblich höhere Geschwindigkeit erreichten. Da der heutige Trampdampfer meistens auch nur eine Seegeschwindigkeit von 9 bis $9\frac{1}{2}$ Knoten besitzt, der Segler aber im Verhältnisse zu seiner Größe bedeutend mehr Ladung befördern kann, so ist es erklärlich, daß Schnellsegler auf langen Strecken mindestens ebenso rentabel sind, wie Frachtdampfer. Andererseits ist bei diesen Angaben zu berücksichtigen, daß die Leichter, die im letzten Jahrzehnt in immer größerem Maße gebaut werden, in der Statistik mit zu den Segelschiffen gezählt werden und so einen Ersatz für die ausfallenden kleinen Küstensegler bieten. Ferner lassen die Tabellen ein stetiges Anwachsen des durchschnittlichen Raumgehaltes bei den Dampfschiffen und Schleppschiffen erkennen, während bei den Segelschiffen ein Rückgang zu verzeichnen ist. Allerdings haben sich hier auch die Segel-

schiffe mit mehr als 3 Masten, also die leistungsfähigsten, von 1900 bis 1905 von 38 auf 58 vermehrt. Ihr Raumgehalt ist von 98 976 auf 156 143 Bruttotonnen gestiegen. Fortgefallen sind jedoch bei den Segelschiffen vor allem die Fahrzeuge mittlerer Größe, da im allgemeinen nur noch sehr große Segler gebaut werden resp. kleine Schiffe für die Küstenfahrt.

In welchem Maße die Zunahme der Dampfschiffe auf Rechnung der großen Dampfer zu setzen ist, geht aus einer Vergleichung der Schiffe mit über 4000 Tonnen hervor. Danach hatten eine Größe in Registertonnen brutto:

	1899	1905
von 4 000 bis 5 000 . . .	37 Dampfer mit 171 666 ts	88 Dampfer mit 402 116 ts
„ 5 000 „ 6 000 . . .	35 „ „ 184 763 „	72 „ „ 393 811 „
„ 6 000 und mehr. . .	21 „ „ 192 765 „	65 „ „ 594 282 „

Danach haben sich von 1899 bis 1905 nach Zahl und Raumgehalt die Dampfer mit 4000 bis 6000 Tonnen mehr als verdoppelt, die Schiffe mit mehr als 6000 Tonnen aber mehr als verdreifacht.

Fortschritte beim Bau der Maschinen.

Alle Ersparnisse beim Bau des eigentlichen Schiffsrumpfes hätten aber wenig Erfolg gehabt, und die Transportfähigkeiten in geringem Maße gesteigert, wenn es nicht gleichzeitig gelungen wäre, auch bei den Maschinen und Kesseln an Platz und Gewicht zu sparen und vor allem den Kohlenverbrauch der Schiffe herabzusetzen. Beispielsweise konnte das erste Dampfschiff, das den Ozean kreuzte, die 1818 erbaute Savannah, auf ihrer ersten Fahrt auf dem Atlantischen Ozean von Savannah-Hafen bis Liverpool nur 18 Tage ihre Maschine gebrauchen und war während der übrigen 8 Tage der 26 Tage dauernden Fahrt ausschließlich auf die Segelkraft angewiesen, da ihr die Kohlen ausgegangen waren. Erst die Ausnutzung der Expansionskraft des Dampfes, die Verbesserung der Kessel und die Verminderung des Kohlenverbrauches haben es möglich gemacht, den Schiffen neben einer genügenden Triebkraft und Schnelligkeit der Fortbewegung eine hohe Ladefähigkeit zu geben.

Die ältesten Schiffsmaschinen waren Niederdruckmaschinen mit einem Kesseldruck von $1 \frac{1}{3}$ bis 2 kg pro qcm und einem Gewichte von 400 kg pro indizierte Pferdekraft; sie verbrauchten etwa 2 bis 2,5 kg Kohlen pro Pferdekraft und Stunde. Die ersten wirtschaftlichen Fortschritte bestanden in der Einführung von Dampfmänteln, Überhitzern und Oberflächenkondensatoren an Stelle der alten Einspritzkondensatoren. Durch den Dampfmantel wurde die Zylindertemperatur erhöht und somit die Kondensation im Zylinder verringert. Durch den Überhitzer wurde der Druckverlust zwischen Kessel und Maschine verkleinert.

Eine viel größere Bedeutung für die Entwicklung der Schiffsmaschine hatte aber die Einführung des Oberflächenkondensators. Die Erfahrung zeigt nämlich, daß bei einer Kesselwassertemperatur von 144 Grad Celsius und darüber die kohlen-sauren und schwefelsauren Kalksalze, auch wenn sie nur wenige Prozent vom Kesselwasser betragen, sich aus dem Wasser ausscheiden und an die Wandungen des Kessels als eine feste Kruste ansetzen. Da nun dieser Teil des Kessels nicht mehr vom Wasser umspült wird, fängt er an zu glühen und es treten leicht Leckagen und Undichtigkeiten auf. Bei einer niedrigeren Temperatur des Kesselwassers kann der Salzgehalt ohne Gefahr bis auf etwa 7 Grad steigen, weil die Salze bei dieser Temperatur im Wasser größtenteils gelöst bleiben. Da nun bei Einspritzkondensatoren für jedes zu kondensierende Kilogramm Dampf etwa 20 bis 30 kg Seewasser eingespritzt werden muß, so ist das Speisewasser vom Seewasser wenig verschieden, und der Kessel enthält, auch wenn er am Anfange der Reise mit Süßwasser aufgefüllt war, nach kurzer Betriebszeit fast nur Seewasser. Das nötige Süßwasser für die ganze Reise mitzuführen ist wegen der großen Masse und des großen Gewichts nicht möglich. Schiffsmaschinen mit Einspritzkondensatoren dürfen daher höchstens mit einem Anfangsdrucke arbeiten, welcher einer Temperatur von 144 Grad Celsius entspricht, d. h. höchstens mit einem Anfangsdruck von 3 kg pro qcm Überdruck. Da man wegen der unvermeidlichen Druckschwankungen im Kessel mit einer gewissen Sicherheit rechnen muß, so bildeten, solange Einspritzkondensatoren im Gebrauch waren, 2 kg Überdruck die übliche Grenze für den Kesseldruck. Nach Einführung von Oberflächenkondensatoren konnte man über diese erwähnte Grenze hinausgehen, weil bei der Oberflächenkondensation eine vollständige Trennung zwischen Kondensations- und Kühlwasser besteht, also auch kein Salzwasser in die Kessel

gelangte. Ein weiterer Vorteil bestand darin, daß das Vakuum im Oberflächenkondensator eine weitergehende Ausnutzung des Dampfes zuläßt. Die mit diesen Verbesserungen versehenen Niederdruckmaschinen gebrauchten etwa 1,6 bis 1,8 kg Kohlen pro indizierte Pferdekraft und Stunde, bedeuteten also schon einen wesentlichen Fortschritt gegenüber den alten Niederdruckmaschinen. Die Niederdruckmaschinen nutzten jedoch die wichtigste Eigenschaft des Dampfes, seine Expansionsfähigkeit, nicht aus. Eine wesentliche Herabminderung der Kosten trat also ein, als man den Dampf höher spannte, wozu man nach der Einführung der Oberflächenkondensatoren in der Lage war. Man ging mit dem Kesseldruck zunächst auf 4 kg, dann weiter bis auf 5 und 6 kg. Die Kohlenersparnis betrug bei diesen ersten Hochdruck-Expansionsmaschinen ca. 12⁰/₀, d. h. der Kohlenverbrauch sank auf etwa 1,4 kg pro indizierte Pferdekraft und Stunde. Charakteristisch für die wirtschaftliche Bedeutung dieser Herabminderung des Kohlenverbrauches sind die Angaben der Direktion der Hamburg-Amerika-Linie in den Generalversammlungen dieser Gesellschaft. Während sie anfangs angab, daß eine Dampfschiffahrtslinie ohne Regierungszuschüsse nicht bestehen könne, legte die Direktion selber auf der Generalversammlung am 20. Dezember 1853 eine Rentabilitätsberechnung über den Betrieb einer Dampfschiffahrtslinie zwischen Hamburg und New-York vor, und rechnete bei einer Dauer jeder Aus- und Rückreise von 2¹/₂ Monaten und bei 4 Reisen im Jahr eine Verzinsung von 24⁰/₀ des Anlagekapitals heraus. Wenn sich diese Hoffnungen auch nicht verwirklichten, so warf der Betrieb mit Dampfern doch recht gute Überschüsse ab. Da diese Berechnung mancherlei Einblicke in die Art und Wirtschaftlichkeit des Schiffahrtbetriebes gestattet, sei sie hier abgedruckt.

Nachweis über die Rentabilität von Schraubendampfschiffen von ca. 1800—2000 Tons mit 300 Pferdekraft in der Fahrt zwischen Hamburg und New York.

(Status einer Aus- und Rückreise von 2¹/₂ Monaten.)

	Ausgabe:	Bco. fl
Proviant für eine Ausreise von 25 Tagen für		
40 Personen I. Kajüte à 50 fl Crt. fl		2000,—
80 „ II. „ à 30 „ „ „		2400,—
400 „ Zwischendeck à 15 „ „ „		6000,—
	Crt. fl	10400,—
	(à 125 %)	8320,—

Proviand für eine Rückreise von 20 Tagen für		Bco. ₡
40 Personen I. Kajüte à 40 ₡ Crt. ₡ 1600,—		
100 „ II. „ à 24 „ „ „ 2400,—		
	Crt. ₡ 4000,—	
	<u> </u>	
	(à 125 %)	3 200,—
Proviand für 60 Mann Besatzung auf 75 Tage		
à 75 ₡ Crt. pr. Mann	Crt. ₡ 4500,—	
	<u> </u>	
	(à 125 %)	3 600,—
Gage und Primage an den Kapitän	Crt. ₡ 1200,—	
	<u> </u>	
	(à 125 %)	960,—
Gage an die Mannschaft für 2½ Monate angenommen auf		
60 Mann in allem		5 500,—
Kohlen nach New York für 20 Tage (1 Last pr. Stunde) = 480 Last		
à 35 ₡	Crt. ₡ 16 800,—	
	<u> </u>	
	(à 125 %) Bco. ₡ 13 440,—	
Kohlen von New York für 18 Tage (à 2 Tons pr. Stunde)		
= 864 Tons (à \$ 6) = 5184 \$ (à 36 cts.) . „ „	14 400,—	27 840,—
Unkosten im Hamburger Hafen		1 900,—
Unkosten im New Yorker Hafen		6 000,—
Kopfgeld daselbst für 520 Passagiere (à \$ 2) \$ 1040,— (à 36 cts.) . .		2 889,—
Provisionen ¹⁾ an den Agenten, den Schiffsmakler und den New Yorker		
Korrespondenten für ausgehende Fracht- und Passagegelder im		
Belauf von zusammen Bco. ₡ 107 000,—, um 1/3 reduziert . .		3 580,—
Provisionen an dieselben für ausgehende Fracht- und Passagegelder, im		
Belauf von zusammen Bco. ₡ 35 000,—, um 1/3 reduziert . . .		1 730,—
Agentur-Kommissionen und Kosten im Inlande auf Bco. ₡ 68 000,—		
Passagegelder (à 5 %)		3 400,—
Assekuranz auf das Casco ²⁾ pr. Jahr, taxiert		
auf Bco. ₡ 750 000 (à 6 %)	Bco. ₡ 45 000,—	
Courtage und Policenstempel	„ „ 1 875,—	
	<u> </u>	
	Bco. 46 875,—	
4 Reisen pr. Jahr macht pr. Reise		11 718,12
Assekuranz ausgehend auf:		
Verwendungsgelder, taxiert Bco. ₡ 66 000		
(à 1 %)	Bco. ₡ 660,—	
Frachtgelder taxiert Bco. ₡ 39 000,— (à 5/8 %)	„ „ 243,14	
Courtage, Police und Stempel	„ „ 96,2	1 000,—
Assekuranz heimkehrend auf:		
Frachtgelder, taxiert Bco. ₡ 19 500,— (à 5/8 %)	Bco. ₡ 121,14	
Stempel	„ „ 4,14	126,12
Abnutzung und Reparaturen 10 % pro anno, macht für 2½ Monat auf		
Bco. ₡ 750 000,—		15 625,—
	<u> </u>	
	Ausgabe	Bco. ₡ 97 389,8
	Gewinn pro Reise „ „	45 000,—
	<u> </u>	
	Bco. ₡ 142 389,8	

¹⁾ In Höhe von 5 %.

²⁾ Ladung.

Einnahme:

Bco. \mathcal{L}

Passagegelder nach New York für:

40 Personen I. Kajüte (à 120 Thlr. pr. Cr.)	Bco. \mathcal{L} 9600,—	
80 „ II. „ (à 90 „ „ „ „ „ „)	14400,—	
400 „ Zwischendeck (à 55 „ „ „ „ „ „)	44000,—	68000,—

Ausfracht nach New York auf:

1000 Tons (à 3 £) = £ 3000 (à 13 \mathcal{L})	39000,—
--	---------

Rückfracht nach New York auf:

1500 Tons (à 1 £) = £ 1500 (à 13 \mathcal{L})	19500,—
--	---------

Passagegelder von New York für:

40 Personen I. Kajüte (à 60 \$)	\$ 2400,—	
100 „ II. „ und Zwischendeck (à 30 \$)	3000,—	
	<u>\$ 5400,—</u>	
	(à 36 Cts.)	15000,—

Briefporto, aus- und eingehend	889,8
--------------------------------	-------

Bco. \mathcal{L} 142389,8

Darnach würde sich für 4 Reisen ein Überschuß von Bco. \mathcal{L} 180000 oder für das Kapital von Bco. \mathcal{L} 750000,—ein jährlicher reiner Gewinn von ca. 24pCt. herausstellen.

Hamburg, im Dezember 1853.

Die Direktion der Hamburg-Amerikanischen Paketfahrt-Aktien-Gesellschaft.

Adolph Godeffroy. F. Laeisz. C. Woermann.

P. A. Milberg,
Agent d. G.

Die Ersparnisse, die man mit der einfachen Hochdruck-Expansionsmaschine erzielte, waren jedoch nicht so groß, wie man erwartet hatte, da die Temperaturdifferenzen zwischen dem ein- und austretenden Dampfe zu groß waren und infolgedessen eine starke Kondensation des Dampfes und außerdem, infolge des großen Druckunterschiedes auf beiden Kolbenseiten, weitere Dampfverluste durch die unvermeidlichen Undichtigkeiten der Kolbenliderung eintraten. Ein wesentlicher Fortschritt trat erst mit der Einführung der zweifachen Expansionsmaschine ein, die die Dampfspannung in zwei Stufen ausnützt. Die älteste Maschine dieses Systems, die auf Schiffen verwendet wurde, war die Woolf'sche Maschine. Diese besaß jedoch nur eine schlechte Manövrierfähigkeit, da man infolge der Anordnung der Kolben die Maschine nicht in allen Stellungen umsteuern konnte. Man verbesserte die Maschine durch die Einschaltung einer Zwischenkammer, des sogenannten Receiver, welcher den vom Hochdruckzylinder kommenden Dampf solange aufnimmt, bis er im Niederdruckzylinder Verwendung findet.

Für alle zweifachen Expansionsmaschinen ist der vorteilhafteste Kesseldruck 5—7 Atmosphären. Das Temperaturgefälle für jeden Zylinder beträgt dann nur 40 Grad. Dementsprechend werden die Kondensationsverluste geringer als bei einer einfachen Expansionsmaschine mit gleichem Kesseldruck. Gleichzeitig werden infolge der geringen Druckdifferenz auf beiden Kolbenseiten die Dampfverluste kleiner, welche durch die Undichtigkeiten der Kolbenliderungen entstehen, wobei noch zu beachten ist, daß diese Verluste im Hochdruckzylinder überhaupt nicht als voll zu rechnen sind, weil der hier durch Undichtigkeit verloren gehende Dampf immer noch im Niederdruckzylinder zur Geltung kommt.

Die durch die genannten Vorteile erzielte Kohlenersparnis beträgt gegenüber einer einfachen Expansions-Hochdruckmaschine mit gleichem Kesseldruck etwa 20%, gegenüber den besten Niederdruckmaschinen etwa 33%, d. h. der Kohlenverbrauch einer guten zweifachen Expansionsmaschine beträgt etwa 1—1,1 kg pro indizierte Pferdekraft und Stunde. Diese erhebliche Verringerung der Betriebskosten hatte die allgemeine Einführung der zweifachen Expansionsmaschine auf den Schiffen zur Folge, und hatte für den Aufschwung der Dampfschiffahrt ungefähr dieselbe Bedeutung, wie die etwa 10 Jahre früher erfolgte Einführung des Oberflächenkondensators. Wie groß die durch den Fortschritt der Technik erzielten Ersparnisse waren, möge an einem Beispiele gezeigt werden. Der im Jahre 1857 gebaute Dampfer *Saxonia* der Hamburg-Amerika Linie besaß ursprünglich Niederdruckmaschinen von 1600 indizierten Pferdekraften. Die Schnelligkeit des Schiffes betrug ca. 12 Seemeilen. Das Schiff gebrauchte also zur Zurücklegung der Strecke von Cuxhaven bis New York = 3570 Seemeilen ca. 300 Stunden und verbrauchte während dieser Zeit 1050 Tonnen Kohlen. Später wurde dieses Schiff, um Brennmaterial zu sparen, mit Woolfschen Maschinen ausgerüstet und der Brennmaterialverbrauch wurde dadurch fast genau auf die Hälfte des früheren Verbrauches vermindert und betrug nur noch ca. 550 Tonnen. Da sich auch der mitzuführende Reservevorrat an Kohlen im selben Maße verringerte, konnte also das Schiff nach seiner Ausrüstung mit einer zweifachen Expansionsmaschine ca. 600—650 Tonnen mehr Ladung nehmen.

Da man allmählich den Kesseldruck steigerte, ließ sich in der zweifachen Expansionsmaschine die Expansionskraft des Dampfes nicht mehr genügend ausnutzen. Die ersten Versuche, dreifache Expansionsmaschinen zu bauen, reichen bis 1870 zurück. Die all-

gemeine Einführung in die Praxis begann aber erst seit 1882, weil man früher noch nicht genügend dauerhafte und dichte Kessel für einen Dampfdruck von 12—15 Atmosphären zu bauen verstand, eine wirtschaftliche Ausnutzung der dreifachen Expansionsmaschine aber nur bei diesen Spannungen möglich ist. Der Kohlenverbrauch einer dreifachen Expansionsmaschine betrug im Anfang ca. 0,75 kg pro indizierte Pferdekraft und Stunde. Weitere kleinere Verbesserungen haben ihn im allgemeinen auf 0,65 kg sinken lassen; dies bedeutet gegenüber den ersten Niederdruckmaschinen einen Zurückgang des Kohlenverbrauches auf $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$. Ein Dampfer von der Grösse der »Saxonia« würde also bei einer Ausrüstung mit einer dreifachen Expansionsmaschine nur noch 312 Tonnen Kohlen verbrauchen gegen 1050 bei seiner ersten Ausrüstung mit einer Niederdruckmaschine, würde also über 700 Tonnen mehr Ladung einnehmen können. Dadurch fällt natürlich auch wieder der Anteil der Transportkosten, der auf die Tonne Ladung entfällt, bedeutend.

Durch diesen verminderten Kohlenverbrauch ist andererseits erst ein Betrieb von Dampfschiffahrtslinien zwischen weit entlegenen Orten möglich geworden, da die Dampfer heute mit demselben Kohlenvorrat die drei- bis vierfache Entfernung zurücklegen können, ohne zur Kohleneinnahme genötigt zu sein, also imstande sind, Entfernungen wie Kapstadt—Melbourne von 6000 Seemeilen unter Dampf zurückzulegen.

Die günstigen Erfahrungen, die man mit dem Bau der dreifachen Expansionsmaschinen gemacht hatte, führten zur Konstruktion der vierfachen Expansionsmaschinen. Etwa seit dem Jahre 1886 wurde sie stellenweise auf Handelsschiffen eingeführt, ihre Verbreitung erfolgte jedoch verhältnismäßig langsam. Die Gründe hierfür sind der geringe Arbeitsgewinn, die Vermehrung der Betriebsschwierigkeiten infolge des höheren Dampfdruckes und der höheren Dampftemperatur, die schwierige Herstellung der Kessel für den höheren Druck und die Erhöhung des Anlagekapitals. Die Kohlenersparnis gegenüber der dreifachen Expansionsmaschine beträgt etwa 5—10% und wiegt unter Umständen die erwähnten Nachteile nicht auf. Man hat allerdings mit Hilfe der vierfachen Expansionsmaschinen teilweise einen Kohlenverbrauch von nur 0,5 kg pro indizierte Pferdekraft und Stunde erreicht. Jedoch ist dies nur möglich gewesen durch die gleichzeitige Einführung einer Reihe von anderen Verbesserungen, die im Nachstehenden behandelt werden sollen.

Zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit der Kesselanlagen wird neuerdings auf eine möglichst hohe Vorwärmung des Speisewassers der Kessel Wert gelegt. Anfangs verwendete man dafür die abziehenden Heizgase, während man neuerdings meistens den Abdampf der Hilfsmaschinen benutzt. Die Vorteile der Vorwärmung des Speisewassers bestehen darin, daß infolge der geringeren Temperaturschwankungen des Kesselwassers die Kesselwände weniger beansprucht werden, und daß beim Vorwärmen des Wassers schädliche Beimengungen und die in dem Speisewasser enthaltene Luft leicht ausgeschieden werden können. Ein weit wirkungsvolleres Mittel zur Herabsetzung des Kohlenverbrauches war jedoch die Einführung der Dampfüberhitzung. Der in dem Kessel erzeugte und mit Wasser gemischte Dampf, sogenannter Naßdampf, wird durch weitere Zufuhr von Wärme und die dadurch bewirkte Verdampfung des in ihm enthaltenen Wassers zunächst getrocknet und danach auf eine noch höhere Temperatur gebracht. Durch die Erhöhung der Temperatur, die nur einen verhältnismäßig geringen Mehraufwand an Brennmateriale bedingt, wächst der thermodynamische Wirkungsgrad des Dampfes. Man geht mit der Überhitzung bis auf ca. 350 Grad. Es werden ferner durch die Dampfüberhitzung noch andere wirtschaftliche Vorteile erzielt. Solange sich der Dampf im Überhitzungszustand befindet, findet ein Niederschlagen des Dampfes an den Zylinderwandungen fast gar nicht statt. Wegen des schlechteren Wärmeleitungsvermögens des überhitzten Dampfes verringert sich außerdem der Wärmeaustausch nach den Wandungen. Dazu kommt, daß man bei der Verwendung überhitzten Dampfes infolge seiner größeren Elastizität höhere Strömungsgeschwindigkeiten ohne grössere Verluste zulassen darf, die Rohrleitungen und Dampfkanäle daher unbedenklich mit kleinerem Querschnitte ausgeführt werden können, wodurch wiederum, abgesehen von einer Gewichtersparnis, die wärmeausstrahlenden Oberflächen verkleinert werden, und besonders auch die Steuerungsorgane mit kleineren Abmessungen hergestellt werden können. Die Kohlenersparnis, die man hierbei erzielt, beträgt etwa 20%.

Des weiteren hat man bei der Verwendung des künstlichen Zuges vorgewärmte Luft angewendet und auch hierdurch eine bessere Ausnutzung des Heizwertes der Kohlen erreicht.

Hand in Hand mit der Herabsetzung des Kohlenverbrauches ging eine Herabsetzung des Gewichtes der eigentlichen Maschinen, teils durch die Verwendung besseren und widerstandsfähigeren Materials, teils durch die Erhöhung der Kolbengeschwindigkeit

keit und die Einführung anderer konstruktiver Fortschritte. Während das Gewicht der alten Niederdruckmaschinen pro Pferdekraft 3—400 kg betrug, beträgt das Gewicht heute bei Frachtdampfern etwa 70 kg, bei Kriegsschiffen ist man sogar bis zu Gewichten von 5,4 kg gekommen, wie aus der nachstehenden Tabelle über die Gewichte der Maschine des Fracht- und Passagierdampfers »Kronprinzessin Cecilie« und der Torpedoboote G. 132 bis 137 hervorgeht.

Beispiel für Gewichte etc. einer Kriegs- und Handelsschiffs-Maschine.

Name	Kronprinzessin Cecilie	Torpedoboote G. 132—137
Besitzer	H. A. P. A. G.	Kaiserliche Marine
Erbauer	Germaniawerft	Germaniawerft
Displacement	14 500 t	420 t
Anzahl der Maschinen	2 Maschinen	2 Maschinen
Ind. Pferdekraft	je 3 000	je 3 000
Höhe der Maschinen	7,01 m	2,63 m
Standfläche	4,1 × 9,4 m	1,6 × 4,0 m
Gesamtgewicht	210 000 kg	16 400 kg
Gewicht pro ind. Pferdekraft	70 kg	5,4 kg
Durchmesser der Welle	376 mm	176 mm
Beanspruchung pro cm	210 kg	490 kg
Material der Welle	Siemens Martin-Stahl	Spezialstahl
Umdrehungen pro Minute	80	350
Dampfspannungen	15 Atmosphären	17 Atmosphären
Hub	1370 mm	500 mm
Durchmesser des Hochdruck- Zylinders	600 mm	540 mm
Durchmesser des Mitteldruck- Zylinders	1 275 mm	810 mm
Durchmesser des Niederdruck- Zylinders	1 875 mm	1 190 mm

Der große Unterschied zwischen diesen beiden Maschinen erklärt sich erstens durch die Differenz der Umdrehungszahlen und beruht ferner auf der Verwendung von besonders widerstandsfähigem Material für die Torpedobootsmaschinen. Eine Verwendung derartig teuren Materials bei dem Bau von Handelsschiffen würde sich nicht rentieren, da die Anlagekosten einer derartigen Maschine zu hoch werden würden. Immerhin verwendet man bei dem Bau der Maschinen heute ein bedeutend besseres Material als vor 50 Jahren.

Einen guten Überblick über das ständige Sinken der Maschinengewichte gewährt ferner die umstehende Tabelle über die Ent-

Entwicklung der Schrauben-Schiffsmaschinen mit Bezug auf Gewichte der Maschinen- und Kesselanlage sowie Kohlenverbrauch.

Zeitraum	Kesselschwindigkeitsdruck	Kesselschwindigkeit pro Sek.	Umdrehungen pro Min.	System der Maschine	System der Kessel	Kondensatoren	Maschinengewicht pro ind. Pflr.	Kesselgewicht pro ind. Pflr.	Gesamtgewicht der Maschinenanlage pro ind. Pflr. in kg	Kohlenverbrauch pro ind. Pflr. u. Stunde in kg
1840—1850	0,8—1,0	0,75	25	Niederdruck Zahnradübersetzung	Labyrinth	Einspritz	180	140	320	3
1850—1860	1,3—1,6	2,0	50—60	Niederdruck ohne Übersetzung	Koffer	Oberflächen	130	120	250	2—2,5
1860—1870	2—2,3	2,90	60	Woolf	Koffer	"	100	110	220	1,8—2
1870 bis 1880 Kriegsmarine Handelsmarine	4	3,0	70	Horiz. Compound	Cylinder	"	100	80	120	1,0
	6	3,0	70	Vert. Compound	"	"	120	90	200	0,85
1880 bis 1890 Panzerfahrzeu. Torpedoboote	6—9	3—4	80—100	Vert. Compound	"	"	80	70	150	0,90
	10	4—5	200—300	Compound, 3fache Expansion	Lokomotiv	"	20	30	50	0,90
1890 bis 1900 Handeldampfer Panzerschiffe	6—10	3—4	80	3fache Expansion	Cylinder	"	110	70	180	0,70
	10—12	4—5	100—140	Vertikale 3fache Expansion	Cylinder und Wasserrohr	"	40	40—50	80—90	0,85
1890 bis 1900 Kreuzer Torpedofahrzeuge Fracht-Dampfer	10—16	4—5	100—150	desgl.	Wasserrohr	"	35	35	70	0,90
	12—16	5—7	300—400	desgl.	desgl.	"	8—10	12—14	20—24	1,0
1898 Schnell-Dampfer Turbinia	10—12	4—4,5	80—100	3fache und 4fache Expansion	Cylinder	"	130	70	200	0,65
	12	—	2000	desgl. drei Turbomotoren mit 9 Schrauben	desgl. Wasserrohr	"	110	50	160	0,75
							3	8	11	0,8—0,90

wicklung der Schraubenschiffsmaschinen. Im allgemeinen nimmt das Gewicht der Maschinen pro indizierte Pferdekraft mit wachsender Größe der Maschinen ab. Wenn jedoch die Maschine über eine Größe von 10000 Pferdekraften geht, tritt hierin ein Umschwung ein. Die einzelnen Teile müssen dann derartig stark bemessen werden, daß wieder eine Erhöhung des Maschinengewichtes pro erzielte Krafteinheit eintritt.

Als man daher Anfang der 90er Jahre des vorigen Jahrhunderts Schiffe mit noch größerer Maschinenleistung zu bauen wünschte, ging man dazu über, die Maschine zu teilen und die Schiffe mit zwei Schrauben auszurüsten. Diese Anordnung trug außerdem zur Erhöhung der Sicherheit der Schiffe bei und erhöhte ferner die Steuerungsfähigkeit. Es hat sich mehrfach gezeigt, daß, nachdem Doppelschraubendampfer durch einen Unfall ihr Steuerruder verloren hatten, es ihnen möglich war, mit Hilfe ihrer beiden Schrauben das Schiff über weite Entfernung hin zu steuern.

Aus ähnlichen Erwägungen hat man in der Kriegsmarine sogar Schiffe mit drei Schrauben gebaut. Diese Einrichtung hat jedoch in der Handelsmarine keinen Eingang gefunden, sondern man hat bei den neuesten Schnelldampfern dafür lieber zwei Maschinen auf derselben Welle angreifen lassen.

Die Kolbenmaschine scheint jedoch an der Grenze ihrer Leistungsfähigkeit angekommen zu sein. Ein wesentlicher technischer Nachteil, der ihr anhaftet, liegt darin, daß die auf- und niedergehende Bewegung der Kolben in eine drehende umgesetzt werden muß. Der dadurch entstehende Kräfteverlust vermindert naturgemäß die wirtschaftliche Leistung der Maschine. Diesen Nachteil vermeidet die Dampfturbine, die zuerst im Jahre 1894 auf einem Schiffe angewendet wurde. Ihr Prinzip ist folgendes: Man läßt den Dampf auf die Schaufeln eines Rades strömen, das direkt auf der Schiffswelle aufmontiert ist. Der Vorgang ist derselbe wie bei einem Wasserrad. Nun ist aber die Geschwindigkeit des ausströmenden Dampfes eine recht erhebliche, sodaß die Schraube in zu schnelle Umdrehung versetzt wird. Durch Einführung von Zwischenstufen etc. ist es gelungen, die Umdrehungszahl der Turbine derartig herabzusetzen, daß sie für Schiffszwecke brauchbar wurde. Das größte Hindernis, das der Verwendung der Turbinen im Schiffbau entgegen steht, ist die Notwendigkeit, für den Rückwärtsgang des Schiffes besondere Turbinen einzubauen, da es bisher nicht gelungen ist, rückwärtslaufende Turbinen zu konstruieren.

Die wesentlichen wirtschaftlichen Vorteile, die die Turbine bietet, sind folgende: Die durch den Dampf erzielten Kräfte werden besser ausgenutzt, da die Energie des Dampfes hier direkt in eine rotierende Bewegung umgesetzt wird. Ferner ist der Raumbedarf der Turbinen vor allem in senkrechter Richtung bedeutend geringer, man gewinnt also an Deckraum. Auch bedarf eine Turbine bedeutend weniger Maschinenpersonal, als eine gleich starke Kolbenmaschine. Weil die Zahl der einer Abnutzung ausgesetzten Teile im Verhältnis zur Kolbenmaschine klein ist, sind nach den bisherigen Erfahrungen seltener Reparaturen notwendig und sind außerdem die Kosten der Überholungsarbeiten geringer als bei der Kolbenmaschine, wo fast jede einzelne Stange, jeder Bolzen usw. aufgenommen, revidiert und konserviert werden muß. Die hin- und hergehenden Teile der Kolbenmaschine bedürfen ferner einer sorgfältigen Schmierung und trotz Anwendung von Reinigungsapparaten gelangt immer ein Teil des Öles in die Kessel und verunreinigt diese, sodaß öfter eine Reinigung derselben eintreten muß. Die Dampfturbinen dagegen besitzen nur rotierende Teile, die so konstruiert sind, daß kein Öl in die dampfführenden Teile und damit in die Kessel gelangen kann. Während ferner das Inbetriebsetzen der Kolbenmaschine mit großer Vorsicht ausgeführt werden muß, und die großen komplizierten Gußstücke allmählich angewärmt werden müssen, damit nicht infolge ungleichmäßiger Ausdehnung der einzelnen Teile Risse entstehen, läßt sich die Turbinenmaschine, beim Fehlen aller komplizierten Gußstücke, bedeutend schneller in Betrieb setzen.

Trotz dieser vielen Vorteile hat die Turbine bisher in der Handelsmarine verhältnismäßig wenig Eingang gefunden. Abschreckend wirkte hier einerseits der höhere Anschaffungspreis der Turbinen, andererseits die Ungewissheit, wie sich bei einer derartigen Anlage der Kohlenverbrauch stellen würde. Über die Ergebnisse der Probefahrten und über die während der weiteren Indiensthaltung der mit Turbinen ausgerüsteten Handelsschiffe gesammelten Erfahrungen sind bisher nur wenige und einander oft widersprechende Angaben bekannt geworden, sodaß es schwer ist, ein richtiges Urteil darüber abzugeben, inwieweit die Schiffe in Bezug auf die Wirtschaftlichkeit des Betriebes den Schiffen mit ökonomisch arbeitenden Kolbenmaschinen gleichkommen. Zum Teil ist entschieden der Kohlenverbrauch bedeutend größer. Dagegen wird ohne Zweifel an Maschinenpersonal und Schmiermaterial erheblich gespart.

Der größere Kohlenverbrauch dürfte im allgemeinen darauf beruhen, daß bei den hohen Umdrehungszahlen der Turbinen der Wirkungsgrad des Propellers bedeutend geringer ist. Diesem Übelstande könnte man nur dadurch begegnen, daß man die Umdrehungszahlen der Turbinen herabsetzte, dadurch würde aber wieder der Wirkungsgrad der Turbinen selber verschlechtert. Eine zweite Möglichkeit läge in der Konstruktion eines für hohe Umdrehungsgeschwindigkeiten geeigneten Propellers, jedoch ist es bisher trotz aller Versuche nicht gelungen, in dieser Hinsicht größere Erfolge zu erzielen.

Zur weiteren Verminderung des Gewichtes der Maschinen und der dazu gehörigen Anlagen hat man Versuche gemacht, an Stelle der Kohlen flüssige Brennstoffe zu verwenden. Flüssige Brennstoffe sind zuerst auf den Dampfern des kaspischen Meeres zur Verwendung gekommen. Als sich bei dem Aufschwunge, welchen die Dampfschiffahrt dort nahm, zeigte, daß bei den durch die russischen Transportverhältnisse bedingten teuren Kohlenpreisen der Schiffsbetrieb mit diesem Brennmaterial auf dem kaspischen Meer zu wenig rentabel war, wurden Versuche zur Verfeuerung der Erdöle vorgenommen, welche bei der Stadt Baku in reichem Maße vorhanden sind und zu billigen Preisen auf den Markt gebracht werden konnten. Diese Versuche fielen günstig aus und haben zur Folge gehabt, daß ein großer Teil der Dampferflotten des kaspischen Meeres und des mit diesem zusammenhängenden Wolgagebietes mit flüssiger Brennstoffeuerung ausgerüstet wurde. Auch bei anderen Handelsschiffen und in den Kriegsmarinen ist man in neuerer Zeit der Verwendung flüssiger Brennstoffe näher getreten, weil die Überzeugung mehr und mehr Platz griff, daß die Verwendung flüssiger Brennstoffe mancherlei ökonomische Vorteile vor derjenigen fester Brennstoffe bot. Die Verwendung von Ölfeuerung kann unter gewissen Umständen mit finanziellen Vorteilen verbunden sein. Für die deutschen Häfen stellt sich der Preis für eine Tonne Schiffsmaschinen-Stückkohle auf etwa 20 Mk., für eine Tonne Texas- oder Borneo-Öl auf 40 Mk. Das Verhältnis des Verbrauchs beider Feuerungsstoffe stellt sich auf rund 15 : 10. Demgemäß ist für Brennmaterial, welches in deutschen Häfen an Bord genommen wird, die Kohlenfeuerung um 25 % billiger als Ölfeuerung.

Diese Verhältnisse ändern sich jedoch, je mehr sich die Schiffe den größeren Erdölfeldern, besonders denen auf Borneo, nähern, da die Kohlen dort meistens schlechter und teurer sind, während die flüssigen Brennstoffe des kürzeren Transportes wegen

billiger werden. In Hongkong und Singapore ist z. B. die Tonne Borneoöl für 30 Schilling zu erhalten, während die Kohlenpreise in ungünstigen Zeiten hier bis auf 50 Schilling gestiegen sind. Ferner steigt der Kohlenverbrauch bei schlechter Kohle mit Grusgehalt, wie sie in Ostasien häufig an Bord gegeben wird, auf beinahe das Doppelte.

Die Einführung der flüssigen Brennstoffe wurde durch die hohen Kohlenpreise am Ende des vorigen Jahrhunderts befördert. So schreibt die Hamburg-Amerika Linie in ihrem Jahresbericht für das Jahr 1899:

»Die Kohlenpreise haben in der letzten Zeit infolge der dem Bedarf bei weitem nicht genügenden Förderung der Kohlenbergwerke in Deutschland und England eine Höhe erreicht, welche nachgerade zur Kalamität zu werden droht. Mit um so größerem Interesse haben wir die neuerdings angestellten erfolgreichen Versuche mit der so augenscheinliche Vorteile in Bezug auf Ersparung von Raum und Personal bietenden Verwendung flüssiger Feuerung (Borneoöl) verfolgt. Nachdem wir uns durch einen Vertrag die Versorgung mit flüssiger Feuerung auf den Stationen am Suez-Kanal und in Ostasien für eine Reihe von Jahren zu angemessenen Preisen gesichert haben, werden wir nunmehr nach und nach einige Dampfer unserer ostasiatischen Linie mit den erforderlichen Einrichtungen für die Verwendung dieser Art von Feuerung versehen.«

Diese Dampfer nehmen naturgemäß ihren Brennstoff nicht in ihrem Ausgangshafen in Hamburg ein, sondern pflegen auf der Rückfahrt bei Suez, wo sie denselben billiger erhalten, das Quantum, das sie für die Fahrt nach Hamburg und zurück nach Suez benötigen, zu übernehmen; dort nehmen sie dann für die Weiterreise wieder neuen Brennstoff ein. Im allgemeinen haben diese Versuche der Hamburg-Amerika-Linie, wie aus den Berichten der folgenden Jahre hervorgeht, gute Erfolge gehabt.

Vor allem erspart die Ölfeuerung auch Maschinenpersonal. Da die Bedienung der Ölfeuerung leicht und einfach ist, das Aufheuern und Heranschaffen des Brennmaterials aus den Bunkern dabei automatisch geschieht und das Feuerreinigen ganz in Wegfall kommt, kann die Bedienung der Ölfeuerung mit einer bedeutend geringeren Anzahl von Personal geschehen und auch ein weniger kräftiges Menschenmaterial herangezogen werden. Aus diesem Grunde werden in den Heizräumen vielfach Nicht-Europäer, wie Chinesen, Laskaren etc. verwendet, die daneben

eine geringere Heuer erhalten, als sonst den Trimmern und Heizern gezahlt wird.

Im Verhältnis des geringeren Verbrauches der Ölfeuerung an Brennmaterialgewicht erhöht sich bei gleicher Brennstoffzuladung der Aktionsradius um etwa 50%. Auch ist die Raumanspruchnahme im Vergleich zur sperrigen Kohle beim Heizöl kleiner. Dieser Vorteil tritt allerdings praktisch weniger in die Erscheinung, da es sich empfiehlt, die Ölzellen nie voll zu fahren, damit bei Grundberührungen der Oberboden der Zellen nicht gesprengt wird. Man benutzt nämlich zur Aufbewahrung des Heizöls meistens die Doppelbodenzellen, sodaß die sonst als Kohlenbunker benutzten Räume für Lade- und andere Schiffszwecke herangezogen werden können. Im Auslande leiden Schiffe häufig darunter, daß so schlechte Kohlen geliefert werden, daß mindestens alle drei Stunden eine Reinigung der Feuer nötig ist. Bei starkem Grusgehalt und sonstigen schlechten Eigenschaften der Kohlen erstreckt sich der Ausfall an Schiffsgeschwindigkeit nicht nur auf die Zeit während des Feuerreinigens, sondern bereits eine Stunde vorher sind die Feuer stark verschlackt, und nach dem Feuerreinigen brauchen die Feuer etwa eine Stunde, um wieder durchzubrennen, sodaß nur während des kleinsten Teils der Fahrt die normale Geschwindigkeit gehalten werden kann.

Da sich ferner die Heizöle in kürzerer Zeit mittels Pumpen übernehmen lassen, spart man auch hier an Zeit und Personal und vermeidet ferner bei Passagierdampfern die Belästigung der Passagiere. Auch für die Kessel ist die Ölfeuerung vorteilhafter als Kohlenfeuerung. Während bei dem Aufheuern von Kohlen stets kalte Luft einströmt und Anlaß zu Leckagen von Feuerrohren, Nähten etc. gibt, fällt dies bei der Ölfeuerung fort. Die Kessel werden also im allgemeinen eine längere Lebensdauer besitzen. Wie bereits ausgeführt, ist die Ölfeuerung nur auf bestimmten Linien wirtschaftlich vorteilhafter als Kohlenfeuerung. Ein weiterer Nachteil einer Ölfeuerungs-Anlage ist die Kompliziertheit der Düsen, Rohrleitungen, Pumpen etc. Aus diesen Umständen erklärt sich, daß die Ölfeuerung in der Handelsmarine bisher nur eine beschränkte Anwendung gefunden hat.

Man sucht auch in anderer Weise die flüssigen Brennstoffe für die Fortbewegung der Schiffe nutzbar zu machen. Die Verwendung in der Art, daß sie in einem Kessel Dampf erzeugen, muß als ein Umweg bezeichnet werden, wenn es angängig ist, den flüssigen Brennstoff direkt im Motor zur Arbeitsverrichtung zu

zwingen. Dies ist bei den sogenannten Verbrennungsmotoren der Fall. Die Vorteile sind folgende: Sie sind erstens dauernd betriebsbereit, weil kein Kessel anzuheizen ist; ferner beanspruchen sie weniger Raum und Gewicht, weil die Anlage zur Erzeugung des Dampfes in Fortfall kommt. Aus demselben Grunde sind auch die Anlagekosten geringer und man gebraucht weniger Bedienungspersonal. Der wesentliche Nachteil ist jedoch die geringe Manövrierfähigkeit und ebenso der Umstand, daß man bisher noch keinen Motor mit Rückwärtsgang konstruieren konnte. Man ist daher gezwungen, entweder die Schraube zum Verstellen einzurichten, oder den Motor nicht direkt auf der Welle wirken zu lassen, sondern ein Zahnradgetriebe dazwischen zu schalten. Aus diesen Gründen sind die Motore bisher nur bei kleineren Schiffen zur Anwendung gekommen und kommen zur Zeit für die eigentliche Seeschifffahrt nicht in Betracht. Deswegen erübrigt sich ein näheres Eingehen auf diesen Schiffsmotor an dieser Stelle.

Fortschritte beim Bau der Kessel.

Mit der fortschreitenden Entwicklung des Schiffsmotors von der Niederdruckmaschine bis zur mehrfachen Expansionsmaschine und Turbine sind auch die Anforderungen an den Dampferzeuger, den Kessel, immer mehr gestiegen. Die Arbeitsleistung des Dampfschiffes wächst mit seiner durch die Erhitzung erzeugten höheren Spannung und Expansionskraft, und zwar tritt diese Steigerung in der Dampfspannung sehr rasch ein. Wenn das Wasser den Siedepunkt erreicht hat, ist der Druck des daraus gebildeten Dampfes gleich einer Atmosphäre, bei 121 Grad aber schon gleich 2, bei 144 Grad 4, bei 171 Grad 8, bei 200 Grad 16 Atmosphären, und zwar wird der Aufwand an zu erzeugender Wärme, folglich auch der Mehrverbrauch an Kohlen, im gleichen Maße immer geringer, sodaß für eine Atmosphäre 637 Wärmeeinheiten, für zwei 643, für vier 650, für acht 659, für sechzehn ca. 688 Einheiten erforderlich sind. Die Technik hat daher danach gestrebt, möglichst hohen Dampf zu verwenden, um bei der Erzeugung des Dampfes an Feuerungsmaterial sparen zu können und so wirtschaftlicher arbeitende Maschinen zu schaffen. Die ältesten Kessel waren die sogenannten Kofferkessel. Diese hatten große flache Wände, von denen die einander gegenüberliegenden durch wagerechte bzw. senkrechte Verankerung miteinander verbunden und gegeneinander abgesteift

waren. Diese Kessel konnten jedoch höchstens einen Druck von 3—5 Atmosphären aushalten. Sie besaßen allerdings den Vorteil, daß sie infolge ihrer großen flachwandigen Verbrennungsräume die Heizgase besser ausnutzten, als die an ihrer Stelle eingeführten Zylinderkessel. Ein weiterer Vorteil war, daß man Kessel von dieser Form der Schiffsform besser anpassen konnte. Aber erst der Zylinderkessel ermöglichte es, mit dem Dampfdruck in die Höhe zu gehen, da seine kreisrunde Form den auftretenden Spannungen des Dampfes besser Widerstand leisten konnte.

Um die Heizgase in diesen Kesseln besser ausnutzen zu können, durchzog man den Wasserraum mit Siederohren, durch die die Heizgase nach Verlassen der Verbrennungskammer strichen. Als sich für größere Maschinenanlagen auch eine größere Anzahl von erforderlichen Kesseln ergab, kam man dann dazu, aus Gründen der Raumersparnis, wie der Gewichtersparnis, den Kessel zu verdoppeln, d. h. an die Rückwand dieses Kessels die Rückwand eines gleichgeformten symmetrischen Kessels gewissermaßen anzuschließen, und so einen Typ zu schaffen, welcher die Leistungen zweier einzelner Kessel aufwies, gewisse Teile aber, besonders die beiden hinteren Vertikalrückwandungen sparte. Man nennt einen derartigen Kessel einen Doppelender. Auf Schiffen mit verhältnismäßig großen Maschinen, besonders auf Kriegsschiffen, hat man dann zeitweilig auch sogenannte Lokomotivkessel eingebaut. Dieselben ergeben eine schlechtere Wärmeausnutzung, als die Zylinderkessel. Daneben sind sie bedeutend empfindlicher und Beschädigungen in höherem Grade ausgesetzt.

Bei größeren Zylinderkesseln ist man mit etwa 15 Atmosphärenkesseldruck an der Grenze der Widerstandsfähigkeit und Leistungsfähigkeit angekommen. Bei weiterer Drucksteigerung werden die Bleche und Verankerungen zu schwer und sind kaum in der wünschenswerten Größe herzustellen. Die erhöhten Kosten dieser Herstellung beeinträchtigen wieder die Wirtschaftlichkeit und wiegen die erreichten Vorteile auf. Aus diesen Gründen strebte man nach Kesselkonstruktionen, welche ohne Gewichtsvermehrung und ohne mehr Raum zu beanspruchen, die Möglichkeit boten, den Dampfdruck zu steigern. So entstanden die Wasserrohrkessel, die daneben noch eine bedeutende Gewichtersparnis brachten. Diese beruht teils auf dem Wegfall der schweren Kesselmäntel, teils auf dem Fortfall oder der Verringerung der Verankerung, teils auf der Verkleinerung des Wasserinhaltes. Der wesentliche Unterschied zwischen den alten Kesseln (Siederohrkessel) und den

Wasserrohrkesseln besteht darin, daß bei den ersteren die Rohre von den Heizgasen durchstrichen werden und der übrige Teil des Kessels mit Wasser, resp. mit Dampf gefüllt ist, während bei den Wasserrohrkesseln die Rohre mit Wasser gefüllt sind und die Heizgase diese Rohre umspülen.

Die hauptsächlichsten Systeme der Wasserrohrkessel sind die Belleville-, die Dürr-, Niklausse-, Jarrow-, Schultz-, Thornicroft-, die Babcock-Wilcoxkessel. Jedes dieser Systeme hat natürlich seine Vorteile und seine Nachteile. Allen gemeinsam sind folgende allgemein anerkannte Vorzüge: Vor allem läßt sich in den Wasserrohrkesseln bedeutend schneller Dampf aufmachen; während man hierzu bei einem Zylinderkessel ca. 8 Stunden braucht, da bei einem schnelleren Anheizen leicht Leckagen entstehen, kann man ohne Nachteile einen Wasserrohrkessel in ca. $\frac{1}{2}$ Stunde anheizen. Ferner ist das Gewicht der Wasserrohrkessel, wie schon oben erwähnt, erheblich leichter; man kann sie trotzdem für bedeutend höheren Druck bauen. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß diese Kessel erheblich einfacher zu reparieren sind und sich die etwa notwendigen Reparaturen zum großen Teil mit Bordmitteln ausführen lassen. Auch eine Reinigung der Kessel geht wesentlich leichter von statten, muß allerdings auch häufiger vorgenommen werden. Während man ferner bei einer Grundreparatur eines Zylinderkessels die oberhalb desselben befindlichen Decks entfernen muß, um den Kessel herausheben zu können, läßt sich der Wasserrohrkessel unter Deck zerlegen und dann stückweise leicht herausschaffen.

Demgegenüber stehen eine Reihe von Nachteilen. Vor allem bedürfen die Wasserrohrkessel einer bedeutend sorgfältigeren Wartung, es ist nötig, die Feuer kleiner zu halten und häufiger zu beschicken, da der Wasserinhalt dieser Kessel wesentlich kleiner ist. Aus diesem Grunde neigen sie auch leicht dazu, überzukochen. Ferner sind die Kessel gegen Rost, Verfettung und Ablagerung von Kesselsteinen bedeutend empfindlicher als die Zylinderkessel. Aus diesen Gründen haben die Wasserrohrkessel in der Handelsmarine bisher auch nur vereinzelt Anwendung gefunden. Dagegen sind sie in der Kriegsmarine ganz allgemein eingeführt, da hier die erhebliche Gewichtsersparnis vor allem ins Gewicht fällt. Es steht aber zu erwarten, daß die Technik die noch bestehenden Nachteile überwinden und der Wasserrohrkessel den Zylinderkessel mehr und mehr verdrängen wird.

Zur weiteren Erhöhung des Wirkungsgrades des Kessels

dient heute vielfach die Anwendung des künstlichen Zuges. Durch erhöhte Zuführung von Sauerstoff sucht man die Verbrennung zu steigern und höhere Temperaturen zu erzielen. Zuerst Anwendung gefunden hat diese Einrichtung auf den Kriegsschiffen, da es hier vor allem darauf ankam, kurze Zeit hindurch eine größere Dampfmenge zu erzielen. Man ist später auch bei den Handelsdampfern zu demselben System übergegangen, vor allem bei den Schnelldampfern. Im allgemeinen steigert man diesen Überdruck aber nicht auf mehr als 15 Atmosphären, da bei höherem Druck allerdings eine erhöhte Verbrennung erzeugt wird, aber der Kohlenverbrauch in höherem Maße zunimmt als die Maschinenleistung, indem einem Kohlenverbrauch von 60% nur eine Zunahme der Maschinenkraft von 45% gegenübersteht. Außerdem leiden die Kessel unter diesem hohen Überdruck und den hohen erzeugten Temperaturen, sodaß man allgemein auf einen Überdruck von 15 Atmosphären zurückgegangen ist, bei dem die Ersparnis gegenüber dem Kohlenverbrauch bei natürlichem Zuge etwa 10 bis 15% beträgt.

Wie aus der Tabelle über die Entwicklung der Schraubenschiffmaschinen (Seite 22) hervorgeht, ist das Gewicht der Kessel von 120 bis 140 kg pro indizierte Pferdekraft nach Einführung der Verbesserung auf 90 kg dann bis Ende des Jahrhunderts auf 50 bis 70 kg gesunken, beträgt also kaum noch die Hälfte des ursprünglichen Gewichtes.

Die Propeller der Schiffe.

Das wichtigste Mittel zur Erreichung einer ökonomischen Geschwindigkeit und zu einer Ausnutzung der Maschinen ist ein entsprechender Propeller.

Die ersten brauchbaren Schiffe waren sämtlich Raddampfer, wenn gleich schon Albert Euler im Jahre 1764 die Schraube als Fortbewegungsmittel für Schiffe vorschlug. Während die ersten Raddampfer feste Schaufeln hatten, ging man bald dazu über, an ihrer Stelle bewegliche Schaufeln einzuführen, die eine bedeutend bessere Wirkung ergaben. Denn feste radial gestellte, nicht drehbare Schaufeln im Schaufelrade treten, besonders wenn sie etwas tief eintauchen, sehr schräg in das Wasser ein, wodurch das Rad nicht bloß horizontal sondern auch vertikal auf das Schiff zurückwirkt. Hierdurch findet aber nicht nur eine unvollkommene Kraftbenutzung statt, sondern das Schiff wird auch in eine zitternde Bewegung

versetzt. Bereits im Oktober 1813 baute der Glasgower Mechaniker Robert Buchanan ein Dampfschiff, die »Prinzess Charlotte«, mit sogenannten »Feathering paddles«, die nicht nur immer in vertikaler Richtung ein- und austraten, sondern auch in dieser Lage durch das Wasser gingen. Leider war die Konstruktion sehr empfindlich und man mußte diese Schaufeln später wieder durch feste ersetzen. Eine Verbesserung dieser Konstruktion führte im Jahre 1829 Galloway herbei, der den Schaufeln nicht überall die vertikale Stellung gab, sondern die Konstruktion so anordnete, daß der Ein- und Austritt möglichst vorteilhaft geschah, wobei die vertikale Lage jeder Schaufel erst nach dem Eintritt in das Wasser, beim Zuge durch letzteres, in wünschenswerter Weise erreicht wird. Der Nutzeffekt bei diesen Rädern mit beweglichen Schaufeln war etwa 10⁰/₁₀₀ höher als bei den alten festen Schaufeln. Die Radmaschine weist aber eine Reihe von schweren Nachteilen auf. Im allgemeinen ist eine Radmaschine von derselben Leistung schwerer als eine entsprechende Schraubenmaschine, da die Kolbengeschwindigkeit einer Schraubenmaschine höher sein kann. Ferner muß die Radmaschine in der Mitte des Schiffes, also in seinem besten Teile, liegen und nimmt, da sie infolge der Lage der Räder auch über das Oberdeck hinausragen muß, einen nicht unbeträchtlichen Teil der Decksfläche ein. Dieser Teil kann also nicht zur Unterkunft von Passagieren benutzt werden. Ferner beanspruchen die schweren Schiffsräder die Verbände in weit größerem Maße als die Schiffsschraube. Ein weiterer Nachteil ist es, daß die Räder im Anfang der Reise bei voller Kohlenladung sehr tief, im weiteren Verlaufe der Reise immer weniger tief, also nur während eines Teiles der Reise so eintauchen, daß sie wirtschaftlich am vorteilhaftesten arbeiten. Es macht sich ferner bei schlechtem Wetter das ungleiche Eintauchen der beiden Räder unangenehm bemerkbar, vor allem, da sich dabei auch ein sehr schlechtes Steuern des Schiffes gezeigt hat, weil das tiefer eintauchende Rad ein Drehmoment hervorruft. Derselbe Übelstand machte sich beim Segeln dieser Schiffe bemerkbar, und man muß hierbei in Rücksicht ziehen, daß man bei dem damaligen Stande der Technik den Maschinen nicht so großes Vertrauen entgegenbringen konnte, wie heute, und daher alle transatlantischen Dampfer noch mit Takelage ausgerüstet waren, die bei günstigem Winde mit zur Fortbewegung des Schiffes verwendet wurde.

Auch waren die Räder leicht Beschädigungen durch Wellen, Eisgang usw. ausgesetzt. Sie hinderten das Anlegen der Schiffe

an den Kai und die Übernahme der Ladung, nutzten sich bedeutend schneller ab, als die unter Wasser liegende Schraube, erforderten also häufiger Reparaturen. Dagegen besitzen die Raddampfer den Vorteil, daß sie im allgemeinen geringere Schlingerbewegungen haben, als die Schraubendampfer. Lange hat dieser Kampf zwischen Rad- und Schraubendampfer gewährt. In einzelnen Fällen hat man versucht, die Vorteile beider Systeme miteinander zu vereinigen und die Schiffe mit beiden Propellern ausgerüstet, so z. B. bei dem »Great Eastern«. Eigentümlich mutet uns heute die Anschauung über die Verwendung von Raddampfern an, der ein Ingenieur in der »Hansa« im Jahre 1867 Ausdruck gibt. Er schreibt:

»Die Schiffe der Westindischen und Transatlantischen Linien, namentlich die neuesten, zwischen Liverpool und New York, sind Raddampfer, dagegen sind fast alle Dampfer, die im Mittelmeer und Indischen Ozean fahren, und die Dampfer der Peninsular- und Oriental-Company, Schraubendampfer.

Da allen diesen englischen Gesellschaften in gleicher Weise die Intelligenz und Erfahrung der besten Schiffbau-techniker zu Gebote stehen, so muß diese auffallende Verschiedenheit einen tieferen Grund als den bloßen Zufall haben. Die wahrscheinliche Erklärung ist, daß die Schraube am besten wirkt in den verhältnismäßig ruhigen Gewässern des Mittelmeers und des Indischen Ozeans und daß die Schaufelräder bessere Dienste leisten auf den langen Wellen und in dem stürmischen Wetter des Atlantischen Ozeans.«

Heute verwendet man für den Seeverkehr nur noch Schraubendampfer. Raddampfer werden nur noch für den Verkehr auf Flüssen gebaut, wo es sich darum handelt, einen möglichst geringen Tiefgang zu erzielen, und ferner als Passagierdampfer für den Verkehr auf kurzen Strecken, weil der Lauf der Raddampfer im allgemeinen ein ruhigerer und angenehmerer ist. Aber auch hier wird der Raddampfer in neuester Zeit durch den Turbinendampfer verdrängt, der zum großen Teile dieselben Vorteile aufweist, aber nicht die Nachteile des Raddampfers besitzt.

Es ist viel darüber gestritten worden, wem der Ruhm gebührt, die Schiffsschraube erfunden zu haben. Jedenfalls ist die Idee älter als die praktische Ausführung. Die erste praktische Ausführung schuf der Österreicher Josef Ressel mit seinem Schiffe

»Civetta« im Jahre 1829. Das wesentlich Neue bei dieser Konstruktion war die Lagerung der Schraube in einen besonderen Schraubenbrunnen, der sich zwischen Hinterstevan und Steuer befand, eine Einrichtung, wie sie noch heute alle Einschraubenschiffe besitzen. Leider wurde die sonst sehr glückliche Versuchsfahrt durch einen Unfall (das Schmelzen der Lötstelle eines Dampfrohres) vorzeitig beendet, und die Polizei untersagte infolge dieses Unfalles alle weiteren Versuche. Erst im Jahre 1836 hörte man wieder von einem Schraubendampfer, den der Engländer Smith konstruiert hatte. Die eingängige Schraube von Smith bestand aus Holz, wobei die einfache Spirale zwei vollständige Umdrehungen machte. Bei einer der Probefahrten ereignete sich ein Vorfall, der zum ersten Male eine Änderung der Schraubenform nach sich zog. Die Schraube kam mit einem harten Gegenstand im Wasser in Berührung, wodurch die halbe Länge, d. h. eine ganze Umdrehung der Schraube abbrach. Wider alles Erwarten von Smith verlangsamte dieser Unfall nicht die Fahrt des Schiffes, sondern das Boot fuhr im Gegenteil schneller, sodaß Smith bei seinen weiteren Versuchen eine Schraube anwendete, deren Spirale nur eine Umdrehung machte. Die englische Admiralität wurde auf Smith's Erfindung aufmerksam, sie ließ noch mehrere Versuche anstellen und veranlaßte nach deren günstigem Ausfall Smith zum Bau eines größeren Schraubenbootes, des »Archimedes«. Auch dieses Boot erzielte günstige Resultate und die Schraube fand bald allgemeine Einführung. Der Vorteil der Schraubenschiffe besteht darin, daß der Propeller auf beiden Seiten gut gestützt ist, und bei jedem Wetter brauchbar ist. Ferner ließ sich die Schraube bedeutend besser neben dem Segel benutzen, als dies bei den Raddampfern der Fall war.

Die hydrodynamischen Vorgänge bei der Arbeit der Schraube sind im allgemeinen wenig geklärt. Erst in den letzten Jahren hat man in dieser Hinsicht wissenschaftliche Versuche angestellt. Man war und ist heute noch bei der Wahl der Schrauben auf Versuche angewiesen. Im allgemeinen hat man nur festgestellt, daß der Wirkungsgrad der zweiflügeligen Schrauben am günstigsten ist, dagegen ihr Gang unruhig; daher ist eine Schraube mit drei Flügeln in bewegtem Wasser vorteilhafter, weil sie gleichmäßiger arbeitet. Schrauben mit vier Flügeln stehen denjenigen mit drei Flügeln im Nutzeffekt ein wenig nach, haben aber für Einschraubenschiffe den Vorzug, daß die Stöße des Wassers gegen das Hinterschiff sich aufheben weil immer je zwei gegenüberliegende Flügel

in entgegengesetztem Sinne wirken. Allgemein zutreffende Regeln kann man jedoch hierüber nicht aufstellen, auch über die günstigste Form der Schraubenflügel hat bisher die wissenschaftliche Forschung nichts Positives feststellen können. Bei allen Schiffen, bei denen es auf die Erzielung einer großen Geschwindigkeit ankommt, so bei Kriegsschiffen, Schnelldampfern, Dampfyachten stellt man daher eine Reihe von Probefahrten an und probiert Schrauben von verschiedener Form und verschiedener Größe und wählt dann die Form aus, mit der die günstigsten Resultate erreicht sind. Die Unterschiede in der Schnelligkeit sind zum Teil recht erhebliche und betragen 1—2 Knoten, so daß sich die eingehenden Versuche und die Herstellung mehrerer Schrauben wohl lohnen,

Die zweiflügelige Schraube wird heutzutage überhaupt nicht mehr verwendet. Bei schnelleren Dampfern verwendet man meistens dreiflügelige, bei anderen Schiffen vierflügelige Schrauben. Ferner scheint festzustehen, daß für hohe Fahrgeschwindigkeit im allgemeinen kleinere Schrauben, welche schneller umlaufen, größeren, langsamer gehenden vorzuziehen sind, was man der geringeren Oberflächenreibung der ersteren zuschreibt. Besonders schwierig liegen die Verhältnisse bei den Turbinendampfern. Man hat hier Versuche mit zwei, drei- und vierflügeligen Schrauben gemacht, ferner bis zu drei Schrauben auf einer einzigen Welle aufgesetzt, ist aber trotz aller eingehenden Versuche noch nicht zu positiven Resultaten gekommen. So verlor der englische Turbinendampfer »Mauretania« auf einer Reise durch einen Unfall eine seiner vier Schrauben, die jede auf einer besonderen Welle sitzen. Eigentümlicherweise zeigte sich, daß das Schiff nicht etwa langsamer fuhr als bisher, sondern im Gegenteil eine höhere Geschwindigkeit erreichte. Man ersieht hieraus, daß auf diesem Gebiete die Technik noch vor einer Aufgabe steht, deren Lösung einen großen wirtschaftlichen Fortschritt bedeuten würde.

Würde die Schraube in einer festen Mutter arbeiten oder das Schaufelrad auf einer festen Bahn sich abrollen, so würde das Schiff bei jeder Maschinenumdrehung einen Weg von der Größe der Schraubensteigung resp. des Radumfanges zurücklegen. Das Wasser weicht jedoch dem Drucke der Schraubenflügel bzw. der Radschaufeln aus. Der wirkliche Weg des Schiffes muß also kleiner ausfallen, als der nach der Schraubensteigung oder dem Radumfang berechnete Weg des Propellers. Diesen Geschwindigkeitsverlust nennt man Slip oder Rücklauf und berechnet ihn nach Prozenten des theoretischen Weges. Der Slip ist bei verschiedenen Schiffen verschieden, ändert sich aber auch bei ein und demselben

Schiffe mit wechselnder Geschwindigkeit. Als brauchbaren Wert für den Slip einer Schiffsschraube kann man etwa 7—15%, für denjenigen eines Schaufelrades etwa 20—30% bezeichnen. Liegt der Slip außerhalb dieser Grenzen, so ist der Nutzeffekt des Propellers im allgemeinen kein guter, und die vorhandenen Kräfte werden nicht rationell ausgenutzt.

Der Vollständigkeit halber sei hier noch der Reaktionsdampfer erwähnt. Bei diesen Schiffen wird die Kraft des ausfließenden resp. ausgestoßenen Wassers zur Fortbewegung des Schiffes benutzt. Obwohl die mit Schiffen derartigen Typs vorgenommenen Versuche im allgemeinen günstig ausgefallen sind und dieses System gegenüber den Schrauben- und Raddampfern eine Reihe von Vorteilen aufweist, ist es doch nicht in größerem Maßstabe zur Verwendung gekommen, vielmehr ist es bei einigen wenigen Versuchen geblieben.

Mittel zur Erhöhung der Geschwindigkeit.

Neben der Ladefähigkeit ist die Geschwindigkeit ein wesentlicher Faktor bei der Beurteilung der Transportleistung eines Fahrzeuges, da bei gleichbleibender Ladefähigkeit, aber erhöhter Geschwindigkeit dieselbe Entfernung innerhalb eines bestimmten Zeitraumes häufiger zurückgelegt werden kann, die Transportfähigkeit also steigt. Auch an und für sich spielt die Schnelligkeit im heutigen Wirtschaftsleben eine bedeutende Rolle, vor allem bei der Beförderung von Menschen, der Post usw. Die Beförderung leicht verderblicher Waren, wie es z. B. Früchte sind, wurde erst möglich, nachdem die Schiffe neben Vorrichtungen zum zweckmäßigen Aufbewahren der Waren eine genügende Geschwindigkeit besaßen. So ist dann auch der Südfruchthandel nach Hamburg in den letzten Jahren, seitdem schnellere Schiffe eingeführt worden sind, in ganz ungeahntem Maße gestiegen. Ein weiterer Vorteil der schnellen Beförderung liegt darin, daß der Kapitalumsatz schneller von statten geht. Es ist also dem Kaufmann möglich, mit einer kleineren Profitrate auszukommen und trotzdem denselben Gewinn zu erzielen. Ferner schafft die erhöhte Geschwindigkeit die Möglichkeit, die Konjunkturen besser auszunutzen und etwa benötigte Waren schnell nach einem bestimmten Orte, wo ein entsprechender Bedarf herrscht, zu befördern.

Die Schnelligkeit eines Schiffes hängt im wesentlichen von der Form desselben ab und inwieweit diese Form geeignet ist, den Widerstand des Wassers zu überwinden. Die Aufgabe des Schiffbauers ist es, eine möglichst günstige Form zu finden, ohne die anderen Eigenschaften (Ladefähigkeit, Stabilität usw.) des Schiffes zu sehr zu beeinträchtigen.

Man hat nun versucht, Regeln und Normalien für die günstigste Form aufzustellen. Doch hat hier die wissenschaftliche Forschung ziemlich versagt. Um Anhaltspunkte zu gewinnen, welche Formen am günstigsten seien, stellte man Versuche mit Fahrzeugen von gleichen Abmessungen, aber mit verschiedenen Linien auf. Vollkommen einwandfreie Resultate konnten diese Versuche natürlich nicht liefern, da es schwierig ist, immer die gleichen Verhältnisse zu schaffen, und Wind, Seegang, Wassertiefe, Strömungen einen wesentlichen Einfluß ausüben können. Außerdem konnten derartige Versuche natürlich nur in beschränkter Zahl vorgenommen werden, da die Kosten dafür recht hoch waren. Daher sind sie meistens nur von den Kriegsmarinen verschiedener Länder unternommen worden, und die hier gewonnenen Resultate wurden oft nicht der Allgemeinheit zugänglich gemacht, sondern nur für die eigenen Zwecke verwendet.

Die diesen Versuchen zu Grunde liegende Idee wurde von dem Engländer Froude auf eine andere Weise verwertet. Er fertigte nach den Konstruktionszeichnungen der Schiffe Modelle an, die genau dieselben Formen im verkleinerten Maßstabe wiedergaben. Diese Modelle wurden in einem Versuchsbassin geschleppt und der Widerstand, der sich dabei ergab, gemessen. Durch Berechnung konnte man dann feststellen, wie groß man die Maschinenkraft des zu erbauenden Schiffes bemessen mußte, um eine bestimmte Geschwindigkeit erreichen zu können. Dieser Anhalt brachte für die Werft den wirtschaftlichen Vorteil, daß sie einen ziemlich genauen Anhalt für die erforderliche Größe der Maschinen hatte und so nicht der Gefahr ausgesetzt war, evt. eine bedeutende Konventionalstrafe zu zahlen, weil das Schiff nicht die garantierte Geschwindigkeit erreichte. Der Reeder ferner hatte den Vorteil, daß sein Schiff eine Maschine von der richtigen Größe erhielt, also nicht überflüssiges Maschinengewicht mitzubefördern hatte. Man beschränkt sich heute nicht darauf, für ein geplantes Schiff nur ein einziges Modell herzustellen, sondern entwirft mehrere Konstruktionen und stellt dann durch Vergleiche fest, welche Form für die gewünschte Geschwindigkeit die geeignetste ist, stellt dann

auch evtl. aus den verschiedenen Konstruktionen einen neuen Entwurf zusammen, der die Vorteile der alten vereinigt und ihre Nachteile vermeidet. Mit Hilfe von derartigen Versuchen konnte man auch konstatieren, wieweit durch Wellenböcke, Schlingerkiele usw. der Widerstand des Schiffes vermehrt wurde und ob derartige Einrichtungen wirtschaftlich noch vorteilhaft zu verwenden waren.

Die ersten derartiger Schleppversuchsstationen wurden in England gebaut. Deutschland besaß lange Zeit nur eine kleine derartige Station in Übigau, bis im Jahre 1900 der Norddeutsche Lloyd dazu übergang, in Bremerhaven eine Schleppversuchsstation für seine Zwecke zu bauen. Veranlaßt wurde er hierzu, durch seine Erfahrungen mit den beiden Schnelldampfern »Kaiser Wilhelm der Große« und »Kaiser Friedrich III«. Während bei dem ersteren eingehende Versuche in der Schleppstation zu Spezia vorgenommen waren, die zu verschiedenen Verbesserungen führten und es ermöglichten, später die geforderte Geschwindigkeit des Schiffes zu erreichen und zu übertreffen, konnte der »Kaiser Friedrich III.« infolge seiner ungünstigen Form nicht die nötige Anzahl von Knoten laufen und seine Übernahme wurde infolgedessen vom Norddeutschen Lloyd abgelehnt. Die Anstalt in Bremerhaven konnte bald nicht mehr allen Bedürfnissen genügen, und so wurde einige Jahre darauf im Anschluß an die technische Hochschule zu Charlottenburg eine weitere derartige Anstalt gebaut. Eine vierte, speziell für die Zwecke der Kaiserlichen Marine bestimmte, befindet sich z. Zt. im Bau.

Mit Hilfe dieser Versuche hat man auch eingehende Untersuchungen über die Wellenbildung bei der Fortbewegung der Schiffe anstellen können. Die bei der Fahrt des Schiffes auftretenden Bug- und Heckwellen sind bei wechselnder Geschwindigkeit in Höhe und Länge verschieden. Der Konstrukteur hat nun darauf zu achten, daß bei der gewöhnlichen und gewünschten Geschwindigkeit des Schiffes sich nicht das Heck des Schiffes in einem Wellental befindet, da hierdurch das Schiff sich hinten gewissermaßen festsaugt und ein großer Kräfteverlust eintritt. Ebenso ist darauf zu achten, daß die Bugwelle nicht zu große Dimensionen annimmt.

Diese Versuche im Schleppbassin gaben jedoch im allgemeinen keinen Aufschluß über die im Wasser auftretenden Wirbelbildungen. Über die Erscheinungen auf diesem Gebiete befand man sich bisher völlig im Unklaren, bis vor einigen Jahren Professor Ahlborn in Hamburg dahingehende Versuche anstellte. Mit Hilfe von

Sesamsamen machte er die auftretenden Strömungen und Wirbelbildungen des Wassers erkennbar und fixierte die auftretenden Erscheinungen mit Hilfe der photographischen Platte. Wenn diese Versuche, die sich noch im Anfangsstadium befinden, und vorläufig rein wissenschaftlich betrieben werden, auch bisher wenig positive Resultate für den Schiffbau ergeben haben, so versprechen sie doch für später wertvolle Ergebnisse.

Ebenso hat man in letzterer Zeit eingehende Untersuchungen über Form und Größe der Meereswellen angestellt. Mit Hilfe des von Pulfrich erfundenen Stereokomperators veranstaltete Professor Laas von der technischen Hochschule in Charlottenburg auf einer längeren Reise um das Kap Horn Messungen von Meereswellen, die das überraschende Resultat ergaben, daß die Meereswellen eine ganz andere Form haben, als man bisher angenommen hatte. Diese Untersuchungen werden voraussichtlich den Schiffbau nicht nur in Bezug auf die Schiffsform, sondern auch auf die Stärke der einzelnen Verbandsteile stark beeinflussen.

Welchen Einfluß die Schiffsformen auf die Geschwindigkeit haben, zeigt der Mißerfolg der »Campania« und »Lucania«. Während diese Schiffe bei einem Displacement von 18000 Tonnen eine Maschinenkraft von 30000 i. H. P. aufwenden müssen, um mit einer Geschwindigkeit von 21 bis 22 Knoten zu fahren, läuft der um fast 3000 Tonnen größere »Kaiser Wilhelm der Große« mit derselben Maschinenleistung über einen Knoten mehr.

Die Festsetzung der Geschwindigkeit für ein bestimmtes Schiff wird natürlich durch wirtschaftliche Erwägungen bestimmt. Die Geschwindigkeiten für Frachtdampfer haben sich während der ganzen Entwicklung der Dampfschiffahrt selbst bei den größten Displacements innerhalb einer Grenze von 8—11½ Knoten gehalten. Für die relative Wirtschaftlichkeit dieser Geschwindigkeit sprechen auch beim heutigen Frachtdampfer noch besondere Gründe, die in der technischen Entwicklung der Schiffsform liegen. Um bei möglichst beschränkten Größenabmessungen eine möglichst große Ladung unterbringen zu können, baut man die Frachtdampfer heute mit einem Völligkeitsgrad¹⁾ von 80—82%. Die Erfahrungen und die Schleppversuche bei derartig völligen Formen haben ergeben, daß das Verhältnis zwischen Maschinenkraft und Fahrleistung unterhalb einer Geschwindigkeit von

¹⁾ Verhältnis zwischen dem Rauminhalt des eingetauchten Schiffskörpers und dem Rauminhalt eines Parallelepipedons von gleicher Länge, Breite und gleichem Tiefgange.

12 Knoten annähernd konstant ist. Sobald man aber über diese Geschwindigkeit hinausgeht, zeigt sich ein unverhältnismäßig schneller Aufstieg der Maschinenkraft für die Tonne Displacement. Die Grenze des zweckmäßigen Kraftaufwandes verschiebt sich bei wachsendem Displacement nach oben, weil bei längeren Mittelschiffen die Schiffsenden schärfer gehalten werden können. Die Vorteile des vergrößerten Displacements in Bezug auf die Wirtschaftlichkeit des Antriebes sind erheblich. Die stetige Abnahme der Maschinenkraft für die Tonne Displacement bei größeren Schiffen gleicher Geschwindigkeit beruht auf den Erscheinungen der Hydrodynamik, die bis heute noch nicht mathematisch exakt, sondern nur empirisch (durch den Versuch) haben festgelegt werden können. Interessante Ergebnisse hat man besonders bei der Verlängerung von Dampfern feststellen können. Beispielsweise erreichten die im Jahre 1893 um 16,4 m verlängerten Dampfer „Sachsen“ und „Bayern“ des Norddeutschen Lloyd, obwohl dadurch der Laderaum um 1900 cbm vergrößert wurde, mit denselben Maschinen und derselben Maschinenstärke eine höhere Geschwindigkeit als früher.

Nimmt man das durchschnittliche Displacement der großen Frachtdampfer um das Jahr 1895 mit 6000 ts. an, während die heutigen größten Displacements dieser Schiffsgattung 18000 ts nur selten überschreiten, so ergibt ein Vergleich der Antriebskosten bei einer Geschwindigkeit von 10 Knoten, daß das größte Schiff etwa 30% wirtschaftlicher arbeitet, als das kleinste. Dieser Umstand ist für die Rentabilität von um so größerer Bedeutung, je länger die Dampfstrecke ist, während welcher keine Kohlergänzungen stattfinden, da die Nettoladefähigkeit von dem mitzuführenden Kohlenquantum beeinflußt wird. Bei einer Dampfstrecke von 3000 Seemeilen, die annähernd der Strecke zwischen Europa und Nordamerika entspricht, ist bei reinen Frachtdampfern der Kraftbedarf für die Tonne befördertes Schwergut bei einem Displacement von 18000 Tonnen etwa 34% geringer, als bei einem Displacement von 6000 Tonnen.

Geht man andererseits von der 10-Knotenleistung eines Dampfers von 6000 ts. aus, so kann man für alle größeren Displacements diejenigen Geschwindigkeiten bestimmen, welche gleich wirtschaftlich in Bezug auf die Antriebskosten für die Tonne beförderten Schwergutes sind. Hierbei ergibt sich, daß bei einem Dampfer von 12000 ts die Geschwindigkeit schon 11 Knoten beträgt, bei einem Dampfer von 18000 ts 11½ Knoten. Zieht man

alle in Frage kommenden Momente (Anlagekosten, Besatzungs-
etat, Abgaben der Schiffe etc.) in Betracht, so stellt sich die Be-
urteilung des größeren Displacements weit günstiger. So
werden Durchschnittsgeschwindigkeiten von $11\frac{1}{2}$ Knoten häufig
schon bei Schiffen von 12000 bis 14000 ts angefundem, während die
Dampfer von 9000 bis 12000 ts meistens $10\frac{1}{2}$ bis 11 Knoten laufen.

Bei der Festsetzung der Geschwindigkeit kombinierter Passa-
gier- und Frachtdampfer spielt die Rücksicht auf die Passagiere
schon eine bedeutende Rolle. Infolge der Verschiedenheit der
Verkehrsbedingungen schwankt die Höhe der Geschwindigkeit bei
diesen Schiffstypen in bedeutend höherem Grade als bei den reinen
Frachtdampfern. Die wirtschaftliche Berechtigung von Ge-
schwindigkeitssteigerungen auf Grund der Passagierbeförderung
beruht darauf, daß das Gesamtgewicht von Passagiereinrichtungen
einschließlich des Gewichtes der Passagiere, des Gepäcks und
des Proviantes im Vergleich mit den aus der Passagierbeförderung
erzielten Einnahmen ein weit günstigeres Verhältnis ergibt, als
ein Vergleich zwischen dem Gewichte der Fracht und der dafür
gezahlten Entschädigung. Die daraufhin wirtschaftlich zu er-
möglichenden Geschwindigkeitssteigerungen werden aber in ihrem
Ertrage stark beeinflußt durch das höhere Anlagekapital der für
Passagiere gebauten Schiffe und die höheren laufenden Betriebs-
kosten. Die Statistik ergibt, daß heute Dampfer, die auf langen
Fahrstrecken der Passagierbeförderung dienen, durchschnittlich
ein Displacement von 8000 bis 16000 Tonnen und eine Geschwindig-
keit von 12 bis 14 Knoten haben. Aber auch hier hat das
steigende Displacement Erhöhungen ermöglicht, ohne die wirt-
schaftliche Basis ungünstig zu verschieben. Man findet heute
vielfach Displacements von über 16000 ts mit einer Durchschnitts-
geschwindigkeit von über 14 Knoten.

Das in der Erhöhung der Geschwindigkeit liegende Zuge-
ständnis an die Passagierbeförderung bringt nicht nur Einbußen
an Tragfähigkeit mit sich durch die erhöhten Gewichte der
Maschinenanlage und des mitzuführenden Brennstoffes, sondern
zwingt auch zu einer Herabsetzung des Völligkeitsgrades der Form,
um ein günstiges Verhältnis zwischen aufgewendeter Kraft und
der erzielten Geschwindigkeit zu erhalten. Das bedeutet entweder
eine weitere Verminderung der Tragfähigkeit, falls man an den
Abmessungen festhalten will, oder zwingt zu einer Vergrößerung
der Hauptabmessung. Ein Zehntausendtonner würde beispiels-
weise bei zehn Knoten verlangter Geschwindigkeit mit 117 Meter

Länge in rationellen Formen zu bauen sein. Soll aber das Schiff bei demselben Deplacement 15 Knoten laufen, so müßte man es mindestens 127 Meter lang bauen.

Während nun im regelmäßigen Betriebe Geschwindigkeiten bis zu 14 Knoten wirtschaftlich und lohnend sind, werden Überschreitungen dieser Grenzen, abgesehen vom transatlantischen Dienst, der unter besonderen Bedingungen arbeitet, nur dort gefunden, wo entweder nationale Interessen die Schaffung schneller Verbindungen mit Kolonien erheischen, oder wo staatliche Förderung bestimmter Verkehrsentwickelungen angebracht erschien, um in den betreffenden Gegenden ein Absatzgebiet für die heimische Industrie zu schaffen. Die unter solchen Bedingungen erreichten Geschwindigkeiten betragen bis zu $15\frac{1}{2}$ Knoten auf längeren Strecken. Für kurze Entfernungen sind hier zum Teil bedeutend höhere Geschwindigkeiten erreicht.

Anders liegen diese Verhältnisse im transatlantischen Verkehr und zwar sowohl nach Nordamerika, wie nach Südamerika, da hier die Gesellschaften unter ganz besonders günstigen Bedingungen arbeiten. Die stetige Steigerung der vom amerikanischen Kontinent nach Europa gehenden Warenmengen, das Wachsen der Beziehungen zwischen diesen beiden Kontinenten und die damit parallel gehende Zunahme des Kajütsverkehrs in beiden Richtungen, ferner die Zunahme des Auswandererverkehrs und die damit unvermeidlich verbundene Rückwanderung haben allmählich zu so stabilen Verhältnissen in dem Bedarf an Frachtraum und Passagiergelegenheit geführt, daß von allen Gesellschaften auf diesen Routen Deplacementsvergrößerungen und Geschwindigkeitserhöhungen in einem Maße unternommen werden konnten, wie dies auf den übrigen Straßen des Weltverkehrs nicht möglich war. Die Geschwindigkeit der erstklassigen Passagierschiffe auf den südamerikanischen Linien beträgt heute 14—16 Knoten. Da diese Geschwindigkeit nicht nur von einzelnen Dampfern erreicht wird, sondern alle größeren Reedereien, die nach den südamerikanischen Häfen regelmäßige Verbindung unterhalten, so die Hamburg-Südamerika-Linie, der Norddeutsche Lloyd, die Royal Mail Compagnie etc. Schiffe von dieser Geschwindigkeit eingestellt haben, so ist mit Sicherheit anzunehmen, daß diese Fahrleistungen noch lohnend sind. Bemerkenswert hierbei ist, daß die wirtschaftliche Basis dieser Geschwindigkeiten noch durch einen anderen Faktor sehr ungünstig beeinflußt wird. Diese Schiffe müssen nämlich den größten Teil der für die Rückfahrt nötigen Kohlen mitnehmen

da der Preis der Kohle an jenen Küsten ein so hoher ist, daß er die Wirtschaftlichkeit des gesamten Betriebes in Frage stellt. Es fehlt hier noch an einem Kohlenbeschaffungssystem, wie es auf andern Verkehrsstraßen der Meere, die eben so ungünstig zu bedeutenderen Produktionsgebieten der Kohle liegen, mit Vorteil eingerichtet ist, und das den Kohlentransport mit Frachtdampfern einfachster Art und geringster Fahrtleistung oder mit Segelschiffen versieht. Das Fehlen dieser Einrichtung liegt nicht so sehr an den Hauptinteressenten, als vielmehr an gesetzgeberischen Hindernissen seitens der südamerikanischen Staaten, die bisher ausländische Unternehmungen im angeführten Sinne nicht haben aufkommen lassen, ohne jedoch ihrerseits einen entsprechenden nationalen Ersatz dafür schaffen zu können. Durch das Mitführen dieser bedeutenden Kohlenmengen verringert sich natürlich das Gewicht der Fracht, die diese Schiffe gleichzeitig laden können, und hieraus resultiert wieder eine Erhöhung der Frachtraten. Bei dem heutigen Stande der Technik erscheint es wirtschaftlich nicht erreichbar, auf den direkten südamerikanischen Routen eine höhere Geschwindigkeit zu erreichen. Selbst das Anerbieten einer Subvention von Seiten der argentinischen Regierung hat zu keinem Resultate geführt.

Während nun schon die Geschwindigkeiten auf den süd-atlantischen Dampferwegen, wie sie durch den Umfang und die Stetigkeit des Verkehrs trotz jener beschränkenden Faktoren wirtschaftlich möglich geworden ist, zu den höchsten von Passagier- und Frachtdampfern regulärer Linienbetriebe im Weltverkehr erzielten Leistungen gehören, haben sich die Verhältnisse im nord-atlantischen Verkehr noch günstiger entwickeln können. Vor allem ist die zu überwindende Entfernung geringer, es brauchen also weniger Kohlen mitgenommen zu werden, ferner kann der Brennstoff auf beiden Seiten des Ozeans zu annähernd gleichen Preisen gedeckt werden. Das Hauptmoment jedoch bildet die noch bei weitem größere Intensität des Verkehrs. Befördert wird dies dadurch, daß sich in Nordamerika der Verkehr nach wenigen, verhältnismäßig dicht beisammen liegenden Punkten der Ostküste mit New York als Schwerpunkt konzentriert. Dadurch war die Grundlage für die Entwicklung der riesigen Einheiten gegeben, die schon allein wegen ihrer Abmessungen als Spezialschiffe dieses bestimmten Dienstes zu betrachten sind, weil sie nur unter den hier herrschenden Bedingungen wirtschaftlich möglich werden konnten. In ihrer ganzen Bauweise, Raumver-

teilung und Einrichtung streben sie den vorteilhaften Kompromiß zwischen Ladungsdampfer mit großer Leistungsfähigkeit und erstklassigen Passagierdampfern an. Wie an anderer Stelle ausgeführt, werden bestimmte Teile dieser Schiffe bald als Laderaum, bald zur Unterbringung von Passagieren benutzt, denn die Erfahrung hat gezeigt, daß gerade beim Rückgange des Frachtgeschäftes meist eine Belegung des Zwischendecksverkehrs stattfindet. Um aber einen zu bedeutenden Unterschied in der Fahrzeit mit den gleichzeitig auf dieser Strecke verkehrenden Schnelldampfern zu vermeiden, war man gezwungen, über die sonst übliche Geschwindigkeit der kombinierten Fracht- und Passagierdampfer hinauszugehen. Der Vorzug dieser Dampfer vor den reinen Schnelldampfern besteht vor allem in dem ruhigen Gange, den geringeren Erschütterungen des Schiffskörpers, der freigebigen Bemessung aller Passagier-Räumlichkeiten und dem niedrigen Passagepreis. Die neuesten Schiffe dieses Typs, wie »Amerika«, »Kaiserin Augusta Viktoria« und »Berlin« des Norddeutschen Lloyds, sowie der »Baltic«, »Cedric« der White Star-Line erreichen eine Geschwindigkeit von 17—18 Knoten und kommen damit den Schnelldampfern zu Anfang der 90er Jahre des vorigen Jahrhunderts gleich. Auch hier hat nur die bedeutende Höhe des Displacementes es ermöglicht, daß sich der Betrieb dieser Schiffe bei einer derartigen Geschwindigkeit wirtschaftlich gestaltete. Die Kosten des Antriebes für eine Tonne Displacement bleiben die gleichen, trotz der Erhöhung der Geschwindigkeit, falls auch das Displacement in entsprechendem Maße wächst. Einer Geschwindigkeit von 14 Knoten bei einem Displacement von 13000 Tonnen entspricht bei einem Displacement von 25000 Tonnen schon eine Geschwindigkeit von 16 Knoten, bei einem Displacement von 33000 Tonnen eine Geschwindigkeit von 17 Knoten, bei einem Displacement von 45000 Tonnen eine Geschwindigkeit von 18,5 Knoten. Es zeigt sich also, daß die heute gefahrenen Geschwindigkeiten von 17—18 Knoten bei den größten Typen der nordatlantischen Route keineswegs unwirtschaftlicher sind, als die geringeren Fahrleistungen der kleinen Schiffe.

Eine Grenze wird diese Entwicklung allerdings in den Tiefenverhältnissen der in Frage kommenden Häfen finden. Bei Dampfern dieser Größe würde also auch die Beförderung gewöhnlicher Fracht mit der höheren Geschwindigkeit kein ungünstigeres Resultat ergeben als früher. Da aber tatsächlich die Fracht im Displacement dieser vergrößerten Schiffe prozentual stetig gesunken ist, der für die Passagiere verfügbare Raum entsprechend ge-

stiegen, so ist die größtmögliche Brutto-Einnahme für die Tonne Displacement höher geworden, die Wirtschaftlichkeit dieser Schiffe also noch größer als die der $14\frac{1}{2}$ Knoten laufenden kleineren Schiffe. Eine Steigerung über 18 Knoten hat sich auch beim Betriebe der größten kombinierten Schiffe als nicht lohnend erwiesen. Dies beruht darauf, daß die Ladefähigkeit dieser größten Displacements fast niemals voll ausgenutzt werden kann, sei es wegen zu geringer Fahrwassertiefe, sei es wegen zu knapper Zeit für die Einnahme der Ladung. Denn es ist geboten, um eine möglichst große Zahl von Reisen mit Passagierbeförderung zu erreichen, die Liegezeit der Schiffe im Hafen möglichst abzukürzen. Auch ist der Zeitgewinn infolge der erhöhten Geschwindigkeit nur ein verhältnismäßig geringer, da bei einer um 1 bis $1\frac{1}{2}$ Knoten höheren Geschwindigkeit ca. nur $\frac{1}{2}$ Tag gespart wird.

Bei den reinen Schnelldampfern mit einer Geschwindigkeit von 23 bis 24 Knoten beträgt dieser Zeitgewinn schon ca. 2 Tage, und die Bewertung dieser um so viel schnelleren Beförderung durch die Reisenden ist so stark, daß daraufhin das Risiko höherer Anlage- und Betriebskosten gewagt werden kann. Der erzielbare Bruttogewinn ist bei einem Schnelldampfer naturgemäß der verhältnismäßig höchste für die Tonne Displacement, da die Fracht hier bis auf wenige 100 Tonnen höher bezahlten Eilgutes völlig wegfällt und das ganze Schiff zur Passagierbeförderung ausgenutzt wird. Der untere Teil des Schiffes wird bei einem Schnelldampfer fast ausschließlich durch die Maschinen-, Kessel- und Kohlenräume gefüllt. Von Wert ist es für einen Schnelldampfer vor allem, eine möglichst große Decksfläche für die Unterbringung von Passagieren zu besitzen. Wie groß der Wert der Decksfläche bei den Schnelldampfern sein kann, ergibt eine von Mc. Kechnie aufgestellte Zusammenstellung. Danach betragen die Passageeinnahmen für 1 Quadratmeter Decksfläche eines modernen Schnelldampfers für jede Reise beim

Promenadendeck	68,00	Mark
Brückendeck	55,00	„
Hauptdeck	36,00	„
Zwischendeck	35,00	„

Die durchschnittliche Jahreseinnahme für alle vier Decks ohne Berücksichtigung der Schächte für Maschinen- und Kesselräume beläuft sich demnach bei 15 Doppelreisen auf 5820 Mark pro Quadratmeter Decksfläche, eine Summe, welche den Konstrukteur dahin führen muß, alle toten Räume auf ein Mindestmaß zu be-

schränken. Im allgemeinen hat die Erfahrung gezeigt, daß stets ein hinreichender Prozentsatz von Ozeanreisenden genügend Wert auf schnelle Beförderung legt und bereit ist, für die Benutzung des Schnelldampfers den höheren Preis zu zahlen, auf Grund dessen überhaupt nur eine Rentabilität dieser Schiffsklasse möglich ist, da die Antriebskosten für die Tonne Displacement hier ganz erheblich wachsen. Bei einem Vergleiche zweier Dampfer von derselben Größe und mit 17 resp. 23 Knoten Geschwindigkeit ergibt sich, daß einem Geschwindigkeitszusatz von etwa $38\frac{1}{2}\%$ ein um ca. 100% vermehrter Kohlenverbrauch gegenübersteht.

Da man zur Erzielung dieser Geschwindigkeit die Maschinenstärke um 140 bis 160 % höher bemessen muß, so entstehen auch für die Anlage der Maschinen bedeutend höhere Kosten. Da man ferner gezwungen ist, bei diesem Geschwindigkeitszuwachs das Schiff bedeutend schärfer zu bauen, so wachsen damit auch die Dimensionen und infolge davon die Baukosten für den eigentlichen Schiffsrumpf. Die Geschwindigkeit der Schnelldampfer ist von 16 Knoten bei den ersten Schnelldampfern Mitte der 80er Jahre auf 18 bis 19 Knoten im Beginn der 90er Jahre gewachsen; um die Wende des Jahrhunderts betrug sie bereits ca. $22\frac{1}{2}$ Knoten und ist heute bei den neuesten englischen Schnelldampfern »Lusitania« und »Mauretania« auf fast 25 Knoten gewachsen.

Einen wesentlichen Einfluß auf diesen Wettbewerb der Geschwindigkeit hat auch die Beförderung der Post ausgeübt, besonders der amerikanischen. Die Summen, die von den Postverwaltungen für die Beförderung der Post bezahlt werden, sind recht erhebliche. Beispielsweise zahlt das Deutsche Reich für die Beförderung der transatlantischen Post jährlich 1470000 Mark. Während die deutsche Post vorwiegend mit deutschen Dampfern befördert wird, giebt die amerikanische Postverwaltung immer den schnellsten Dampfern die Post mit, einerlei welcher Nationalität dieselben angehören. Jede Linie hat natürlich Interesse daran, möglichst viele dieser Posten bei der guten Bezahlung, die für ihre Beförderung gewährt wird, zu erhalten. Nebenstehende Zusammenstellung giebt darüber Aufschluß, wie viele Posten im Jahre 1904 den einzelnen Linien zur Beförderung anvertraut wurden. Man ersieht aus der Tabelle, daß durch die deutschen Dampfer über die Hälfte der gesamten Posten befördert wurde und daß die beiden deutschen Linien an Schnelligkeit alle andern

Es haben befördert im Monat	Nordd. Lloyd Tage	Hamb. Amerika- Linie		Cunard Line (Engl.) Tage	Amerikan. Schiff- fahrts Trust		Im ganzen sind befördert mit	
		Schnell- Dampfer Tage	andere Dampfer Tage		White Star Line Queens- town Tage	American Line South- ampton Tage	deutschen Dampfern Tage	fremden Dampfern Tage
Januar . . .	7	4	2	—	5	13	13	18
Februar . . .	7	—	1	—	9	12	8	21
März . . .	12	6	1	4	—	8	19	12
April . . .	9	6	—	3	4	8	15	15
Mai . . .	15	6	—	3	—	7	21	10
Juni . . .	12	6	—	3	—	9	18	12
Juli . . .	14	6	—	1	—	10	20	11
August . . .	14	6	—	4	—	7	20	11
September . . .	12	6	—	5	—	7	18	12
Oktober . . .	7	6	—	3	7	7	14	17
November . . .	7	—	1	3	9	10	8	22
Dezember . . .	3	6	2	3	8	9	11	20
Zusammen . . .	119	58	8	32	42	107	185	181
oder v. H. . . der gesamten Post . . .	32,5	15,8	2,2	8,7	11,5	29,3	50,5	49,5
Zahl der Fahr- ten . . .	31	10	8	12	11	41	—	—

übertrafen. Allerdings wird sich im letzten Jahre durch die Einstellung der beiden Cunard-Dampfer das Ergebnis etwas zu Gunsten der englischen Schiffe verschoben haben, doch kann dieser Umstand nicht bedeutend sein, da die durchschnittliche Geschwindigkeit der beiden Dampfer nur ca. $\frac{1}{2}$ Knoten größer ist als die der schnellsten deutschen Dampfer.

Um bei der Zunahme der Geschwindigkeit noch ökonomisch arbeitende Schiffe zu erhalten, war man gezwungen, das Displacement annähernd zu verdoppeln. Die Passagierzahl wächst bei gleicher Güte der Raumausnutzung über das Verhältnis der Displacementszunahme hinaus, sodaß die Wirtschaftlichkeit der höheren Geschwindigkeit solange als außer Frage stehend angesehen werden kann, als die Antriebskosten nicht ein Maß übersteigen, das eine gute Ausnutzung der vorhandenen Passagiereinrichtungen zuläßt. In dieser Hinsicht nun nähert sich die heutige Entwicklung offenbar einer praktischen Grenze. Unter sorgfältiger Berücksichtigung aller konstruktiven Fortschritte ist es in den letzten Jahren ge-

lungen, bis auf eine Geschwindigkeit von $23 \frac{1}{2}$ Knoten zu kommen. Man ist hier offenbar an der Grenze der Geschwindigkeit angelangt, die mit Kolbenmaschinen zu leisten ist. Beispielsweise mußte man bei dem »Kaiser Wilhelm II«, dessen Maschinen insgesamt 40 000 Pferdekräfte indizieren, bereits zwei Maschinensätze zu je 4 Zylindern auf einer Welle arbeiten lassen. Das bei dem »Kaiser Wilhelm der Große« erzielte Gewicht der gesamten Maschinenanlagen von 147 kg pro Pferdestärke ist daher bei »Kaiser Wilhelm II« wieder auf 160 kg gestiegen. Der Einführung von drei Schrauben hat sich die Handelsmarine bisher widersetzt, da man aus Versuchen geschlossen hat, daß bei den schlanken Formen des Hinterschiffes der modernen Schnelldampfer und dem dadurch bedingten Nahezusammenliegen der drei Schrauben diese sich gegenseitig hindern und keinen entsprechenden Nutzeffekt liefern würden.

Einen weiteren Fortschritt versprach nur die Einführung der Turbine an Stelle der Kolbenmaschine. Es war jedoch keine der Reedereien bereit einen derartigen Versuch zu unternehmen, da Erfahrungen über den Bau und die Wirkungsweise derartig großer Turbinenanlagen nicht vorlagen und man an der Wirtschaftlichkeit derartiger Schiffe zweifelte. Hinzu kam, daß eine Steigerung der Geschwindigkeit um weniger als $1 \frac{1}{2}$ Knoten, also auf weniger als 25 Knoten, keinen Zweck hatte, da sonst die Dampfer mitten in der Nacht in New York eingetroffen wären, sodaß die Passagiere erst am nächsten Morgen das Schiff hätten verlassen können, da nachts eine Abfertigung der Passagiere durch die Zoll-, Sanitäts- und Einwanderungsbeamten nicht stattfindet, also wohl kaum jemand den höheren Passagepreis hätte bezahlen wollen. Die Umstände, unter denen es der Cunard-Line ermöglicht wurde, die Dampfer »Lusitania« und »Mauretania« zu bauen, kennzeichnen am besten, daß ein wirtschaftlicher Betrieb derartiger Schiffe nicht mehr möglich ist. Die englische Regierung gewährte dieser Linie zum Bau dieser beiden Schiffe ein Dahrlehn von 52 Millionen Mark, das nur mit $2 \frac{3}{4}\%$ zu verzinsen ist. Außerdem erhielt die Linie eine jährliche bare Beihilfe von 3 Millionen Mark. Mit dieser Betriebssubvention können schon $\frac{2}{3}$ der gesamten Kohlenkosten gedeckt werden. Um die Subvention zu erhalten, muß die jährliche Ozeandurchschnittsgeschwindigkeit dieser Dampfer allerdings 24,5 Knoten betragen. Der technische Erfolg dieser beiden Schnelldampfer ist vorläufig noch ein unvollkommener, da bisher keines der beiden Schiffe die darauf gesetzten Hoffnungen erfüllt

und die projektierte Geschwindigkeit von 25 Knoten als Durchschnitt erreicht hat. Nach einem Ersatz der mittleren der vier dreiflügeligen Propeller durch vierflügelige auf der »Mauretania« haben sich die Resultate, die im ersten Betriebsjahre zwischen 22 und 24¹/₂ Knoten schwankten, allerdings bedeutend gebessert. Auf den letzten Reisen erreichte das Schiff als beste Durchschnittsgeschwindigkeit 25,61 Knoten. Es läßt sich aber leicht durch einen Vergleich mit dem »Kaiser Wilhelm II« nachweisen, daß ohne die Unterstützung der Betrieb nicht mehr ökonomisch gestaltet werden könnte. »Kaiser Wilhelm II« giebt bei einem normalen Displacement von 26 000 ts 1521 Passagieren Unterkunft, wenn die festen Betten aller Kammern, unter Ausschluß der Sofabetten, als besetzt gerechnet werden. Die Zahl verteilt sich auf 479 Passagiere I. Klasse einschließlich der Luxuskammerbewohner, 272 Passagiere II. Klasse und 770 Passagiere III. Klasse. Die auf einer Überfahrt zu erzielende Höchstbruttoeinnahme beträgt nach den Fahrpreisen der regulären Saison 1908 rund *M* 521 000, d. h. *M* 20 für die Tonne Displacement. Die Kohlenkosten einschließlich des Budgets des Heizraum-Personals betragen, auf eine Überfahrt berechnet, (bei *M* 17 Tonnenpreis der Kohle) rund *M* 80 100, d. h. *M* 3,10 für die Tonne Displacement. Die entsprechenden Zahlen eines Schiffes von der Art der »Mauretania« stellen sich wie folgt: Displacement 38 600 ts, Gesamtpassagierzahl mit Luxuskammerbewohnern unter Ausschluß aller Sofabetten 1848, wovon 444 Passagiere I. Klasse, 266 Passagiere II. Klasse, 1138 Passagiere III. Klasse. Höchste Brutto-Einnahme unter Zugrundelegung der regulären Fahrpreise 1908: rund *M* 595 000 für die Überfahrt, d. h. *M* 15,4 für die Tonne Displacement. Antriebskosten, gerechnet wie oben, rund *M* 130 500 d. h. *M* 3,38 für die Tonne Displacement. Die Wirtschaftlichkeit des Antriebs im Verhältnisse zu Schiffsgröße und Geschwindigkeit bei der »Mauretania« ist also nur um etwa 9 v. H. ungünstiger und würde auf der gleichen Stufe relativer Ökonomie wie »Kaiser Wilhelm II« stehen, wenn die Maschinenkraft des Cunarders statt 70 000 Pferdekraften nur etwa 64 000 betragen würde. Die ökonomische Leistung der Turbinenschiffe würde sich bei dieser Maschinenstärke um etwa 1/4 Knoten geringer stellen als die gegenwärtigen Reisedurchschnitte. Wenn nun die Wirtschaftlichkeit des Antriebs in Bezug auf Displacement in beiden Fällen annähernd dieselbe ist, so gestaltet das Verhältnis

der erzielbaren Höchst-Einnahmen zu den entsprechenden Displacements die Sachlage bedeutend ungünstiger. »Kaiser Wilhelm II« verhält sich danach zu »Mauretania« wie 20 : 15,4 oder — bei Berücksichtigung der Kohlen- und Personal-Mehrkosten des letzteren Schiffes für seinen Antrieb pro Tonne Displacement — wie 20 : 15,15. Die Brutto-Einnahme des Cunarders müßte daher, wenn er bezüglich seines Betriebes auf gleicher wirtschaftlicher Stufe stehen wollte, wie der Lloyd-Dampfer, statt *M* 595 000 etwa *M* 782 500 betragen. Die Fahrpreise müßten also im Durchschnitte um rund 32 v. H. erhöht werden, was im Hinblick auf die ganz unerhebliche tatsächlich erzielte Geschwindigkeitsdifferenz ein aussichtsloses Beginnen wäre. Hier springt eben die Betriebssubvention ein, deren Betrag freilich bei weitem nicht reichen würde, wenn nicht schon in der Finanzierung des Baues die stärkste Beihilfe steckte. Es würde hier für die laufenden Verzinsungsausgaben bei der Bewertung der Wirtschaftlichkeit ja auch in Betracht kommen, daß die Anlagekosten mindestens 50 % höher als für »Kaiser Wilhelm II« anzunehmen sind, während die Einnahme-Steigerung im günstigsten Falle nur 14 % beträgt. Der Vergleich der Antriebskosten giebt im übrigen zwar ein charakteristisches, aber doch noch unvollständiges Bild der ganzen Sachlage, da die Gesamtheit der übrigen, im einzelnen weniger bedeutungsvollen Vergleichspunkte von mitentscheidender Bedeutung ist. Das Budget des gesamten Wirtschaftspersonals, ein nicht unerheblicher Faktor der Bilanz, übersteigt beispielsweise bei der »Mauretania« dasjenige des »Kaiser Wilhelm II« um etwa 100 %.

Unter Berücksichtigung aller dieser Gesichtspunkte steht es also kaum zu erwarten, daß die Schiffsgeschwindigkeit in den nächsten Jahren bedeutende Fortschritte machen wird. Hinzu kommt, daß bei einer größeren Geschwindigkeit auch die Dimensionen und das Displacement in erheblichem Grade wachsen werden. Man hat beispielsweise berechnet, daß ein Schnell-Dampfer von $26\frac{1}{2}$ Knoten Geschwindigkeit mindestens ein Displacement von 52 000 ts haben müßte, und Maschinen von ca. 120 000 Pferdekraften. Der Tiefgang eines derartigen Schiffes würde über 11 Meter betragen bei einer Schiffslänge von 268 und einer Schiffsbreite von 30 Metern. Mit Ausnahme des Hafens von Brest bietet heute kein Seehafen eine derartige Fahrtiefe, daß Schiffe von diesem Tiefgange einlaufen könnten. Eine weitere Steigerung der Geschwindigkeit würde sich nur ermöglichen lassen durch

Ersatz der Zylinderkessel durch Wasserrohrkessel, Verwendung eines Baumaterials von bedeutend größerer Festigkeit und durch eine Vervollkommnung der Turbinen-Anlagen, da man zur Zeit mit der Größe der Schiffe an der wirtschaftlich möglichen Grenze angelangt ist.

Technische Fortschritte bei der Ausrüstung von Schiffen.

Trachtete man so bei dem Bau des Schiffes resp. der Maschine und Kessel an Gewicht zu sparen, so verschmähte man doch auch nicht kleinere Mittel und versuchte bei der seemännischen Ausrüstung mit geringeren Gewichten und Kosten auszukommen; und die Summe dieser Ersparnisse war immerhin eine nicht unerhebliche.

Mit wachsender Größe der Schiffe waren auch die Größen der Segel gewachsen, sodaß sie zu ihrer Bedienung eine unverhältnismäßig große Mannschaft erforderten. Während noch im Anfange des vorigen Jahrhunderts die Durchschnittsgröße der Schiffe nur 200 bis 300 Tonnen betrug, wuchs sie in den 40er Jahren auf 500 bis 700 und erreicht jetzt 8000 Tonnen. Zwar baute man schon zu Beginn des vorigen Jahrhunderts Kriegsschiffe von ca. 2000 ts aber diese erforderten zur Bedienung ihrer Segel eine Besatzung von 1000 bis 1200 Mann. Man ging daher bei der Vergrößerung der Segelflächen dazu über, die Segel zu teilen, um auf diese Weise zur Bedienung des einzelnen Segels weniger Leute zu brauchen. Der weitere Vorteil war hierbei, daß damit auch die Masten und Raaen bedeutend leichter wurden, als früher.

Durch die verminderten Gewichte gewinnt die Sicherheit und die Handlichkeit der Takelage erheblich. Denn nichts wirkt bei schwerem Seegange und heftigem Arbeiten des Schiffes stärker lockernd auf die Verbände als ein sehr schweres Oberzeug. Seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts begann man daher auch, die bisher ausschließlich aus Holz hergestellten Masten und Raaen durch eiserne resp. stählerne zu ersetzen. So einfach es scheint, Holzmasten durch Stahlmasten zu ersetzen, so schwer sind die Verluste an Schiffen und Menschen gewesen, ehe es gelang, bei der Herstellung und Bemessung der Teile und ihrer Verbindung mit dem Schiffe die erforderliche Elastizität mit der

notwendigen Festigkeit zu vereinen. Vor allem war es schwierig, bei dem engen Durchmesser die Nietung sorgfältig genug auszuführen. Neuerdings nimmt man daher an Stelle der genieteten Masten, Stengen und Raaen, teilweise solche geschweißter Art und erzielt dadurch bei der Herstellung Ersparnisse von 15 % und Gewichtsverminderungen von 20 %. Es steht zu erwarten, daß es bald möglich sein wird, Stengen und Raaen in den größten Dimensionen aus gezogenen Mannesmann-Röhren herzustellen, wodurch bei der außerordentlich hohen Festigkeit dieses Materials noch größere Vorteile erwachsen würden.

Wegen der oben angeführten Nachteile machte sich anfangs gegen die Einführung der stählernen Masten und Raaen großer Widerstand bemerkbar. Jedoch hat die fortschreitende Technik alle diese Nachteile überwunden und heute werden auf größeren Segelschiffen, ebenso wie auf Dampfern, ausschließlich Stahlmasten verwendet. Ein besonderes Verdienst um ihre Einführung hat sich »Lloyd's Register« durch eine eingehende Untersuchung der an der Takelage der Schiffe vorgekommenen zahlreichen Unfälle erworben. Das Ergebnis dieser Arbeit war die Aufstellung der heutigen Tabellen und Klassifikationsvorschriften für die Takelage.

Ebenso verwandte man an Stelle der bisher ausschließlich gebrauchten Hanftaue ein widerstandsfähigeres Material und ersetzte vor allem das stehende Gut durch Drahtseile. Hiermit war zunächst eine Gewichtsverminderung verbunden, vor allem ergab sich aber der Vorteil der bedeutend größeren Haltbarkeit. Ein großer Teil der bisher notwendigen Reparaturarbeiten konnte jetzt gespart werden. Auch ermöglichte das Drahtseil eine viel bessere Kontrolle etwa auftretender Schäden. Zum Teil verwendet man auch für das laufende Gut Drahtseile. Die Nachteile, die sich aus der steiferen Beschaffenheit des Drahtseiles ergaben, überwand man dadurch, daß an Stelle der alten Holzblöcke Patentblöcke mit Rollenlagern verwendet wurden und ferner an Deck Winden aufgestellt wurden, mit denen diese Taue gefiehrt resp. gehißt wurden. Dies gewährte zugleich den Vorteil, daß ein großer Teil der Bedienung der Segel von Deck aus erfolgen konnte und so die Mannschaft bei ihrem seemännischen Dienst weniger gefährdet wurde, und man infolgedessen auch an Stelle des teuren seemännischen Personals zum Teil unbefahrene Leute verwenden und dadurch wiederum an Mannschaftslöhnen sparen konnte.

Reichten diese Verbesserungen auch bei der wachsenden Größe der Schiffe eine Zeit lang aus, so kam man doch bald

auf die alten Dimensionen zurück und stand so wieder vor der Frage, wie man die Segel und ihre Bedienung handlicher machen könnte. Da bot die wachsende Länge der Schiffe ein anderes Mittel. 1853 baute man in Amerika den ersten Viermaster, die »Great Republic«. Wenn man auch auf Dampfern schon längere Zeit mehr als drei Masten verwendet hatte, so ist zu berücksichtigen, daß die Dampfer lediglich Hilfstakelage, also verhältnismäßig kleine Segel, führten. Bei den voll getakelten Segelschiffen aber ist es nötig, daß zwischen den einzelnen Masten ein bestimmter Zwischenraum vorhanden ist, damit der Wind auf die Segel aller Masten genügend wirken kann. Später ist man dazu übergegangen, Fünfmast-Segelschiffe zu bauen und zwar wurde das erste derartige Schiff, die »La France«, 1890 in Frankreich gebaut.¹⁾

Zwei Jahre später wurde dann der erste Fünfmaster in Deutschland gebaut, die »Marie Rickmers«. Allerdings war dieses Schiff kein reines Segelschiff, sondern führte neben seiner Takelage eine kleine Hilfsmaschine von 750 Pferdekraften, da das Schiff vor allem für die Fahrt nach Indien bestimmt war und sich für die Fahrt durch das rote Meer nicht auf seine Segel allein verlassen konnte. Leider liegen in Bezug auf dieses Fahrzeug keine Erfahrungen vor, da es schon auf seiner ersten Reise unterging. Im Jahre 1895 baute dann die Firma F. Laeisz in Hamburg ihren ersten Fünfmaster, die »Potosi«, die sich ausgezeichnet bewährte, so daß die Firma einige Jahre darauf einen zweiten Fünfmaster, die »Preußen«, bauen ließ. Diese Schiffe erreichen auf den langen Fahrten nach der Westküste von Südamerika Durchschnittsgeschwindigkeiten, die nicht hinter denen der gewöhnlichen Frachtdampfer zurückstehen, brauchen dabei infolge der zahlreichen Hilfsmittel, mit denen sie ausgestattet sind, nicht mehr Mannschaft als ein Dampfer von derselben Ladefähigkeit und sparen andererseits die recht erheblichen Kosten für Kohlen. So hat beispielsweise die »Potosi« eine Besatzung von nur 41 Leuten und kann dabei 6150 ts. Ladung nehmen. Die »Preußen« ladet sogar bei einer nur um fünf Mann höheren Besatzung 8000 ts.

¹⁾ Frankreich hat seit einer Reihe von Jahren in dem Bau von Segelschiffen eine führende Stellung. Der Prozentsatz der Neubauten von Segelschiffen gegenüber den Dampfschiffen ist in Frankreich unverhältnismäßig hoch. Dies hängt mit der Subventionspolitik der französischen Regierung zusammen, die in dem Bestreben, einen seemannischen Nachwuchs heranzubilden, Segelschiffe so hoch subventioniert, daß es sich für die Reeder eventuell lohnt, Schiffe nur in Ballast fahren zu lassen; denn sie erhalten außer einer Bauprämie auch noch Fahrtengelder, die nach der Länge der zurückgelegten Reisen bemessen werden.

Die Amerikaner sind noch weiter gegangen und haben sechs- und siebenmastige Segelschiffe gebaut. Da diese Schiffe aber im wesentlichen für die Küstenfahrt, und nicht für den transatlantischen Verkehr bestimmt sind, hat man diese Schiffe als Schoner gebaut und kommt infolgedessen mit einer noch geringeren Besatzung, 24—30 Mann, aus. Allerdings erreichen diese Schiffe bei dieser Betakelung auch nicht die Geschwindigkeit wie die fünfmastigen Voll- und Barkschiffe.

Wie bei der Takelung ersetzte man auch bei dem Ankergeschirr die Hanftaue durch Stahltrossen resp. durch Ketten. Die alten Segelschiffe hatten trotz ihrer geringen Größe Ankertaue von 12 Zoll Durchmesser. Einerseits war eine Hantierung dieser Ankertaue natürlich sehr schwierig, andererseits nahmen sie einen unverhältnismäßig großen Teil des ohnehin schon beschränkten Laderaums in Anspruch. Abgesehen davon boten auch die Ankerketten für die Sicherheit des Schiffes eine größere Gewähr, da es häufig vorgekommen war, daß sich die Taue an scharfen Steinen oder Klippen durchscheuerten.

An Stelle des früher gebräuchlichen Bratspills, d. h. eines horizontalen Windebalken, wie man sie jetzt noch bei Ewern und Leichter-Fahrzeugen sieht, wurde ein wirkungsvolleres Ankergeschirr eingeführt, und später auch die Dampfkraft zu Hilfe genommen, so daß heute beim Ankeraufgehen selbst der größten Schiffe zwei bis drei Mann zur Bedienung der hierzu vorhandenen Vorrichtungen genügen, während früher die ganze Mannschaft beschäftigt werden mußte. Ebenso hat man auch die Konstruktion der Anker selbst verbessert und es dadurch ermöglicht, auch hier an Gewicht zu sparen, ohne die Sicherheit des Schiffes zu gefährden. Auch ist der Anker durch die Umänderungen, die getroffen sind, handlicher geworden und wird nicht mehr an Deck gelagert, sondern findet seinen Platz in besonderen Ankerklüsen. Man erspart dabei die Arbeit, den Anker an Deck zu nehmen und später wieder auszuswingen, vor allem ermöglicht aber diese Einrichtung im Notfalle ein erheblich schnelleres Ankern als früher, da bedeutend weniger Vorkehrungen dazu zu treffen sind.

Der Anstoß zu einer weiteren durchgreifenden Änderung ging von Amerika aus. Früher hatten die gesamten Wohnräume für die Passagiere und Mannschaften unter Deck gelegen und dort viel Platz beansprucht. Man verlegte nun diese Räume in Decks Häuser auf das Oberdeck der Schiffe und gewann so einen größeren Laderaum und daneben bedeutend gesündere Wohnräume, die

nicht so sehr unter den Unbilden der See zu leiden hatten. Ferner ermöglichte diese Anordnung, die Rettungsboote höher als bisher aufzustellen, sodaß eine Beschädigung durch überkommende Seen mehr oder weniger fortfiel. Einen größeren Laderaum brachte auch der Wegfall der aus Hohlbaumstämmen bestehenden Pumpen. Man ersetzte sie durch eiserne und kupferne Rohre, die man neben die Spanten etc. legte, sodaß sie keinen sonst nutzbaren Raum in Anspruch nahmen. Ferner ersetzte man den alten Schwengel, mit dessen Hilfe die Pumpen damals in Bewegung gesetzt wurden, durch Dampfmaschinen, mit denen man eine bedeutend höhere Leistungsfähigkeit erzielen konnte, erhöhte so einerseits die Sicherheit des Schiffes und ersparte andererseits wieder Mannschaften.

Die alten Schiffe wurden ausschließlich mit der Pinne gesteuert. Der Rudermann, der die Pinne bediente, mußte also hinten auf dem Deck seinen Platz haben. Bei der Verlängerung der Schiffe wurde es aber immer schwieriger, von hier aus den nötigen Überblick nach vorne zu haben und begegnenden Schiffen auszuweichen. Man ersetzte daher die Steuerpinne durch das Steuerad und war so in der Lage, von einem weiter nach vorne gelegenen Punkte aus das Steuer zu bewegen. Heute ist auf allen modernen Schiffen auch dieses Handsteuerad durch ein mit Dampf oder Elektrizität angetriebenes Steuergeschirr ersetzt, so daß selbst auf den größten Schiffen und bei schwerem Wetter ein Mann genügt, das Fahrzeug zu steuern.

Einen wesentlichen Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit des Schiffsbetriebes hatte die Einführung von Wasserballasttanks. Es war oft schwierig, für die Schiffe Rückladung zu finden; andererseits kann ein Handelsschiff nicht ohne Ladung resp. Ballast über See gehen, da in diesem Falle der Schwerpunkt des Schiffes zu hoch über Wasser liegt und das Schiff bei auftretendem Winde kentern würde. In früheren Zeiten war also der Kapitän gezwungen, entweder mit seinem Schiffe solange im Hafen liegen zu bleiben, bis er eine Ladung gefunden hatte, oder aber Sand- resp. Steinballast einzunehmen. Die damit verbundenen Kosten und der Zeitverlust, der durch das Einnehmen des Ballastes entstand, verminderte natürlich die Rentabilität. Heute wird jedes Schiff mit Wassertanks ausgestattet, die dem Schiffe ermöglichen, in wenigen Stunden den erforderlichen Ballast einzunehmen, so daß das Schiff stabil genug ist und auch die Schraube genügend tief eintaucht. Ein typisches Beispiel für die Wirtschaftlichkeit dieser Einrichtung sind die zwischen England und Hamburg

verkehrenden Kohlendampfer. Sofort nach der Entlöschung im Hamburger Hafen gehen die Dampfer wieder elbabwärts und pumpen während der Fahrt das erforderliche Wasser in die Tanks. Da sie sich bei der Fahrt auf der Elbe in geschüttem Wasser befinden, können sie ruhig ohne Ballast den eigentlichen Hafen verlassen. Ebenso fangen sie drüben, schon bevor sie im Hafen festgemacht haben, an, den Wasserballast wieder auszupumpen, so daß sie dort bei der Ankunft im Hafen selber sofort unter die Schüttvorrichtungen gehen und neue Ladung einnehmen können. Da man ferner meistens den Doppelboden zur Aufnahme des Wasserballastes eingerichtet hat, wird auch der Laderaum der Schiffe nicht weiter beschränkt. Die Wassertanks erfüllen außerdem noch einen Nebenzweck: bei Beschädigung des Schiffes resp. beim Übergehen der Ladung trimmt man das Schiff durch Einlassen von Wasser auf einer Seite wieder auf geraden Kiel, so daß das Schiff wieder seine alte Steuerfähigkeit und Seefähigkeit erhält.

Immerhin ist das wesentliche Moment bei der Einführung der Wassertanks der Wunsch gewesen, das Liegen der Schiffe im Hafen möglichst abzukürzen, denn bei den heute in den Schiffen investierten Kapitalien bedeutet jeder Tag des Stilliegens einen großen Zinsverlust. Während früher daher die Schiffe oft vier Wochen und länger zum Laden und Löschen im Hafen lagen, werden heute die Dampfer in zwei bis vier Tagen abgefertigt und auch die großen Fracht- und Passagierdampfer, wie die P-Dampfer der Hamburg-Amerika Linie, bleiben höchstens 8—10 Tage im Hafen, obwohl diese Schiffe oft 10000—20000 ts Ladung bringen und wieder mitnehmen. Eine wesentliche Rolle bei dem schnellen Entladen und Löschen spielt natürlich die Verbesserung der Hafeneinrichtungen. Da dieses Gebiet jedoch außerhalb des eigentlichen Themas liegt, soll hier nicht näher darauf eingegangen werden. Wesentliche Verbesserungen sind jedoch auch in der Bauart der Schiffe getroffen worden, um diese vorhandenen Hafeneinrichtungen voll ausnutzen zu können. Vor allem hat man die Schiffe mit bedeutend mehr und bedeutend größeren Luken versehen. Ferner hat man an Bord der Schiffe Ladegeschirr angebracht, das teils durch Hand, teils durch Maschinen bewegt wird. Diese Einrichtung ermöglicht es den Schiffen, im Hafen nach beiden Seiten zu löschen, indem mit den Landkrähen unter Zuhilfenahme der Bordmittel ein Teil der Ladung direkt in die Speicher gelöscht wird, während ein anderer Teil auf der vom Kai abliegenden Seite

direkt in Leichter und Flußkähne entladen wird. Ein weiterer Vorteil dieses direkten Verladens in Flußfahrzeuge beruht darauf, daß eine weitere Umladung überflüssig wird und dadurch Beschädigungen vermieden und Kosten gespart werden. Diese Ausrüstung der Schiffe mit dem vollkommeneren Ladegeschirr ermöglicht es auch, daß die mit ihm versehenen Schiffe Orte anlaufen, die keine oder nur mangelhafte Hafen- resp. Lösch- und Ladeanlagen besitzen. Zum Teil ist auch durch diese Einrichtung ermöglicht worden, daß Schiffe, die einen bestimmten Abfahrtstermin innehalten müssen, wie die Postdampfer, rechtzeitig abfahren können. So nehmen z. B. die Reichspostdampfer der Ostafrikalinie, die von Hamburg abgehen, häufig noch während der Fahrt elbabwärts aus längseits geschleppten Leichtern den Rest der Ladung über. Wenn es sich hierbei naturgemäß auch stets nur um verhältnismäßig kleine Quanten handeln kann, so ermöglicht doch diese Einrichtung, daß die Schiffe noch die Tide (Flut) benutzen, während sie sonst erst 12 oder 24 Stunden später abfahren können, da Dampfer von dieser Größe nur während der höchsten Tide, die ca. 1 Stunde dauert, die im Flusse befindlichen Barren zu passieren vermögen.

Auch für eine schnellere Kohlenübernahme hat man gesorgt durch eine bessere Anordnung der Bunker, Einbau von Kohlen-schütten etc. Früher wurden die Bunker meistens von Deck aus gefüllt, dies hatte die Nachteile, daß man einerseits die Kohlen bis zur Höhe des Decks heizen mußte, andererseits die Kohlen nachher durch den Fall in die tiefen Kohlenbunker litten und an Heizwert verloren. An Stelle dessen baut man heute dicht über der Wasserlinie resp. Tiefladelinie besondere Kohlenpforten ein, die auf See wasserdicht verschlossen werden können, so daß ein bequemer Transport von den Leichtern zu den Bunkern möglich ist und bei Passagierdampfern die Passagiere nicht durch die Kohleneinnahme in dem Maße belästigt werden wie früher.

Die Einrichtung der Schiffe mit Ladegeschirr bietet ferner den Vorteil, daß die Schiffe zum Teil nicht erst in die engen und gefährlichen Häfen einzulaufen brauchen. Sie sparen dadurch einerseits Zeit und die Gebühren an Lotsen- und Hafengeldern, andererseits vermindert sich das Risiko, da die Gefahr von Zusammenstoßen, Auflaufen etc. in derartigen Gewässern bedeutend größer ist.

Außerdem hat man im Laufe der Jahre natürlich noch eine große Anzahl kleiner Verbesserungen getroffen, die auch ihren

Teil dazu beigetragen haben, die Wirtschaftlichkeit des Betriebes zu steigern, deren Ausführung im einzelnen aber an dieser Stelle zu weit führen würde.

Spezialisierung der Schiffstypen.

Zu Anfang des vorigen Jahrhunderts waren alle Schiffe fast gleich gebaut. Selbst zwischen Kriegs- und Handelsschiffen bestanden keine wesentlichen Unterschiede, wenn auch die Kriegsschiffe im allgemeinen kräftiger gebaut waren und teilweise größere Dimensionen als die Handelsschiffe erreichten. Die Schiffe unterschieden sich im wesentlichen nur durch die Größe und die dieser angepaßten Takelage; allerdings gab es in den einzelnen Gewässern bestimmte Spezialtypen, bei denen die lokalen Verhältnisse und Bedürfnisse berücksichtigt waren, wie die Galeeren im Mittelmeer etc. Doch paßte man im allgemeinen nur die Takelage der besonderen Bestimmung des Schiffes an, da sich für kurze Küstenfahrten nur die Schunerttakelage eignet, für längere Seereisen dagegen die Raatakelage.

Die heute bestehende Spezialisierung und Gliederung in besondere Schiffstypen verdankt ihre Entstehung dem stetig sich steigenden Massentransport von Rohmaterialien und Einheitswaren, wie Kohlen, Erze, Petroleum, Holz, Getreide, Baumwolle, Fleisch und dergleichen. Die Segelschiffe werden allerdings auch heute noch mit wenigen Ausnahmen ziemlich gleichmäßig gebaut, doch ist in ihrer Bauart gegen früher ein bedeutender Fortschritt zu verzeichnen. Als Mitte des vorigen Jahrhunderts die Dampfschiffahrt zunahm und vor allem den Passagiertransport und die Beförderung hochwertiger Waren an sich riß, baute man zuerst in Amerika sehr scharf und schlank gebaute Schiffe, die sogenannten Klipper, die es in der Schnelligkeit mit den damaligen Dampfern voll aufnehmen konnten. Es ist überliefert, daß zahlreiche dieser Schiffe Geschwindigkeiten von 15 und mehr Knoten in der Stunde zeitweilig aufwiesen und daß Durchschnittsgeschwindigkeiten von 10—11 Knoten auf mehrmonatlichen Reisen das übliche wurden. Allerdings wiesen diese Schiffe bei ihrer extremen Bauart eine Reihe von Nachteilen auf, so daß man gezwungen war, von dieser extremen Form wieder abzugehen. Immerhin wurden eine Reihe von Verbesserungen beibehalten, und die heutigen Vier- und Fünfmaster übertreffen die damaligen Klipper teilweise

in der Geschwindigkeit und erreichen Tagesdurchschnittsgeschwindigkeiten bis zu 17 Knoten und auf zweimonatlichen Reisen Durchschnittsgeschwindigkeiten von über 10 Knoten.

Bei den Dampfern unterscheidet man heute im wesentlichen folgende Typen :

1. Schnelldampfer für Personenbeförderung.
2. kombinierte Fracht- und Passagierdampfer, die sogenannten Postdampfer.
3. reine Frachtdampfer.

Diese zerfallen dann wieder in die gewöhnlichen Frachtdampfer, die für keine besondere Ladung eingerichtet sind, ferner Spezialdampfer, wie Erzdampfer, Tankdampfer, Kohlendampfer, Getreideschiffe, Kühltampfer, Dampfer für Vieh- und Fleischtransport etc.

4. Seeschlepper und Seeleichter.

Daneben gibt es dann noch eine Reihe von Spezialtypen für besondere Zwecke, wie Fischdampfer, Bergungsdampfer, Pumpenschiffe, Lotsenfahrzeuge, Eisbrecher etc.

Die Spezialisierung der Dampfer ermöglicht eine viel bessere und wirtschaftlichere Ausnutzung des vorhandenen Materials und hat den Transport der Waren bedeutend verbilligt.

Es machte sich bald nach Einführung der Dampfer das Bedürfnis für eine immer schnellere Beförderung der Personen und der Post bemerkbar. Wie schon oben ausgeführt, wachsen aber die Maschinenanlagen und die Menge der mitzuführenden Kohlen unverhältnismäßig schneller als die Geschwindigkeit, so daß wenig oder gar kein Raum zur Unterbringung der Fracht übrig bleibt. Bei den modernen Schnelldampfern ist außerdem ein sehr großer Teil des Baukapitals für die Einrichtung der Passagierräume angelegt worden. Während der Zeit, die zum Entlöschten und Einladen der Fracht dient, sind diese Räume unbenutzt, und können nicht ausgenutzt werden. Der hierdurch entstehende Zinsverlust hat mit dazu beigetragen, daß die Schnelldampfer nur Post und Personen befördern und daneben nur in ganz beschränktem Maße Fracht. Beispielsweise befördert der Schnelldampfer »Deutschland« der Hamburg-Amerika Linie trotz seiner Größe von 16 502 Brutto-Registertons nur 500 ts Fracht. Dieses Wegfallen der Frachträume und der Ladeluken etc. ermöglicht auch eine bedeutend bessere Ausnutzung des vorhandenen Deckraumes für die Unterbringung von Passagieren. Der Wegfall der Ladeluken ermöglicht es, fast über die ganze Länge des Deckes Aufbauten anzu-

bringen und so für die Passagiere luftige, helle und hoch gelegene Unterkunftsräume zu schaffen. Da die Rentabilität dieser Dampfer lediglich auf der Personenbeförderung beruht, die Betriebskosten dieser Dampfer aber mit Erhöhung der Geschwindigkeit ganz bedeutend gewachsen sind, hat man selbst die Beförderung von Zwischendeckspassagieren mit diesen Dampfern gegen früher erheblich eingeschränkt und verwendet allen verfügbaren Raum zur Unterbringung von Passagieren I. und II. Kajüte.

Neben den transatlantischen Schnelldampfern haben die kombinierten Fracht- und Passagierdampfer eine stets wachsende Beliebtheit bei dem reisenden Publikum gewonnen. Wegen ihres großen Deplacements, der Geräumigkeit der Wohnräume und der geringen Vibration und Bewegung des Schiffes werden sie von Reisenden bevorzugt, für welche die Schnelligkeit der Beförderung nicht in erster Linie in Frage kommt.

Während die ersten Schiffe dieses Typs nur für eine Geschwindigkeit von 13—15 Knoten gebaut waren, ist man heute bis zu einer Geschwindigkeit von 18 Knoten gelangt. Die Wirtschaftlichkeit dieser Schiffe liegt jedoch nicht im Passagierverkehr, sondern in der gewaltigen Transportleistungsfähigkeit an Stückgütern und Einheitsladungen und in der Möglichkeit, die Laderäume in kürzester Zeit für die Beförderung von Zwischendeckspassagieren einrichten zu können. So kann z. B. der Dampfer »Kaiserin Augusta Viktoria« 23 000 ts. Ladung befördern und neben 1103 Kajütpassagieren noch ca. 2000 Zwischendeckspassagiere mitnehmen. Während auf der Hinfahrt nach Amerika im Zwischendeck Passagiere befördert werden, werden auf der Rückreise die Betten für diese entfernt, die Fenster, Lampen etc. durch eiserne Schutzplatten und Hauben geschützt und das Zwischendeck als Laderaum verwendet. Auch ist für die Rentabilität dieser Schiffe von Bedeutung, daß bei steigenden Konjunkturen des Handels und der Frachten der Auswandererstrom sich meist abschwächt, während er in Zeiten des wirtschaftlichen Niederganges wieder anschwillt; er bildet daher für diesen Schiffstyp einen günstigen Regulator für schwankende Konjunkturen. Außerdem ermöglichen die großen Abmessungen des Schiffes und die große Tragfähigkeit die Anordnung von Einrichtungen für die Passagiere, an die früher überhaupt nicht zu denken war. So besitzt beispielsweise der Dampfer »Kaiserin Augusta Viktoria« neben den sonst üblichen Einrichtungen für die Passagiere, wie Speisesaal, Rauchsalon, Gesellschaftszimmer, Schreibzimmer, noch ein be-

sonderes Restaurant, einen Wintergarten, Turnsaal, Dunkelkammer, Personenaufzüge etc.

Für die Passagierfahrt auf kurze Strecken, für den Personenverkehr im Anschluß an die Eisenbahnen, für die Fahrten nach Inseln haben sich in den letzten Jahrzehnten gleichfalls besondere Schiffstypen herausgebildet, um die Wirtschaftlichkeit dieses Betriebes zu erhöhen. Diese Dampfer haben naturgemäß verhältnismäßig kleine Dimensionen; deshalb ist es auch nicht möglich gewesen, ihnen dieselben Geschwindigkeiten zu verleihen, wie den großen transatlantischen Schnelldampfern. Immerhin hat man mit Hilfe der Turbinen auch hier in einzelnen Fällen Geschwindigkeiten bis zu 22 Knoten erreicht. Soweit diese Dampfer nur zu bestimmten Jahreszeiten fahren, benutzt man mit Vorliebe noch Raddampfer, die sich wegen ihrer geräumigen Decksfläche und des meist geringen Tiefgangs als praktisch und ökonomisch erwiesen haben. Nur, wo es sich darum handelt, während des ganzen Jahres einen dauernden Verkehr aufrecht zu erhalten, wie z. B. zwischen England und dem Festlande ist man dazu übergegangen, die Raddampfer durch Schraubendampfer zu ersetzen, da der Schraubendampfer im allgemeinen eine höhere Seefähigkeit besitzt. Um jedoch auch diese Raddampfer während des Winters auszunutzen, sind z. B. die Hamburg-Amerika Linie und der Norddeutsche Lloyd dazu übergegangen, ihre Raddampfer, die im Sommer den Verkehr mit den Nordseebädern vermitteln, im Winter in anderen Gewässern zu verwenden, und haben für die Wintermonate mit diesen Dampfern eine Linie Genua-Neapel eingerichtet.

Der gewöhnliche Frachtdampfer ohne besondere Einrichtungen für bestimmte Ladungen bildet natürlich auch heute noch das größte Kontingent der Handelsflotte. Es hat sich aber herausgestellt, daß für bestimmte Ladungen ein wirtschaftlicher Betrieb nicht mehr möglich ist, falls das Schiff nicht der Ladung angepaßte Einrichtungen besitzt. Vorbedingung für den Bau dieser Schiffe ist, daß man dauernd auf derartige Ladungen rechnen kann, da die Spezialschiffe sich naturgemäß für andere Ladungen meistens nicht mit wirtschaftlichem Nutzen verwenden lassen. Zu den ersten Spezialschiffen, die überhaupt geschaffen wurden, gehörten die Erzdampfer. Das große spezifische Gewicht einer Erzladung gestattet es nicht den Laderaum voll auszunutzen; infolge der Schwere mußte man ferner das Material direkt auf den Doppelboden lagern. Hierdurch rückte der Schwerpunkt des Schiffes sehr tief, die Schiffe wurden sehr steif, und die infolgedessen sehr

heftig auftretenden Bewegungen des Schiffes beanspruchten die Verbände in einem unerwünschten Maße. Auch verlangte die schwere Ladung eine kräftigere Bauart der Schiffe, als sie für gewöhnlich üblich war. Ein Dampfer der gewöhnlichen Bauart hat außerdem für ein schnelles Einnehmen dieser schweren Ladung zu wenig Luken, so daß es nicht möglich ist, bei ihm mechanische Entlade- und Transporteinrichtungen zu verwenden. Zuerst ging man auf den amerikanischen Seen dazu über, besondere Dampfer für diesen Zweck zu bauen. Man befand sich hierbei insofern in einer sehr günstigen Lage, als man auf die Seefähigkeit dieser Schiffe nicht dieselbe Rücksicht zu nehmen brauchte, wie bei einem Hochseedampfer. Die dort in Fahrt befindlichen Schiffe können 6000—8000 ts Erze in wenigen Stunden laden und mit Hilfe der vorhandenen Einrichtungen in 12 Stunden löschen. Diese außerordentlich schnelle Abfertigung der Dampfer ist von umso größerer Bedeutung, als die Schifffahrt im Winter des Eises wegen ca. 4 Monate unterbrochen ist, so daß während der übrigen Zeit der Bedarf der Hüttenwerke auch für diese Monate mitbefördert werden muß. Trotzdem die Dampfer im Jahre 4 Monate still liegen müssen und auf ihrer Rückfahrt keine Ladung befördern, ergibt der Betrieb infolge der vorhandenen Einrichtungen doch eine sehr gute Wirtschaftlichkeit. Mit Hilfe des freien Oberdecks mit seinen zahlreichen bis zu 16 zählenden breiten Luken ist es möglich geworden, das Erz ohne Trimmen auf die ganze Länge des Laderaumes gleichmäßig abzuladen und das Löschen später mit Hilfe von Entladevorrichtungen gleichzeitig an 16 Stellen zu beginnen und ohne wesentliche Hilfe durch Menschenkraft zu Ende zu führen. Ein verhältnismäßig hoher Doppelboden vermeidet eine zu tiefe Schwerpunktlage der spezifisch schweren Ladung und bietet gleichzeitig für die Rückfahrt Tanks zur Aufnahme von Wasserballast.

Ähnliche Gründe führten zur Einführung besonderer Kohlendampfer. Auch der Kohlendampfer kann im allgemeinen bei einem Verkehr zwischen zwei bestimmten Plätzen nicht auf Rückladung rechnen. Außerdem müßte der Übernahme einer anderen Ladung immer erst eine sorgfältige Reinigung des ganzen Schiffes vorausgehen, um ein Verschmutzen der neuen Ladung zu verhindern. Bei kurzen Fahrten dieser Schiffe würde ein derartiger Zeitverlust den ganzen Vorteil der Rückfracht aufheben. Ferner galt es hier auch vor allem schnelle Beladungs- und Entladungsvorrichtungen zu schaffen. Dem stand hindernd im Wege, daß die Kohlen eine

leicht bewegliche Ladung sind, die leicht übergehen, falls dies nicht durch Zwischenwände verhindert wird. Diese Teilung des Laderaums in mehrere Räume hinderte aber natürlich eine schnelles Entladen. Man ist daher dazu übergegangen, den Laderaum so auszugestalten, daß die Kohlen sich stets selber wieder in die richtige Lage trimmen, falls bei einem Überlegen des Schiffes eine Verschiebung der Ladung stattgefunden hat. Kohlendampfer, die mit derartigen Einrichtungen ausgestattet sind, sind also bedeutend weniger der Gefahr ausgesetzt, durch ein Übergehen der Ladung zu kentern, oder in ihrer schrägen Lage Beschädigungen durch den Seegang zu erleiden. Infolgedessen gewähren auch die Versicherungsgesellschaften den nach diesem System gebauten Kohlendampfern eine Ermäßigung der Prämie. Gespart wird außerdem noch bei dem Beladen der Schiffe, da das bei gewöhnlichen Schiffen notwendige Nachtrimmen durch Arbeiter hier fortfällt.

Ähnlich liegen die Verhältnisse bei den Getreidedampfern. Jedoch ist hier von noch größerer Wichtigkeit, daß kein Wasser auf Deck kommt und die Ladung beschädigt. Speziell für den Getreidetransport haben daher die sogenannten Turrett-Deck- und Trunksteamer vielfach Verwendung gefunden. Bei diesen Schiffen ist die Außenhaut nicht wie gewöhnlich in gerader Linie bis zum Oberdeck durchgeführt, sondern springt oberhalb der Wasserlinie ein und bildet dann in der Mitte des Schiffes ein Laufdeck, das neben den Schiffsluken auf jeder Seite nur einen Gang für die Bedienung des Schiffes und den Verkehr der Mannschaft freiläßt. Diese Konstruktion bewirkt, daß die Wellen sich schon auf dem niedrigen Deck brechen und gewährt so neben den vorerwähnten Vorteilen der Mannschaft eine größere Sicherheit. Bei dieser Konstruktion spart man auch an Material für den Bau des eigentlichen Schiffskörpers, da die Form dieser Schiffskörper für auftretende Beanspruchungen günstiger ist und daher die einzelnen Verbandsteile schwächer sein oder fortfallen können. Dabei eignen sich die Decksflächen neben den Aufbauten zum Stauen von langen Hölzern, während ebenso das Fehlen der Deckstützen oberhalb des Mittelkiels das Stauen von langen und sperrigen Gütern wesentlich erleichtert. Diese Schiffstypen sind daher nicht allein auf die Beförderung von Getreide angewiesen, sondern bieten auch für die Beförderung einer Reihe anderer Güter wesentliche Vorteile.

Neben diesen Typen sind noch besonders die Tankdampfer für Petroleum, Naphtha usw. zu erwähnen, die von den großen Petroleumgesellschaften in Fahrt gestellt werden. Der Laderaum

dieser Schiffe ist durch Schotten in eine Reihe von Tanks getrennt, die direkt zur Aufnahme des Petroleums dienen. Man spart also nicht nur die Kosten für die Fässer, sondern es wird auch durch ihr fortfallendes Gewicht direkt an Ladefähigkeit gewonnen. Ferner fallen die Verluste, die sonst durch Leckagen der Fässer entstanden, fort. Allerdings erfordert die Bauausführung dieser Schiffe große Sorgfalt und damit höhere Kosten. Dafür ist die Übernahme der flüssigen Ladung mit Hilfe von Pumpen außerordentlich einfach und geht sehr schnell von statten. Vorbedingung ist allerdings, daß sowohl im Abgangs- wie Bestimmungshafen, Ölreservoirs resp. Petroleumleichter zur Verfügung stehen. Bei den meisten Petroleumdampfern hat man die Maschinen und Kessel hinten am Heck des Schiffes und nicht wie gewöhnlich, in der Mitte eingebaut. Diese Anordnung ist zum Teil auf die Vorschriften der Suezkanalgesellschaft zurückzuführen, die vorschreibt, daß die Endräume des Schiffes nicht als Laderäume für Petroleum benutzt werden dürfen. Der Grund dieser Anordnung liegt in der Feuergefährlichkeit dieser Anlagen. Deshalb besteht auch die weitere Bestimmung, daß die für die Petroleumladung bestimmten Räume vorne und hinten durch doppelte Querschotten von den übrigen Räumen des Schiffes getrennt werden und der Raum zwischen diesen Schotten vollständig mit Wasser zu füllen ist. Eine Reihe von andern Vorrichtungen, wie Einbau besonderer Expansionstanks und Röhren und Ventile für das freie Ausströmen der sich etwa entwickelnden Gase hat die Sicherheit dieser Schiffe bedeutend erhöht, so daß Entzündungen der Ladung heute verhältnismäßig selten vorkommen.

Eine besondere Spezialität bilden ferner die zum Transport lebenden Viehes und gefrorenen Fleisches dienenden Dampfer, welche zwischen Nord- und Südamerika sowie Australien einerseits und Europa andererseits verkehren. Die unteren Räume sind als Kühlräume ausgestaltet und durch besondere Vorrichtungen gegen die Einwirkung von Wärme geschützt, während die oberen Decks meistens zum Aufstellen lebenden Viehes eingerichtet sind.

Es würde zu weit führen, auch die besonderen Einrichtungen der andern Spezialschiffe näher auszuführen. Teilweise geht diese Spezialisierung so weit, daß diese Schiffe nur für den bestimmten Zweck verwendet werden können, während andere Spezialschiffe unter normalen Verhältnissen anderen Zwecken dienen und nur im Bedarfsfalle für ihren Sonderzweck Verwendung finden. So

dienen z. B. die meisten Pumpen- resp. Bergungsdampfer gewöhnlich als Schlepper.

Neben der Segelschiffahrt und dem Dampferbetrieb für die kleine Fahrt (Küstenfahrt) ist neuerdings ein aus beiden Verkehrsmitteln kombiniertes System entstanden. Bei den Küstenschiffen machte sich bei dem Anwachsen der zu befördernden Ladungsmengen sehr bald der Nachteil bemerkbar, daß diese Schiffe nicht genügend Ladung fassen konnten; denn um die kleinen Häfen und Schleusen anlaufen zu können, durfte ihre Größe und ihr Tiefgang ein bestimmtes Maß nicht überschreiten. Sollten die Dampfer daneben eine nur einigermaßen genügende Geschwindigkeit erhalten, so konnten sie nur kleine Mengen Ladung fassen. Für die in der Küstenfahrt beschäftigten Segelschiffe machte sich der Nachteil bemerkbar, daß gerade in den engen Küstengewässern ein Navigieren mit diesen Schiffen schwierig war. Man ging daher dazu über, das die Ladung befördernde Schiff von der fortbewegenden Kraft zu trennen, und schuf die sogenannten Seeleichter. Man baut heute diese Schiffe bis zu einer Ladefähigkeit von 1000 ts und darüber. Fast der gesamte Raum dieser Schiffe wird von der Ladung eingenommen. Ein eigentliches Fortbewegungsmittel besitzen sie nicht, wenn sie auch meistens an ihren, mit Ladebäumen ausgestatteten Masten je ein Segel führen. Dieses dient aber im wesentlichen nur dazu, die Schiffe bei schwerem Seegang zu stützen und so eine Beschädigung des Schiffskörpers resp. der Ladung zu verhindern. Die Fortbewegung dieser Schiffe von einem Orte zum andern erfolgt durch Schlepper. Trotzdem sind sie in der amtlichen Statistik lange als Segelschiffe geführt und werden erst neuerdings getrennt hiervon aufgeführt. Die Vorteile der Seeleichter sind folgende. Sie brauchen zu ihrer Bedienung nur eine ganz geringe Mannschaft, die meistens nur aus zwei bis vier Mann besteht. Die Schlepper nehmen in der Regel mehrere Leichter zusammen ins Schlepptau und befördern dieselben gleichzeitig. Nach der Ankunft im Bestimmungshafen kann der Schlepper sofort zurückgehen, und nur die Leichter bleiben dort. Da der Bau dieser Seeleichter ein verhältnismäßig billiger ist, ist der Zinsverlust, der durch das Liegen der Schiffe entsteht, ein geringer, wenn auch die Lösch- und Ladezeit in diesen kleinen Häfen wegen der mangelhaften Einrichtung ziemlich bedeutend ist. Die Vorteile, die dieses System bietet, sind so wesentliche, daß diese Art des Verkehrs die frühere Küstenschiffahrt

schon zum größten Teil verdrängt hat. So gehen von Hamburg aus regelmäßig derartige Transportzüge nach Bremen, Emden, Amsterdam, Antwerpen und England, und andererseits in die Ostsee bis Stockholm, St. Petersburg und weiter. Deshalb haben sich auch die großen Schiffahrtsgesellschaften einen besonderen Park von Schleppern und Leichtern geschaffen. Beispielsweise besaß die Hamburg-Amerika Linie im Jahre 1908 neben 167 Ozeandampfern 211 Schlepper, Leichter etc. Man hat auch versucht, diese Art des Schiffahrtsbetriebes für weite Strecken anzuwenden und hat besonders konstruierte und besonders große Seeleichter gebaut, die für den Verkehr zwischen Amerika und Europa dienen sollten. Da jedoch bei diesen Reisen und bei dem starken Seegang viel eher ein Reißen der Schlepptrasse und damit eventuell ein Verlust des geschleppten Schiffes und seiner Mannschaft zu befürchten ist, so haben diese Bestrebungen im allgemeinen keinen Anklang gefunden, und es ist bei einigen Versuchen geblieben, obwohl man durch Einführung von automatischen Dampfschleppwinden und andern Einrichtungen diesen Gefahren vorzubeugen versucht hat.

Die Entwicklung der Spezialschiffotypen ist heute bei weitem noch nicht abgeschlossen. Mit dem wachsenden Verkehr und bei dem scharfen Wettbewerb in der Schiffahrt, verbunden mit einem fast stetigen Rückgang der Frachten, verlangt man nach Transportmitteln, die den zu befördernden Gütern möglichst angepaßt sind, um unter möglichst geringem Aufwand von Zeit und Kosten den Transport vollziehen zu können. Sobald daher für bestimmte Arten von Gütern ein dauernder Transport in genügendem Umfange zu erwarten steht, wird man stets dazu übergehen, Spezialschiffe für diesen Zweig zu schaffen.

Erhöhung der Sicherheit der Schiffe.

Alle technischen Verbesserungen und Fortschritte, die eine Vergrößerung der Ladefähigkeit der Schiffe und ihrer Geschwindigkeit ermöglichen, wären jedoch ökonomisch von geringer Bedeutung, wenn man nicht gleichzeitig verstanden hätte, auch durch Anordnung besonderer Einrichtungen die Sicherheit der Schiffe zu steigern. Bei dem erhöhten Wert der Schiffe und der Vergrößerung der mitgeführten Ladung ist das Risiko natürlich im

Vergleich zu früheren Zeiten bedeutend gewachsen. Man hat zuerst versucht, dieses Risiko dadurch zu vermindern, daß man es teilte und andere Kaufleute gegen eine bestimmte Entschädigung an dem Risiko teilnehmen ließ.

Die Anfänge der Seeversicherung reichen bis ins Altertum zurück. So finden wir schon bei den Römern das Rechtsinstitut des *foenus nauticum*. Auf Grund dieses Rechtsgeschäftes erhielt der Reeder ein Darlehen, dessen Rückzahlung nur zu erfolgen hatte, wenn das Schiff glücklich an seinem Bestimmungsort anlangte. Im Mittelalter finden wir diese Einrichtung in den Mittelmeerländern mit ihrem entwickelten Schiffsverkehr wieder. In Italien, dem Hauptschiffahrtsland des Mittelmeers, ist dieses Rechtsinstitut dann weiter entwickelt worden und von dort im Laufe des 15. und 17. Jahrhunderts allmählich auch zu den anderen schiffahrttreibenden Ländern wie Spanien, Frankreich, den Niederlanden, England, Deutschland usw. gelangt. Aber im allgemeinen werden während dieser Zeit nur die Waren, die das Schiff mit sich führt, versichert, nicht auch das Schiff selbst. Die Höhe der Prämien richtete sich nicht nach der Beschaffenheit des Schiffes, sondern nach der politischen Lage, der Länge der Reisen, der Jahreszeit, nach den klimatischen und geographischen Verhältnissen der Gegenden, die das Schiff befuhr.

Bei der wachsenden Größe der Schiffe, ihrem erhöhten Werte und bei der ständigen Zunahme der Anzahl der Schiffe und der dadurch eintretenden Unübersichtlichkeit stellte es sich jedoch immer mehr als notwendig heraus, auch auf die Beschaffenheit des Schiffes als des Trägers der versicherten Waren Rücksicht zu nehmen, und die Höhe der Prämie nicht nur nach den oben angegebenen Grundsätzen zu bemessen. Hierzu kam, daß man überhaupt mehr und mehr dazu überging, nicht nur in einzelnen Fällen, sondern allgemein zu versichern.

Es war nun für den einzelnen Assekurateur schwierig, sich über die Beschaffenheit des einzelnen Schiffes zutreffende und schnelle Auskunft zu verschaffen. Die ersten Bestrebungen, derartige Bestimmungen zu sammeln, traten in England zu Tage. Schon gegen Ende des 17. Jahrhunderts lagen in dem berühmten Coffee-House des Wirtes Lloyd in London, das die Seeversicherer und die Kaufleute, die mit der Schifffahrt zu tun hatten, mit Vorliebe aufsuchten, handschriftliche Schiffsregister auf, die einerseits Angaben über Alter, Bauart und Größe der Schiffe, andererseits

aber auch Nachrichten über Abfahrt, Ankunft sowie evtl. Verluste der Schiffe enthielten. Seit dem Jahre 1726 wurden diese Listen in einem gedruckten Buche zusammengestellt, welches an die Abonnenten verkauft wurde. Im Jahre 1760 schlossen sich dann die Assekuradeure zusammen und gründeten ein Bureau, das sogenannte »Register of Shipping« in London, welches das »Green Book«, das im Jahre 1764 zum ersten Male erschien, herausgab. In diesem Buche befinden sich auch zum ersten Male die Klassenzeichen für Schiffe und zwar sowohl für die Beschaffenheit des Schiffsrumpfes, als auch für die Beschaffenheit der Ausrüstung. Diese Klasseneinteilung hat natürlich im Laufe der Zeit mit dem Fortschritte der Technik gewechselt. Es würde aber zu weit führen, hier alle diese Einzelheiten, die mehr eine technische als wirtschaftliche Bedeutung besitzen, anzuführen. Eine Reihe von Jahren hindurch war das »Register of Shipping« die einzige Institution seiner Art. Als aber im Jahre 1797/98 die Assekuradeure den Beschluß faßten, daß alle in London gebauten Schiffe nur bis zu einem Alter von 13 Jahren, die außerhalb Londons gebauten Schiffe sogar nur bis zu einem Alter von 8 Jahren im »Green Book« klassifiziert werden sollten, gründeten die Schiffseeder, die ihre älteren Schiffe nun nicht mehr versichern konnten, im Jahre 1799 das »New Register Book of Shipping«, welches im Verkehr den Namen »Red Book« erhielt. In diesem neuen Registerbuche wurden die Schiffe nicht ausschließlich nach ihrem Alter, sondern nach ihrem wirklichen Werte, wie sich derselbe bei der Besichtigung durch die Experten ergab, klassifiziert. Aber beide Institutionen beschäftigten sich ausschließlich mit der Klassifizierung fertiger Schiffe, ohne sich um die Entstehung der Schiffe, das Baumaterial, den Bauplan und den Bau der Schiffe zu kümmern.

Die Abhängigkeit der anderen Länder von diesen beiden englischen Instituten brachte für sie manche Nachteile mit sich, und so gründete im Jahre 1828 Charles Bal in Paris sein internationales Register, das er »Bureau Veritas« nannte. Das Unternehmen war auf dem Gedanken basiert, daß die Seeschifffahrt international sei, und deshalb Handel und Schifffahrt nicht ausschließlich von den englischen Gesellschaften abhängig sein dürften. Ferner ging Bal von dem Grundsatz aus, daß der Wert einer geschäftlichen Auskunft ungleich größer wäre, wenn sie von einer gänzlich unabhängigen Stelle erteilt würde. Dem »Bureau Veritas« gehörten daher zwar Reeder, Schiffbauer, Kaufleute an,

aber das eigentliche Urteil wurde von frei gewählten Experten gefällt. Dieses Auftreten des »Bureau Veritas« brachte es dahin, daß sich die beiden englischen Registerbücher 1834 in ein Register: »Lloyds Register of British and Foreign Shipping« vereinten. Man ersieht schon aus diesem Namen, daß die Geschäftsauffassung von Charles Bal Wurzel geschlagen hatte, daß es sich nicht mehr allein um englische Schiffe, sondern auch um fremde Schiffe handelte. Auch wurden in die Verwaltung des neuen Registers neben den Reedern und Assekuradeuren Kaufleute hineingezogen. Jetzt gingen auch sowohl »Bureau Veritas«, wie »Lloyds Register« dazu über, Vorschriften für den Bau und die Ausrüstung von Schiffen herauszugeben und die Ausführung des Baues durch ihre Besichtiger überwachen zu lassen. Von dieser Zeit ab war überhaupt erst ein zuverlässiges Urteil über die Beschaffenheit der klassifizierten Schiffe zu gewinnen. Durch die von den Klassifikationsgesellschaften angestellten sorgfältigen Untersuchungen über die zweckmäßige Verwendbarkeit der verschiedenen Holzarten für Schiffbauzwecke und die richtige Abmessung und Anordnung der einzelnen Schiffsteile wurde der Schiffbau außerordentlich gehoben, und es ist allgemein anerkannt, daß die Schiffsklassifikationsgesellschaften durch diese Erweiterung ihrer Tätigkeit die Wirtschaftlichkeit des Schiffbaues und der Schifffahrt wesentlich gefördert haben. Länger als 20 Jahre haben »Bureau Veritas« und »Lloyds Register« (meistens »Englischer Lloyd« genannt) der Schifffahrt der Welt unbeschränkt Gesetze diktiert. Erst mit der größeren Ausdehnung der Dampfschifffahrt und des Baues eiserner Schiffe trat eine Änderung der Verhältnisse ein.

Infolge der hieraus hervorgehenden starken Vermehrung der Seeschiffe und der Zunahme des Seeverkehrs erhielten verschiedene Länder einen beträchtlichen Zuwachs ihrer Handelsflotte. Teils suchten die Reeder dieser Länder sich von der Herrschaft der beiden mächtigen Institute frei zu machen, teils entstanden außerhalb Englands Seeversicherungs-Unternehmungen und maritime Kreditinstitute, welche sich auf eigene Füße stellen wollten. Die niederländischen Reeder und Kaufleute schufen mit ihrem Gelde sowohl im Mutterlande (hauptsächlich in Amsterdam) als auch in den Kolonien (in Batavia und Samarang) eigene Seeversicherungsinstitute, und diese suchten nun, wie dies vor 100 Jahren die englischen Assekuradeure getan hatten, die für ihren Geschäftsbetrieb notwendigen Auskünfte über die niederländischen Schiffe, welche sie versicherten, sich selbst zu verschaffen. So entstand im Jahre

1855 die »Nederlandsche Vereeniging van Assurandeuken te Amsterdam«. In New York wurden hintereinander »American Lloyds Register« (Hartshorne & King) im Jahre 1857, später »American Lloyds Universal Register« (Taylor) und 1867 der »Record of American Shipping« gegründet. Das zuletzt genannte Unternehmen wurde von den Seeassuranz-Vereinen in New York, Boston, San Francisco gestützt und blieb allein am Leben. In Österreich-Ungarn und in Italien wurden gemeinnützige Klassifikationsinstitute geschaffen, bei denen Gelderwerb ausgeschlossen war. Das »Bureau Veritas Austro-Ungarico« wurde 1858 von der Handels- und Industriekammer in Triest ins Leben gerufen. Das »Registro Italiano« entstand 1861 in Genua. Beide Institute stehen unter dem Schutz der Handelskammern in den Seestädten der betreffenden Länder. Gruppen französischer Reeder beklagten sich über all zu strenge und ungerechte Maßnahmen, welche die Verwaltung des »Bureau Veritas« über ihre Schiffe verhängt hatte. Als Gegengewicht wurde 1861 in Bordeaux das »Régistre Maritime« errichtet. Die Seeversicherer in Liverpool glaubten, daß der ihnen zukommende Einfluß auf den Englischen Lloyd ihnen versagt werde, und gründeten 1862 ein »Underwriters Registry for Iron Vessels«. In Norwegen entstanden zahlreiche Schiffsversicherungsvereine auf Gegenseitigkeit, welche im Verein mit den Seeversicherungsgesellschaften 1864 »Det Norske Veritas« errichteten. Die letzteren fanden bei dem neuen Unternehmen ihre Rechnung, weil dieses die Regelung der Beladung der Schiffe mit in den Kreis seiner Tätigkeit einbezog. In Griechenland schuf die Banque maritime »Archange« in Athen im Jahre 1870 die inzwischen wieder eingegangene »Veritas Hellénique«. In Australien wurde im Jahre 1874 das »Register of Australian and New-Zealand Shipping« von der Merchant Shipping und Underwriters Association Lim. in Melbourne herausgegeben. Aus Veranlassung des im Jahre 1890 erlassenen englischen Tiefladegesetzes für englische Handelsschiffe gründete man in Glasgow die »British Corporation for the Survey and Registry of Shipping«, welche sich anfänglich nur mit der Ermittlung der Tiefladelinie für Seeschiffe befaßte, später aber auch die Schiffsklassifikation aufnahm.

Auch in Deutschland machten sich Anfang der 60er Jahre des vorigen Jahrhunderts Bestrebungen geltend, ein nationales Schiffsklassifikationsbureau zu gründen. Denn obschon die deutschen Eisenhütten an sich in der Lage waren, das Material für den Schiffbau herzustellen, so erfolgte damals doch von ihnen, mit

wenigen Ausnahmen für Rheinschiffe, keine Lieferung an Schiffbaustahl. Zwar spielte die schlechte Transportverbindung zwischen den im Binnenlande liegenden Eisenwerken und den Schiffswerften hierbei eine Rolle. Das ausschlaggebende Moment war jedoch, daß der englische Lloyd die Verwendung englischen Eisens vorschrieb und Material anderer Herkunft nur zuließ, falls die Materialstärken größer genommen wurden, als für englisches Eisen vorgeschrieben war. Auch gaben eine Reihe chikanöser Vorschriften, die Höhe der Prämien usw. zu Klagen Anlaß.

Schon 1862 traten in Hamburg eine Reihe von Interessenten zusammen und bildeten ein Komitee zur Schaffung eines »Deutschen Lloyd«. Die Berechtigung dieser Bestrebungen wurde allgemein anerkannt. Jedoch gelang es nicht, zu einem Resultat zu kommen, da man die Konkurrenz des »Bureau Veritas« zu sehr fürchtete. Die Bestrebungen ruhten jedoch nicht, und es gelang dem Komitee, auch in Bremen einflußreiche Männer für die Sache zu interessieren. Auf ihren Einfluß hin ließ im Jahre 1864 die Bremer Handelskammer einen detaillierten Entwurf ausarbeiten, der auch dem Hamburger Commercium übergeben wurde. Dieses setzte eine Kommission zur Prüfung ein, die aus Reedern, Kapitänen und Schiffbauern bestand. Obwohl die Kommission sich mit dem Entwurfe einverstanden erklärte, scheiterte die Sache daran, daß die Assekuradeure es ablehnten, sich an einem neuen Institute zu beteiligen, mit der Begründung, daß es nicht Sache der Reeder, sondern der Assekuradeure sei, die Klassifikation von Schiffen zu leiten. Der wesentliche Grund dieses Widerstandes war jedoch die Befürchtung der Assekuradeure, daß sie bei zwei verschiedenen Klassifikationsgesellschaften zahlen müßten und sich dadurch ihre Unkosten erhöhten.

Auch in Rostock und Stettin traten zu derselben Zeit ähnliche Bestrebungen zu Tage. So beschloß der volkswirtschaftliche Verein zu Rostock im Mai 1863 folgende Resolution:

»Die Interessen des deutschen Handels und der deutschen Schifffahrt erfordern die alsbaldige Beseitigung des Monopols des Lloyd français Veritas und die gleichzeitige Gründung einer aus einer freien Vereinigung der bei den Schiffen Norddeutschlands beteiligten Reeder, Kaufleute, Assekuradeure, Schiffsbaumeistern und Schiffern hervorgehenden und auf Selbstverwaltung basierten Gesellschaft, welche den Zweck hat, im alleinigen Interesse der Schifffahrt und des Handels

eine gewissenhafte, richtige und möglichst wohlfeile Klassifikation und Registrierung ihrer Schiffe zu erhalten.«

Diesen Bestrebungen auf die Gründung eines deutschen Lloyd wurden von Seiten des »Bureau Veritas«, bei dem seinerzeit der größte Teil der in Deutschland beheimateten Schiffe registriert war, großer Widerstand entgegengesetzt. In den damaligen Zeitungen und Zeitschriften greifen sich die beiden Gegner mit großer Heftigkeit an. Trotz alledem gingen die Vorbereitungen weiter und am 15. März 1867 erschien in der »Hamburger Börsenhalle« nachfolgender Aufruf:

A u f r u f an Hamburgs und Altonas Kaufmannschaft!

Die neu zu begründende deutsche Schifffahrts-Classifikationsgesellschaft (»Germanischer Lloyd¹⁾«) wird, so hoffen wir, ein Unternehmen von allgemeinem, weitreichendem Nutzen werden. Ist auch sein Zweck, zunächst eine bessere, gerechtere, unparteiische Registrierung unserer Seeschiffe ins Leben zu rufen, welche unter einem ganz unparteiischen Deutschen Direktions-Comité mit einem verantwortlichen Direktor steht — gegenüber der jetzigen willkürlichen Laxheit unter einer französischen unverantwortlichen Privat-Gesellschaft, in deren Direktion nicht ein einziger Rheder oder Mann von Fach sitzt, vor deren Willkür es keinen Regreß gibt, als eine Commission aus zwei Leuten bestehend, die sie selbst einsetzt (§ 31)! — so wird es das unablässige Streben des Direktions-Comités sein, seine Thätigkeit unter umsichtiger Leitung doch immer mehr auszudehnen.

Es ist zunächst in Angriff zu nehmen:

a) Eine Classificierung sämtlicher im Register des »Germanischen Lloyd« aufgenommenen oder aufzunehmenden Schiffscapitäne nach dem Maßstabe ihrer Leistungen, Reisen und etwaiger Havariefälle zur See.

b) Eine genaue Untersuchung solcher Havariefälle, um zu ermitteln, inwiefern dieselben durch Schuld und Fahrlässigkeit der Beteiligten herbeigeführt oder nicht.

c) Eine gerechtere Dispachirung von Havariefällen gegenüber der jetzigen.

¹⁾ Ursprünglich war geplant, der Gesellschaft den Namen »Deutscher Lloyd« zu geben, um jedoch Verwechslungen mit dem einige Jahre vorher gegründeten »Norddeutschen Lloyd« zu verhindern, einigte man sich auf den Namen »Germanischer Lloyd«.

d) Eine genaue Überwachung, ob das betreffende Schiff für die vorhabende Reise mit dem Nöthigen, namentlich mit ausreichender Mannschaft, den nöthigen Karten und Instrumenten etc. etc. versehen sei.

Es bedarf keiner weiteren Ausführung, um zu zeigen, daß der »Germanische Lloyd« sich mit allen seinen Mitteln und Kräften, mit seiner Erfahrung im See- und Assekuranzfach, die jährlich wächst, in den Dienst der Börse oder des Handels stellt. Er verfolgt keine interessierte Zwecke, die Onera des Beitretenden werden so niedrig als möglich gestellt, nur um die Kosten zu decken, die sich voraussichtlich sehr bald durch seine Einnahme von selbst decken werden, obgleich er keinen Stern à 1 Frc. per Tonneau, und wäre es selbst ein Neptun oder Jupiter, etabliren wird.¹⁾ Das unterzeichnete Comité bittet daher um eine weitgreifende allgemeine Unterstützung seiner Absicht.

Hamburg, 15. März 1867.

Für das provisorische Comité
August Behn.

Die in dem Aufruf erwähnte Versammlung fand dann auch am 16. März in Hamburg statt, und beschloß mit großer Majorität die Gründung des »Germanischen Lloyd«.

Auf derselben Versammlung erfolgte die Wahl eines Direktions-Komitees, welches aus 11 Personen bestand und zwar: 2 Kaufleuten, 3 Schiffsreedern, 3 Assekuranz-Direktoren resp. Assekuranz-Bevollmächtigten und 3 Schiffbauern. Es traten jedoch bald innere Streitigkeiten auf, die Assekuradeure fanden, daß ihnen nicht genügend Einfluß auf die Leitung der Gesellschaft eingeräumt war, dazu kam, daß man sich aus lokalen Eifersüchteleien nicht über den Sitz der Gesellschaft einigen konnte. Eine Reihe der am 16. März gewählten Mitglieder des Direktions-Komitees legten ihr Amt nieder. Schließlich wurde der Sitz der Gesellschaft nach Rostock verlegt. Das Resultat dieses Beschlusses war, daß die Hamburger und Bremer Schiffe, die schon damals den Hauptteil der Deutschen Handelsflotte ausmachten, sich im allgemeinen vom »Germanischen Lloyd« fernhielten. Infolgedessen konnte die Gesellschaft auch nicht den erforderlichen Einfluß gewinnen und

¹⁾ Anspielung darauf, daß das »Bureau Veritas« für Schiffe, die gegen Zahlung einer besonderen nach dem Tonnengehalte berechneten Gebühr unter seiner Spezialaufsicht gebaut waren, in seinen Registern einen Stern eingeführt (etabliert) hatte, den es aber gegen Zahlung der Gebühren für die Spezialaufsicht auch anderen erstklassigen Schiffen verlieh.

blieb im Auslande mehr oder weniger unbekannt, resp. es weigerten sich die ausländischen Versicherungsgesellschaften, Schiffe, die nur beim »Germanischen Lloyd« klassifiziert waren, zu versichern. Ebenso wollten sie natürlich nicht die Waren versichern, die mit Schiffen, die nur beim »Germanischen Lloyd« klassifiziert waren, befördert wurden. Und so waren die Reeder gezwungen, falls sie für ihre Schiffe Ladung finden wollten, ihre Schiffe außerdem beim »Bureau Veritas« oder beim »Englischen Lloyd« zu klassifizieren und an beide Gesellschaften die Prämien zu zahlen. 1869 gab der »Germanische Lloyd« seine ersten gedruckten Vorschriften über den Bau von Schiffen heraus. 1877 folgten die ersten Vorschriften über den Bau von eisernen Schiffen. Ursprünglich war geplant und beabsichtigt, diese Vorschriften jedes Jahr zu revidieren und neu aufzustellen. Es trat jedoch bald in der Entwicklung der Gesellschaft eine Stagnation ein, die zum Teil durch den Sitz der Gesellschaft und den damaligen Niedergang der Ostseeschifffahrt begründet war. Einen Aufschwung nahm die Gesellschaft erst wieder, als sie auf Veranlassung der Reichsbehörden im Jahre 1889 in eine Aktiengesellschaft umgewandelt wurde.

Die Aktiengesellschaft wurde am 25. August 1889 in Berlin konstituiert mit einem Grundkapital von 800000 Mk., von dem ein Viertel eingezahlt wurde. Ursprünglich waren nur 500000 Mk. in Aussicht genommen. Da sich aber eine sehr rege Beteiligung auch seitens der Versicherungsgesellschaften und bedeutender Industrieller einstellte, so wurde das Kapital auf die oben erwähnte Summe erhöht. Die alte Gesellschaft »Germanischer Lloyd« wurde dann zu Gunsten der neuen Aktiengesellschaft aufgelöst. Die neue Gesellschaft übernahm laut Vertrag vom 28. August 1889 von der alten Gesellschaft »Germanischer Lloyd« deren gesamte Aktiva, einschließlich der Firma und Organisation gegen Barzahlung von *M* 95000.

Seit dieser Zeit setzt ein kräftiges Aufblühen der Gesellschaft ein. Die finanziellen Verhältnisse gestalteten sich allerdings nicht besonders günstig. Während sie im Jahre 1889—1890 3% verteilte, ergaben die nächsten 5 Jahre keine Dividende, zum Teil sogar ein Defizit. Da die Gesellschaft im allgemeinen gemeinnützige Zwecke verfolgt, und durch ihre Bestrebungen die deutsche Schiffbauindustrie zu fördern sucht, wandte sie sich an die Reichsregierung um einen Zuschuß zu ihren Unkosten. Im Reichsbudget für 1895/96 findet sich zum ersten Male im Etat des Reichsamts

des Inneren unter den einmaligen Ausgaben a) ordentlicher Etat Dep. 3 Tit. 2 (Seite 38/39 des Abschnittes IV des Reichshaushalts-etatsentwurf.) die Summe von *M* 20000.— eingestellt zur Förderung der deutschen Schiffsklassifikation.

Die Begründung zu diesem Titel lautet:

»Zu Titel 2. Die Klassifikation der Seeschiffe, welche sich der Aufgabe unterzieht, die Seetüchtigkeit der Schiffe durch Sachverständige zu überwachen und auf Grund des Befundes Zertifikate zu erteilen, die für die Erlangung von Versicherung und Fracht von besonderer Bedeutung sind, liegt, wie in anderen Staaten, so auch in Deutschland in den Händen privater Unternehmungen. Unter diesen beherrschen die beiden großen englischen und französischen Klassifikationsgesellschaften zurzeit noch den Geschäftsbetrieb. Das Bedürfnis, die deutschen Klassifikationsgesellschaften von denselben unabhängig zu machen, führte bereits im Jahre 1867 zur Gründung einer deutschen Klassifikationsgesellschaft, des »Germanischen Lloyd«. Bei der auf langjähriger Geschäftsverbindung mit einem Teile der größeren deutschen Reedereien beruhenden Festigkeit des Besitzstandes der ausländischen Gesellschaften ist es der Deutschen Schiffsklassifikation bisher nicht gelungen, sich den im nationalen Sinne wünschenswerten Wirkungskreis zu verschaffen. Die Erfahrung hat gezeigt, daß die deutsche Schiffsklassifikation einstweilen noch der materiellen staatlichen Unterstützung bedarf, um in dem Wettbewerbe mit dem Auslande erfolgreich vorzuschreiten. Zu diesem Zwecke sind der deutschen Klassifikationsgesellschaft »Germanischer Lloyd« in den letzten Jahren von der Reichsverwaltung wiederholt Beihilfen aus bereiten Mitteln gewährt worden, welche indessen fernerhin nicht mehr zur Verfügung stehen.

Für die Gewährung solcher Beihilfen waren zunächst allgemeine Gesichtspunkte bestimmend. Die deutsche Handelsflotte darf hinsichtlich der für ihre Erwerbsverhältnisse höchst wichtigen Schiffsklassifikation nicht der Willkür ausländischer Unternehmungen ausgesetzt bleiben. Auch gebietet das nationale Interesse, von dem deutschen Schiffsbau den Einfluß tunlichst fern zu halten, welchen die großen Klassifikations-Anstalten des Auslandes auf die zur Klassifizierung bei ihnen genötigten Schiffe durch ihre Bauvorschriften ausüben. Ein besonderes eigenes Interesse an der Erhaltung und Entwicklung einer deutschen Klassifizierungs-Anstalt hat die Reichsverwaltung wegen der Reichspostdampfer-Unternehmungen. Für die Reichspostdampfer muß die Gewähr

größter Seetüchtigkeit verlangt werden, wie sie am zuverlässigsten die Klassifikation bei einer deutschen Anstalt bietet. Demgemäß schreiben die mit dem Norddeutschen Lloyd und der deutschen Ost-Afrika-Linie abgeschlossenen Subventionsverträge vom 3./4. Juli 1885 (Art. 10) und vom 5./9. Mai 1890 (Art. 8) [Zentralblatt für das deutsche Reich 1885 S. 276, 1890 S. 122] vor, daß die Reichspostdampfer zur höchsten Klasse beim Germanischen Lloyd zu klassifizieren sind. Die deutsche Handelsflotte ist nach ihrer Größe wohl im Stande, ein selbständiges Schiffsklassifikationswesen zu unterhalten, wie solches andere Seestaaten mit zum Teil erheblich geringerer Flotte, als Österreich-Ungarn, Italien, Norwegen, die Niederlande, die Vereinigten Staaten von Amerika, möglich gemacht haben. Wenn erst derjenige Teil der deutschen Reederei, welcher bis jetzt noch an der Geschäftsverbindung mit den ausländischen Anstalten festhält, sich dem nationalen Unternehmen in größerem Umfange zugewendet haben wird, wird es zur Erhaltung der deutschen Schiffsklassifikation einer Unterstützung aus Reichsmitteln nicht mehr bedürfen.

Wenn hiernach die vorübergehende Verwendung von Reichsmitteln zu diesem Zwecke gerechtfertigt erscheinen dürfte, so war in Ermangelung etatsrechtlich hierfür verwendbarer Fonds die Einstellung eines entsprechenden Betrages unter die einmaligen Ausgaben im Etat des Reichsamts des Inneren geboten. Die in Ansatz gebrachte Bedarfssumme gründet sich auf die bisherigen Erfahrungen.

Der Reichstag bewilligte diesen Zuschuß und der »Germanische Lloyd« behielt fortlaufend bis zum Jahre 1905/06 eine jährliche Unterstützung von *M* 20000.—, vom Jahre 1906/07 ab von jährlich *M* 10000.—. Von wesentlicherer Bedeutung für die Weiterentwicklung des »Germanischen Lloyd« war jedoch das im Frühjahr 1895 mit dem Verein der Hamburger Reeder getroffene Abkommen, demzufolge 366 Hamburger Schiffe mit mehr als einer halben Million Registertonnen beim »Germanischen Lloyd« angemeldet wurden. Dieser endlich erfolgte Beitritt auch der Hamburger Reeder ist zum großen Teil auf die Bemühungen der Reichsregierung zurückzuführen. In dem Etat 1896/97 wird in der Begründung für die weitere Bewilligung der Beihilfe von *M* 20000.— folgendes geschrieben:

»Es darf mit Befriedigung festgestellt werden, daß die beabsichtigte Wirkung nicht ausgeblieben ist und daß der Germanische Lloyd in gewissen, ihm früher ver-

schlossenen einflußreichen Kreisen der deutschen Rhederei Eingang gefunden hat.

Gleichzeitig mit dem Abschluß des Vertrages wurde eine Einigung zwischen dem »Germanischen Lloyd« und dem »Bureau Veritas« getroffen, nach der das bisherige Hamburger Bureau des »Bureau Veritas«, an dessen Spitze der Generalkonsul Schlick verblieb, gleichzeitig für den »Germanischen Lloyd« tätig war. Die gewährte Reichsbeihilfe gestattete es dem »Germanischen Lloyd«, auch mehr wie bisher seine Tätigkeit auf ausländische Plätze auszuweiten. Ferner erweiterte er sein Arbeitsgebiet, indem er zusammen mit der Seeberufsgenossenschaft Vorschriften für die Verbesserungen der Sicherheitseinrichtungen auf deutschen Kauffahrteischiffen ausarbeitete. Im Etat 1898/99 wird die Weitergewährung des Reichszuschusses folgendermaßen begründet:

»Die Anstalt hat die Klassifikation der deutschen Schiffe in weiterem Umfange an sich gezogen, daneben aber in ausgedehntem Maße ihre Tätigkeit in Gemeinschaft mit der Seeberufsgenossenschaft der Überwachung der Schifffahrtsbetriebe und der Verbesserung der Sicherheitseinrichtungen auf den deutschen Kauffahrteischiffen gewidmet. Diese Mitwirkung bei der Lösung staatlicher Aufgaben erforderte eine stetige Ausdehnung und Vervollkommnung der Betriebseinrichtungen der Anstalt. Die hierdurch bedingten Kosten können in den, durch den augenblicklich regen Schiffsbau erzielten, vorübergehenden Mehreinnahmen nur zu einem Teile Deckung finden. Zur Aufrechterhaltung des finanziellen Gleichgewichts bedarf die Klassifikationsanstalt auch im Rechnungsjahre 1898 einer Beihilfe, welche in gleicher Höhe wie im Vorjahre eingestellt worden ist.

In dem Etatsjahr 1900/1901 wurde der Betrag von *M.* 20 000,— mit folgender Begründung in den ordentlichen Etat übernommen.

»Zu Titel 9 b. Gemäß einer bei der Beratung des Kapitels 3 Titel 2 der einmaligen Ausgaben des Reichsamts des Innern für 1899 in der Kommission des Reichstages für den Reichshaushaltsetat gegebenen Anregung ist der Betrag von *M.* 20 000,— zur Förderung der deutschen Schiffsklassifikation bei den fortwährenden Ausgaben eingestellt und von der bisherigen Stelle abgesetzt worden. Nachdem der Betrag zunächst seit dem Jahre 1889 aus anderen bereit stehenden Mitteln für den gedachten Zweck von Jahr zu Jahr zur Verfügung gestellt worden war, ist er seit dem Etatsjahr 1895/96 in jährlicher Wiederkehr als einmalige Ausgabe durch den Reichshaushaltsetat bewilligt worden. Es läßt sich nunmehr übersehen, daß die Beihilfe einstweilen noch

in unvermindertem Betrage dauernd notwendig sein wird, um der in diesen Jahren erfreulich fortgeschrittenen deutschen Schiffs-klassifikation im Wettbewerbe mit den ausländischen Anstalten die errungene Stellung zu wahren. Nachdem die Anstalt durch ihre begutachtende Tätigkeit für die Reichsverwaltung in allen, das Schiffswesen und die Ausrüstung der Seeschiffe betreffenden Fragen und durch die Mitwirkung bei der Überwachung der Schiffsbetriebe seitens der Seeberufsgenossenschaft zu einem schwer entbehrlichen Organe für die Durchführung der auf die Sicherheit des Seeschiffsverkehrs abzielenden behördlichen Maßregeln geworden ist, liegt es im staatlichen Interesse, diesem Verhältnisse durch die Einstellung des erforderlichen Reichszuschusses unter die fortdauernden Ausgaben einen sicheren Bestand zu verleihen und hierdurch die weitere Entwicklung, namentlich in Betreff der Organisationen im Auslande zu fördern.«

Es ist eine eigentümliche Erscheinung, daß die Vorschriften über den Bau von Schiffen nicht von staatlichen Behörden erlassen werden, sondern von Privatgesellschaften, die rechtlich Erwerbsgesellschaften sind. Der innere Grund dieser Erscheinung liegt in der Kompliziertheit des Schiffbaues und dem damit häufig notwendigen Wechsel und Anpassen an die verschiedenen Anforderungen. Die staatliche Beaufsichtigung dürfte im allgemeinen sich nicht so schnell den jeweiligen Verhältnissen anpassen können wie der Vorstand einer Aktien-Gesellschaft und dadurch oft einen Fortschritt der Technik hemmen resp. mehr oder weniger unmöglich machen. Haben doch selbst die bestehenden Klassifikationsgesellschaften teilweise bei Neuerungen im Schiffbau, beim Bau außergewöhnlich großer Dampfer etc. versagt. Ein Nachteil der privaten Klassifikationsgesellschaften besteht aber darin, daß sie gezwungen sind, auf das finanzielle Ergebnis ihrer Geschäftsführung größere Rücksicht zu nehmen, als dies bei einer Behörde notwendig wäre, und daß sie daher teilweise Untersuchungen und Versuche nicht in dem wünschenswerten Maße unternehmen können. Seit einer Reihe von Jahren sind daher in Deutschland Bestrebungen zu Tage getreten auf die Gründung eines besonderen Reichsschiffahrtsamtes, dem auch die Klassifikation der Schiffe und die Beaufsichtigung des Baues der Schiffe zu unterstellen wäre. Zum ersten Male traten diese Bestrebungen schärfer hervor nach dem Verluste des Schnelldampfers »Elbe« des Norddeutschen Lloyd am 30. Januar 1895, bei dem eine große Anzahl von Passagieren unterging. Mehrfach ist dann aus den Reihen des Reichstages

die Gründung dieses Reichsschiffahrtsamtes angeregt worden. Die Reichsbehörden haben sich jedoch bisher ablehnend verhalten. Im März 1908 erklärte der Ministerialdirektor von Jonquières zur Frage des Reichsschiffahrtsamtes folgendes:

» Wenn nun weiter die Frage gestellt ist, was aus der Resolution des Reichstages geworden sei, die im Anschluß an den Erlaß der Seemannsordnung gefaßt ist bezüglich der Einrichtung eines Reichsschiffahrtsamtes, dem eine Reihe wesentlicher Aufgaben auf dem Gebiete der Seeschifffahrt zugewiesen werden soll, so kann ich nur sagen, daß die verbündeten Regierungen diese Frage offenbar für noch nicht zur Entscheidung reif gehalten haben, wenigstens nicht im positiven Sinne. Ob man überhaupt einmal zur Errichtung eines Reichsschiffahrtsamtes kommt, darüber ist im Bundesrat keine Entscheidung getroffen worden. Jedenfalls aber hat man es bisher nicht für richtig gehalten, dieser Resolution des Reichstages Folge zu geben; und diese Erwägung allein erklärt die Tatsache, daß auf die Resolution des Reichstages bisher nichts veranlaßt ist«. —

Die Verhältnisse in Deutschland liegen heute folgendermaßen: Nach der Verfassung des Deutschen Reiches unterstehen der Gesetzgebung desselben eine Reihe der die Schifffahrt betreffenden Fragen. Die betreffenden Artikel lauten:

» Artikel 4. Der Beaufsichtigung Seitens des Reichs und der Gesetzgebung desselben unterliegen die nachstehenden Angelegenheiten:

7) Organisation eines gemeinsamen Schutzes des deutschen Handels im Auslande, der deutschen Schifffahrt und ihrer Flagge zur See und Anordnung gemeinsamer consularischer Vertretung, welche vom Reiche ausgestattet wird.

9) Der Flößerei- und Schifffahrtsbetrieb auf den mehreren Staaten gemeinsamen Wasserstraßen (insbesondere auch zur See und auf den Seeschifffahrtsstraßen) und der Zustand der letzteren, sowie die Fluß- und sonstigen Wasserzölle, desgleichen die Seeschifffahrtszeichen (Leuchtfener, Tonnen, Baken und sonstige Tagesmarken).

Artikel 8. Der Bundesrat bildet aus seiner Mitte dauernde Ausschüsse.

2. Für das Seewesen.

. In jedem dieser Ausschüsse werden außer dem Präsidium mindestens vier Bundesstaaten vertreten sein und führt innerhalb derselben jeder Staat nur eine Stimme.

. Die Mitglieder des Ausschusses für das Seewesen werden vom Kaiser ernannt.

. Die Zusammensetzung dieser Ausschüsse ist für jede Session des Bundesrates resp. mit jedem Jahre zu erneuern, wobei die ausscheidenden Mitglieder wieder wählbar sind. Den Ausschüssen werden die zu ihren Arbeiten nötigen Beamten zur Verfügung gestellt.

Artikel 54. Die Kauffahrteischiffe aller Bundesstaaten bilden eine einheitliche Handelsmarine.

Das Reich hat das Verfahren zur Ermittlung der Ladungsfähigkeit der Seeschiffe zu bestimmen, die Ausstellung der Meßbriefe, sowie der Schiffscertifikate zu regeln und die Bedingungen festzustellen, von welchen die Erlaubnis zur Führung eines Seeschiffes abhängig ist.

In den Seehäfen und auf allen natürlichen und künstlichen Wasserstraßen der einzelnen Bundesstaaten werden die Kauffahrteischiffe aller Bundesstaaten gleichmäßig zugelassen und behandelt. Die Abgaben, welche in den Seehäfen von den Seeschiffen oder deren Ladungen für die Benutzung der Schifffahrtsanstalten erhoben werden, dürfen die zur Unterhaltung und gewöhnlichen Herstellung dieser Anstalten erforderlichen Kosten nicht übersteigen.

Auf allen natürlichen Wasserstraßen dürfen Abgaben nur für die Benutzung besonderer Anstalten, die zur Erleichterung des Verkehrs bestimmt sind, erhoben werden. Diese Abgaben sowie die Abgaben für die Befahrung solcher künstlichen Wasserstraßen, welche Staatseigenthum sind, dürfen die zur Unterhaltung und gewöhnlichen Herstellung der Anstalten und Anlagen erforderlichen Kosten nicht übersteigen. Auf die Flößerei finden diese Bestimmungen insoweit Anwendung, als dieselbe auf schiffbaren Wasserstraßen betrieben wird.

Auf fremde Schiffe oder deren Ladungen andere oder höhere Abgaben zu legen, als von den Schiffen der Bundesstaaten oder deren Ladungen zu entrichten sind, steht keinem Einzelstaate, sondern nur dem Reiche zu.

Artikel 55. Die Flagge der Kriegs- und Handelsmarine ist schwarz-weiß-rot.«

Alle die Schifffahrt angehenden Angelegenheiten sind dem Reichsamt des Inneren unterstellt, bei dem für die Erledigung dieser Angelegenheiten folgende Abteilungen bestehen: 1. die technische Kommission für Seeschifffahrt, 2. Reichsinspektoren für die Seeschiffer- und Seesteuermannsprüfungen, 3. Schiffsvermessungsamt,

4. Oberseeamt. Die Gesetze treffen im wesentlichen folgende Punkte: Konsulate, Seeämter, Seewarten, Prisengerichte, Führung der Flagge, Befähigung zur Führung von Schiffen, See- und Strandpolizei zur Ordnung und Verhütung des Zusammenstoßes auf See, Verfügung über Führung der Positionslaternen, Seefischerei und Seemannsordnung. Dieser Teil der Gesetze hat keinen oder nur einen sehr geringen Einfluß auf den Bau der Schiffe ausgeübt. Von größerem Einfluß sind die Gesetze über die Vermessung der Schiffe und die Bestimmungen über die Beförderung von Auswanderern gewesen. Die Schiffsvermessung schreibt allerdings nichts direkt über den Bau der Schiffe vor. Sie gestattet aber eine Reihe von Abzügen für Räume, die bestimmten Zwecken dienen. Der Schiffbauer sucht nun selbstverständlich diese Abzüge möglichst groß zu gestalten, damit der Netto-Raumgehalt, der als Grundlage für Hafenabgaben etc. dient, möglichst gering wird. Nur mit Rücksicht auf die Vermessung werden Einrichtungen im Schiff getroffen, welche mit der Brauchbarkeit und Seetüchtigkeit der Schiffe wenig oder gar nichts zu tun haben. Aber auch direkt schädigend wirkt dieser Einfluß, z. B. auf den Bau der Passagierschiffe, da die Nettovermessung die Aufbauten für Passagiere ebenso voll belastet wie die Laderäume. Außerdem bedingt das jetzt gültige Gesetz manche Ungerechtigkeit. Segelschiffe sind schwer benachteiligt gegenüber den Dampfern, weil sie nur sehr wenig vom Bruttogehalt abziehen dürfen. Unter den Dampfern sind die normalen Frachtdampfer weit im Vorteil, weil diese infolge ihrer großen Maschinenanlage sehr große Abzüge machen dürfen. Unter den Frachtdampfern sind wieder diejenigen bevorzugt, welche nach Fahrt und Ladung ihre Bauart so einrichten können, daß sie nur wenig Bruttoraumgehalt bekommen und davon noch große Abzüge machen dürfen. Dieses Streben nach dem geringsten Nettoraumgehalt hat es soweit gebracht, daß man heute tatsächlich Frachtdampfer von mehreren 1000 ts Tragfähigkeit bauen kann, welche überhaupt keinen Nettoraumgehalt mehr besitzen. Für eine große Zahl von Schleppdampfern ist dies schon seit längerer Zeit erreicht.

Bestimmte Vorschriften über Sicherheitsvorrichtungen und Verwendung der Materialien bestehen jedoch bei der Anlage von Dampfkesseln. Ebenso ist hier eine Prüfung durch staatliche Organe vorgesehen. Einschneidendere Bestimmungen enthält das Gesetz über das Auswanderungswesen vom 9. Juni 1897, sowie die Vorschriften über Auswandererschiffe vom 14. März 1898. Das Gesetz

über das Auswanderungswesen schreibt ganz allgemein vor, daß das Schiff für die beabsichtigte Reise völlig seetüchtig, vorschriftsmäßig eingerichtet, ausgerüstet und verproviantiert sein muß. Jedes Auswandererschiff unterliegt vor dem Antritte der Reise einer Untersuchung über seine Seetüchtigkeit, Einrichtung, Ausrüstung und Verproviantierung. Die Untersuchung erfolgt durch amtliche, von den Landesregierungen bestellte Besichtiger. Die Vorschriften über die Beschaffenheit, Einrichtung, Ausrüstung und Verproviantierung der Auswandererschiffe, über die amtliche Besichtigung und Kontrolle dieser Schiffe erläßt der Bundesrat. Als Auswandererschiffe im Sinne des Gesetzes gelten alle nach außereuropäischen Häfen bestimmten Seeschiffe, mit denen, abgesehen von den Kajütpassagieren, mindestens 25 Reisende befördert werden sollen. Die vom Bundesrat in seiner Sitzung vom 14. März 1898 beschlossenen Vorschriften treffen eine Reihe von Anordnungen, die einen wesentlichen Einfluß auf den Bau der Schiffe gehabt haben. Der § 1 schreibt vor: Die Auswandererschiffe müssen mindestens den Anforderungen der 1. Klasse des »Germanischen Lloyd« genügen. Anstatt der 1. Klasse des »Germanischen Lloyd« kann der Reichskanzler die entsprechende Klasse einer andern Klassifikationsgesellschaft zulassen. Dampfschiffe müssen außerdem den von der Seeberufsgenossenschaft erlassenen Vorschriften über wasserdichte Schotten für Passagierdampfer in außereuropäischer Fahrt entsprechen.

Es liegt hier der eigentümliche Fall vor, daß gesetzliche Vorschriften Bezug nehmen resp. basiert sind auf Bestimmungen, die eine private Erwerbsgesellschaft trifft, und auf die dem Gesetzgeber kein direkter Einfluß zusteht. Während die Besichtigung im Inlande von staatlichen Besichtigern vorgenommen wird, muß sie im Auslande von Besichtigern des »Germanischen Lloyd« vorgenommen werden.

In diesen Vorschriften über Auswandererschiffe finden sich auch eine Reihe von direkt den Schiffbau betreffenden Bestimmungen. So ist vorgeschrieben, daß der Schraubenwellentunnel gegen den Schiffsraum wasserdicht und gegen den Maschinenraum mit einem sicheren, dichten Verschlusse hergestellt sein muß. Vorgeschrieben ist ferner die Höhe des Decks sowie die Höhe der Wohndecks über der Wasserlinie. Ferner bestehen Bestimmungen über den für jeden Passagier zur Verfügung stehenden Raum, über Treppen, Beleuchtung, Zuführung von Licht und Luft, Heizung, Länge und Anordnung der Kojen, Breite der Längsgänge, Anzahl der Tische und Bänke, Trennung der Auswanderer ver-

schiedenen Geschlechts, Anordnung von Waschvorrichtungen, Krankenräume, Aufbewahrung des Trinkwassers, Aufstellung von Destillierapparaten, Mitführung von Arzneien usw. Eingehende Vorschriften bestehen ferner über Zahl, Bauart, Größe und Unterbringung der Rettungsboote, sowie über deren Ausrüstung. Ebenso sind Bestimmungen erlassen über Größe und Anordnung der für die Mannschaft bestimmten Räume.

Vorschriften, die im allgemeinen einen bedeutend weitergehenden Einfluß auf den Schiffbau gehabt haben, sind von der Seeberufsgenossenschaft erlassen, die auf Grund des Gesetzes betreffend die Unfallversicherung der Seeleute und anderer bei der Seeschifffahrt beteiligter Personen vom 13. Juni 1887 ins Leben trat. Eine Neuregelung dieses Gesetzes trat mit dem Gesetz betreffend die Abänderung der Unfallversicherungsgesetze vom 30. Juni 1900, dem sogenannten Mantelgesetz, und der dabei befindliche Anlage, dem Seeunfallversicherungsgesetz, ein. Dieses am 1. Oktober 1900 in Kraft getretene Gesetz erscheint als ein formell selbständiges und neues. Tatsächlich handelt es sich aber nur um eine Abänderung des alten Gesetzes von 1887, dessen grundlegende Bestimmungen unverändert beibehalten sind, ebenso wie die auf Grund dieses Gesetzes eingerichtete Seeberufsgenossenschaft.

Die Seeberufsgenossenschaft hat von ihrem Rechte, Vorschriften über Einrichtungen und Anordnungen zur Verhütung von Unfällen oder über zu beschaffende Ausrüstungsgegenstände der Fahrzeuge zu erlassen, den weitgehendsten Gebrauch gemacht. Die wesentlichsten Vorschriften, die die Seeberufsgenossenschaft erlassen hat, sind

1. die Unfallverhütungsvorschriften für Dampfer,
2. die Unfallverhütungsvorschriften für Segelschiffe,
3. die Vorschriften über wasserdichte Schotten für Passagierdampfer in außereuropäischer Fahrt,
4. die Vorschriften über den Freibord für Dampfer und Segelschiffe in der langen und atlantischen Fahrt sowie in der großen Küstenfahrt.

Die letzte Ausgabe der Unfallverhütungsvorschriften für Dampfer stammt aus dem Jahre 1903. Diese Vorschriften sind sehr eingehend und greifen zum Teil auf die Bestimmungen der Klassifikationsgesellschaften zurück. Andererseits gehen sie aber weiter und beziehen sich auch auf Ladung, Ausrüstung usw., Führung des Journals, Maschinenjournals, Unfalljournals, Chronometerjournals, ferner auf die Anzahl der Besatzung usw. Im

allgemeinen kann man die von der Seeberufsgenossenschaft erlassenen Vorschriften als eine Ergänzung resp. als Ausführungsvorschriften zu den Bestimmungen der Klassifikationsgesellschaften betrachten. So stimmen z. B. die Vorschriften über Zahl, Gewicht usw. der Anker genau mit den entsprechenden Vorschriften des »Germanischen Lloyd« überein. In Betreff der Rettungsboote und Rettungsvorrichtungen sind jedoch die Vorschriften der Seeberufsgenossenschaft bedeutend eingehender, als die des »Germanischen Lloyd«.

Von wesentlichem Einfluß auf den Schiffbau sind jedoch die Vorschriften der Seeberufsgenossenschaft über den Einbau der wasserdichten Schotten für Passagierdampfer in außereuropäischer Fahrt gewesen. Diese Vorschriften sind zusammen mit dem »Germanischen Lloyd« aufgestellt worden und greifen daher auch zum Teil auf die Vorschriften des »Germanischen Lloyd« zurück, schreiben aber vor, daß diese Schotten bei dem Passagierdampfer als verstärkte Schotten ausgeführt werden. Die Anzahl und Entfernung der Schotten ist so bemessen, daß die Schiffe noch schwimmfähig bleiben, falls zwei resp. bei kleineren Schiffen nur eine Abteilung vollgelaufen ist. Ein vollkommenes Zusammengehen zwischen der Seeberufsgenossenschaft und dem »Germanischen Lloyd« ist bei den Vorschriften über den Freibord für Dampfer und Segelschiffe zu beobachten. Während vom Genossenschaftsvorstande über den Freibord eines jeden Schiffes ein Zertifikat ausgestellt wird, geschieht die Berechnung desselben bzw. deren Kontrolle in jedem einzelnen Falle durch den »Germanischen Lloyd«, auch werden die Resultate der Berechnung seitens des »Germanischen Lloyd« im Zertifikat vermerkt. Dieses Zusammenarbeiten war deswegen notwendig, weil die Seeberufsgenossenschaft nicht über das nötige technische Personal verfügte, um die nötigen Berechnungen selber anstellen zu können.

Wie schon im vorhergehenden ausgeführt, basieren die Vorschriften des Reiches und der Seeberufsgenossenschaft zum großen Teil auf den Bauvorschriften, die der »Germanische Lloyd« ausgearbeitet hat. Die wesentliche Bedeutung und der Erfolg der Klassifikationsgesellschaft beruht darauf, daß an dieser Stelle alles Material, das den Schiffbau betrifft, zusammenkommt und systematisch verarbeitet wird. Das Schiff ist ein derartig komplizierter Körper, daß man mit rein wissenschaftlich-mathematischer Berechnung nicht auskommt, da man die auftretenden Kräfte nicht genau bestimmen kann. Man ist daher, um überhaupt zu

Resultaten zu kommen, auf Annäherungswerte und empirische Formeln angewiesen. Dazu kommt, daß fast jedes Schiff, das auf einer Werft gebaut wird, von den früheren in seinen Abmessungen und Formen abweicht, besonders in Deutschland, wo noch nicht eine Spezialisierung der Werften für den Bau besonderer Schiffstypen eingetreten ist, wie es z. B. in England der Fall ist. Wollte man jedes Schiff genau berechnen, so wäre bedeutend mehr wissenschaftlich geschultes Personal nötig, als es die meisten Werften besitzen. Besonders in den früheren Jahren war es überhaupt schwierig, Ingenieure zu finden, die die nötige statische Vorbildung besaßen, um derartige Berechnungen ausführen zu können. Zu dieser Zeit bedeutete es natürlich für die Schiffswerften einen großen Vorteil, daß ihnen die Bauvorschriften des »Germanischen Lloyd« genau angaben, wie stark die einzelnen Teile genommen werden mußten.

Die Vorschriften des »Germanischen Lloyd« sind außerordentlich ausführlich, sie geben nicht nur Angaben über die zu wählenden Stärken und Abmessungen der einzelnen Schiffsteile, sondern auch über das Material, die Nietung, Anordnung der einzelnen Verbandsteile, Anordnung von Schotten, Doppelböden, Ballast-tanks etc. Ferner sind Angaben über Anzahl und Anordnung der Decks vorhanden, über Aufbauten auf Deck, Luken, Wasserpforten, Decksplanken, über Pumpen, Steuerruder, Takelage etc. Ferner sind Bestimmungen getroffen für den Bau der Maschinen und Kessel, die Mitführung von Reserveteilen etc., ebenso besondere Vorschriften über elektrische Anlagen an Bord von Schiffen. Den Schluß der Vorschriften bilden Bestimmungen über die Prüfung von Schweißeisen, Flußeisen, Stahlguß, sowie Vorschriften für die Prüfung von Ankern, Ketten und Tauwerken. Diese Angaben sind derartig eingehend, daß es danach jedem Techniker möglich ist, ein Schiff des gewöhnlichen Typs zu entwerfen, so daß dabei alle Teile des Schiffes die genügende Sicherheit und Festigkeit besitzen. Bei Spezialschiffen und bei besonders wertvollen Schiffen, wie Schnelldampfern etc., deren Verhältnisse oft von den gewöhnlichen Zahlen abweichen, stellt man allerdings heute meistens besondere Berechnungen auf und baut nicht nach den Vorschriften, weil sich bei diesen Schiffen herausgestellt hat, daß einzelne Teile zu stark, andere zu schwach werden, und eine andere Einteilung als die gewöhnliche praktischer ist.

Einen so großen wirtschaftlichen Vorteil das Bestehen dieser Vorschriften den Werften bietet, sind andererseits doch wieder

gewisse Nachteile damit verbunden. Wenn auch die Vorschriften ein Abweichen zulassen, so ist hiervon im allgemeinen wenig Gebrauch gemacht worden, da ausführliche Pläne und Spezifikationen derartiger Schiffe dem Vorstande zur Kenntnisnahme und Genehmigung unterbreitet werden müssen. Ferner sind derartige Schiffe während der ersten 4 Jahre nach ihrer Klassifikation alljährlich einer sorgfältigen Besichtigung zu unterziehen und werden im Register so lange als Versuchs- oder Experimentalschiffe mit der Abkürzung »exp.« neben der Klasse bezeichnet, bis hinreichende Erfahrungen über die Zweckmäßigkeit ihrer Bauart erlangt sind. Obwohl der Schiffbauer natürlich oft gern derartige Versuche machen würde, wird er im allgemeinen hierbei bei dem Besteller des Schiffes Widerspruch finden, da der Reeder für ein Schiff mit der Bezeichnung »exp.« natürlich höhere Versicherungsprämien zahlen muß als für ein Schiff ohne dieses Zeichen. Im allgemeinen werden sich daher nur Reeder, die ihre Schiffe in Selbstversicherung haben, zu derartigen Experimenten bereit finden. So wurde beispielsweise der Fortschritt im Schiffbau durch das Bestehen der Vorschriften der Klassifikation bei der Einführung der U-Balken an Stelle einfacher Winkel-Balken gehemmt. Die Gefahr einer derartigen Nichtberücksichtigung technischer Fortschritte hat sich allerdings verringert, da die Vorschriften jetzt in schnellerer Reihenfolge als in früheren Jahren erscheinen und die technischen Fortschritte daher eher berücksichtigt werden können. Sehr interessante Angaben und Schlüsse in dieser Hinsicht lassen sich aus einer Studie des Schiffbauingenieurs Fr. Jappe ziehen, die im »Schiffbau«, Jahrgang 10, Nr. 5, veröffentlicht wurde und in der zwei Schiffe verglichen werden, von denen das eine nach den Vorschriften des »Germanischen Lloyd« von 1906, das andere nach denen von 1908 gebaut und berechnet ist. Zu diesem Zwecke ist das Hauptspant eines normalen großen Frachtdampfers gezeichnet und zwar nach den Vorschriften von 1906 als Spardecker, und nach denen von 1908 als Volldecker mit Freibord. Die dem Artikel beigefügte Tabelle enthält außerdem die entsprechenden Werte des Volldeckers nach den Vorschriften von 1908. Zum Verständnisse sei noch bemerkt, daß Spardeckschiffe Schiffe von etwas leichter Bauart sind als Volldecker. Obwohl bei der Konstruktion des Vergleichsschiffes von 1908 nicht alle technischen Fortschritte verwendet sind, um einen genaueren Vergleich zuzulassen, ergibt sich, daß das Gesamtgewicht des Volldeckers nach den Vorschriften von 1908 noch

um 0,6⁰/₀ kleiner ist als das des Spardeckers nach 1906. Der dem Spardecker entsprechende Volldecker mit Freibord von 1908 ist dagegen insgesamt um 9,6⁰/₀ leichter als dasselbe Schiff nach den Vorschriften von 1906. Diese Gewichtsersparnis, die durch eine bessere Verteilung des Materials erreicht ist, bedeutet eine nicht unwesentliche Kostenersparnis und eine erhebliche Vergrößerung der Ladefähigkeit und steigert die Wirtschaftlichkeit des Betriebes und eines derartigen Schiffes wesentlich. Ähnliche Vorteile lassen sich auch bei den andern neuen Ausgaben der Vorschriften nachweisen, und da sich diese Vorteile aller Wahrscheinlichkeit nach auch schon früher hätten erreichen lassen, wenn nicht der Erbauer der Schiffe und der Reeder durch die bestehenden Vorschriften gehemmt gewesen wäre, so ist wiederholt die Frage aufgetaucht, ob es wirtschaftlich nicht vorteilhafter wäre, den bestehenden Zustand zu ändern, indem man den Werften freie Hand bei dem Entwerfen und der Konstruktion der Schiffe ließe und die Pläne dann nur zur Begutachtung und Prüfung dem »Germanischen Lloyd« oder einer entsprechenden staatlichen Behörde eingereicht würden. Daß die Werften heute hierzu im Stande wären, haben sie bei dem Bau von Kriegsschiffen gezeigt, bei denen derartige Vorschriften naturgemäß nicht existieren, sondern nur vorgeschrieben ist, daß die Beanspruchungen des Materials ein bestimmtes Maß nicht überschreiten. Es macht sich hier die wissenschaftliche Ausbildung, die der heutige Ingenieur auf der Hochschule genießt, bemerkbar.

Nichtsdestoweniger muß man anerkennen, daß im Laufe der Entwicklung des Eisenschiffbaues eine Reihe von Verbesserungen unter tätiger Mithilfe resp. auf Anregung des »Germanischen Lloyd« geschaffen sind. Die wesentlichsten dieser Verbesserungen, die zur Erhöhung der Sicherheit der Schiffe beigetragen und damit die Wirtschaftlichkeit des Schiffahrtsbetriebes erhöht haben, sind folgende:

- Doppelboden,
- wasserdichte Schotten,
- Decksfalten,
- Tiefladelinie,
- Pumpeneinrichtungen,
- Eisverstärkung,
- Feuerlöscheinrichtungen,
- Einführung der Doppelschrauben,
- drahtlose Telegraphie,
- Verbesserung der nautischen Instrumente.

Zum Teil hat der »Germanische Lloyd« die Erteilung der 1. Klasse der Schiffe davon abhängig gemacht, daß diese Einrichtungen getroffen wurden. Zum Teil erhalten die mit bestimmten Einrichtungen versehenen Schiffe in dem Register neben dem Klassenzeichen noch besondere Zusatzzeichen, die über diese Einrichtung dem Versicherer Mitteilung machen.

Für die Klassifikation eiserner und stählerner Schiffe hat der »Germanische Lloyd« als Klassenzeichen den Buchstaben A mit Einschaltung von Ziffern angenommen, welche die Dauer der für dieselben festgestellten Wiederbesichtigungsperioden in Jahren angeben. Dem Klassenzeichen werden Klassennummern (100, 95, 90, 85, 80 usw.) vorangestellt, welche den Grad der Stärke und Zuverlässigkeit bezeichnen. Die Klasse wird demnach wie folgt ausgedrückt:

100 $\frac{\Delta}{4}$, 95 $\frac{\Delta}{4}$, 90 $\frac{\Delta}{4}$, 85 $\frac{\Delta}{3}$, 80 $\frac{\Delta}{3}$, 75 $\frac{\Delta}{2}$, 70 $\frac{\Delta}{2}$.

Die Klasse wird auf vorher nicht begrenzte Zeit erteilt.

Die Schiffe behalten die ihnen erteilte Klasse solange, als sie auf Grund der an ihnen vorzunehmenden Besichtigungen dafür geeignet erscheinen.

Die Dauer der Perioden, in welchen die speziellen Besichtigungen wiederholt werden müssen, wird in der Regel nach dem Grade der Stärke und Zuverlässigkeit der Schiffe bestimmt.

Außer der obigen Klassifizierung der Schiffe nach der Stärke und Dauer der Wiederbesichtigungsperioden erfolgt noch die Klassifizierung nach den Fahrten unter Berücksichtigung der Größe, Bauart und Stärke sowie der Ausrüstung der Schiffe, wie folgt:

1. k = Kleine Küstenfahrt ist die Fahrt längs den Küsten des Festlandes und den Inseln der Nordsee vom Kap Griz Nez bis zum Aggerkanal, einschließlich Fahrten vom Festlande nach Helgoland, im Kattegatt südlich von Frederikshavn und Gothenburg, in den Belten und im Sund, sowie längs den Küsten der Ostsee.

Wenn Schiffen dieser Abteilung nur die Befahrung einer bestimmten Linie gestattet sein soll, so wird dies im Zertifikat und im Register vermerkt. (z. B. Kiel-Korsör, Cuxhaven-Helgoland.)

2. K = Große Küstenfahrt ist die Fahrt zwischen allen Häfen Europas und im Mittelländischen und Schwarzen Meer sowie die Fahrt in überseeischen Gewässern ähnlicher Art.

Wenn Schiffen dieser Abteilung nur die Befahrung eines der genannten Gewässer gestattet sein soll, so wird dies durch Beifügung der betreffenden Fahrt (z. B. Ostsee, Mittelmeer) im Zertifikat und im Register bezeichnet.

3. Atl. = Atlantische Fahrt ist die Fahrt innerhalb des Atlantischen Ozeans und die Fahrt innerhalb des Indischen und Stillen Ozeans. — Schiffe dieser Art müssen mindestens 100 Brutto Register Tons messen. Zulässige Minimalklasse $85\frac{\Delta}{3}$.

4. L = Lange Fahrt ist diejenige Fahrt, welche die für die vorstehenden Fahrten festgesetzten Grenzen überschreitet. Schiffe dieser Art müssen mindestens 200 Brutto-Register-Tons messen. Zulässige Minimalklasse $90\frac{\Delta}{4}$.

Schiffe, deren Bug mit besonderen Verstärkungen für die Fahrt durch Eis versehen sind, erhalten außer dem Fahrzeichen noch die Bezeichnung E.

Schiffe, welche nach den Bauvorschriften des »Germanischen Lloyd« oder nach einem anderen System, welches ihnen erweislich eine genügende Stärke und Solidität gewährleistet, sorgfältig und aus gutem Material gebaut sind, erhalten die Klassennummer 100, bzw. die Klasse $100\frac{\Delta}{4}$.

Schiffe, welche im übrigen wie vorstehend gebaut sind, bei welchen aber die Dicke oder der Gesamtquerschnitt der Beplattung um 5% geringer ist, als die Tabellen vorschreiben, erhalten die Klasse $90\frac{\Delta}{4}$,

wenn derselbe um 10% geringer ist $80\frac{\Delta}{3}$

„ „ „ 15% „ „ $70\frac{\Delta}{2}$.

Für geringere Unterschiede in der Stärke werden die dazwischenliegenden Klassennummern 95, — 85, — 75 erteilt.

Die Verringerung der Plattenstärke muß möglichst gleichmäßig sein.

Schiffe, deren Besteck in anderen Punkten, als hinsichtlich der Dicke der Außenhaut von den Bauvorschriften abweicht, erhalten eine ihrer Stärke entsprechende Klassennummer.

Für Schiffe, welche nach einem bewährten Longitudinal-System oder mit einem durchlaufenden Längsschott oder Mittelträger — für große Doppelschraubenschiffe empfohlen — versehen werden, und bei welchen die Beplattung gehörig versteift ist, genügt zur Erzielung der Klasse $100\frac{\Delta}{4}$ eine je nach der Stärke der Längsspanten oder des Trägers um 5—10% geringere Plattenstärke als in den Tabellen angegeben ist.

Übrigens wird bei Feststellung der Klasse nicht allein auf die Stärke und die mehr oder minder zweckmäßige Anordnung und Zusammensetzung der einzelnen Teile des Schiffes Rücksicht

genommen, sondern auch der Beschaffenheit des zum Bau verwandten Materials (Eisen und Stahl) und der mehr oder minder guten Ausführung der Arbeit Rechnung getragen.

Schiffe, welche während des Baues vom Germanischen Lloyd beaufsichtigt worden sind, werden im Register und Zertifikat durch Voranstellung des Zeichens ✠ ausgezeichnet.

Nach diesen allgemeinen Bestimmungen sei nun näher auf die einzelnen oben erwähnten Bestimmungen und Vorschriften eingegangen, die zur Erhöhung der Sicherheit des Schiffes dienen.

Der Doppelboden hat vor allem den Zweck, bei Grundberührungen des Schiffes ein Eindringen des Wassers in die inneren Schiffsräume zu verhindern; daneben dient er zur Verstärkung des unteren Schiffsteiles, in dem einige der stärksten Spannungen und Beanspruchungen auftreten. Zuerst angewendet wurde er bei dem »Great Eastern«. Heute werden alle größeren Schiffe mit Doppelboden versehen. Da der Doppelboden außerdem in bestimmten Abständen von 15—20 m durch wasserdichte Bodenwrangen in eine Reihe von wasserdichten Abteilungen geteilt werden muß, kann auch immer nur ein Teil desselben voll laufen.

Auf allen Schiffen ist in hinreichender Entfernung vom Vorsteven zur Abschließung der bei Kollisionen gewöhnlich am meisten gefährdeten Teile des Vorschiffes ein dichtes Querschott anzubringen, welches von den Bodenwrangen bis zum obersten durchlaufenden Deck reichen muß. Dampfschiffe sind außerdem an jedem Ende des Maschinen- und Kesselraumes mit mindestens einem Querschott zu versehen, welches in Voll- und Sturmdeckschiffen bis zum Hauptdeck, in allen übrigen Schiffen bis zum obersten durchlaufenden Deck reichen muß. Schraubenschiffe sind überdies noch mit einem Querschott zu versehen, welches den hintersten Teil des Laderaumes, die Pic, bis zum Hauptdeck oder bis zu einer oberhalb der Tiefladelinie gelegenen, und mit der Außenhaut wasserdicht verbundenen Plattform völlig wasserdicht abschließt. Bei Dampfschiffen ist ferner vorgeschrieben, daß, falls die Entfernung zwischen je zwei Querschotten die Länge von 28 m überschreitet, ein weiteres wasserdichtes Querschott anzubringen ist. Bei Segelschiffen wird eine ähnliche Maßregel nur empfohlen, aber nicht vorgeschrieben. Ebenso wird vom »Germanischen Lloyd« bei Passagierdampfern die Anbringung von so viel wasserdichten Schotten, daß die Schiffe noch schwimmfähig bleiben, selbst wenn eine der wasserdichten Abteilungen mit Wasser gefüllt ist, nur empfohlen. Für die Passagierdampfer in außer-

europäischer Fahrt aber setzen hier die Bestimmungen der Seeberufsgenossenschaft ein, die diese Einrichtung vorschreiben. So hat beispielsweise der neue Dampfer »Washington« des Norddeutschen Lloyd 13 wasserdichte Abteilungen, die durch 12 Querschotten von einander getrennt sind.

Im allgemeinen vermeidet man es auch, die Schotten durch Türen und andere Öffnungen zu unterbrechen. Wo dies unbedingt nötig ist, bringt man an diesen Stellen wasserdichte Verschlüsse an, die neuerdings vielfach direkt von der Kommandobrücke aus geschlossen werden können. Zum Teil geschieht dies mittels hydraulischen Antriebs, zum Teil durch elektrische Kraft. Daneben sind dann Kontrollvorrichtungen vorhanden, die auf der Kommandobrücke anzeigen, ob der Verschuß tatsächlich erfolgt ist.

Die oberen freien Decks sind hinsichtlich der starken Zitterbewegungen, die durch die Vibrationen der Schiffsmaschinen auftreten, die exponiertesten Stellen. So hat es sich mehrfach bei Schnelldampfern, z. B. bei den englischen Dampfern »Campania« und »Lucania« als notwendig erwiesen, diese Decks später zu verstärken. Die Durchbiegungen betragen bei einem großen Dampfer, wie dem »George Washington« nach beiden Richtungen hin zusammen bis zu 100 mm. Um diese Biegung und die Beanspruchung der Decks zu vermeiden, hat man neuerdings die oberen Decks in ihren Verbänden unterbrochen. Die Verbindung zwischen den beiden unterbrochenen Deckshälften stellt man dann durch Leder- oder Wellblechstreifen wieder her. Diese Einrichtung hat sich im allgemeinen recht gut bewährt und ermöglicht es, diese Schiffsteile leichter zu konstruieren als bisher.

Wesentlichen Einfluß auf die Sicherheit des Schiffes, aber auch auf die Wirtschaftlichkeit, hat die Bestimmung einer Tiefadelinie für die Schiffe. Es ist klar, daß ein zu tief beladenes Schiff nicht denselben Grad von Seetüchtigkeit besitzt wie ein normal beladenes. Die Tiefadelinie wurde zuerst in England im Jahre 1883 durch eine Verordnung des Board of trade eingeführt. Es ist bei der Verschiedenheit der Schiffe sehr schwierig, eine allgemein gültige Formel für den Tiefgang aufzustellen. Eine jedesmalige Berechnung dagegen ist sehr mühevoll. Auch auf die Rentabilität der Schiffe hat die Festsetzung der Tiefadelinie einen großen Einfluß. Zu berücksichtigen ist ferner, daß die Seefähigkeit eines Schiffes nicht nur von dem Gewichte der Ladung abhängt, sondern auch von der Art ihrer Stauung. Deshalb machte sich auch gegen die Einführung der Tiefadelinie in Deutschland

heftiger Widerstand bemerkbar, besonders da anfangs die Freibordzertifikate, die von der Seeberufsgenossenschaft und dem »Germanischen Lloyd« erteilt wurden, von Seiten Englands nicht anerkannt wurden. Erst nach mehrjährigen Verhandlungen, welche die deutsche Seeberufsgenossenschaft mit den Vertretern des Board of trade und den drei Klassifikationsgesellschaften: »Lloyds Register«, »Bureau Veritas« und »British Corporation« führte, konnte man sich auf übereinstimmende Freibordschriften einigen, die am 1. Januar 1909 in Kraft traten. Obwohl diese neuen Vorschriften eine Verbesserung gegen früher bedeuten, beseitigen sie doch nicht alle Benachteiligungen bestimmter Schiffstypen; daher ist der Konstrukteur vielfach gezwungen, auf diese Vorschriften Rücksicht zu nehmen, um dem von ihm zu erbauenden Fahrzeuge eine genügende Rentabilität zu sichern.

Um beim Vollaufen einzelner Abteilungen des Schiffes das eingedrungene Wasser wieder zu beseitigen, sind die Schiffe mit leistungsfähigen Pumpen ausgestattet. Ein weit verzweigtes Rohrnetz erstreckt sich durch sämtliche Teile des Schiffes und ermöglicht das Angreifen mehrerer oder aller Pumpen an einer bestimmten Stelle. Betrieben werden diese Pumpen durch Dampf oder Elektrizität. Um bei einem Vollaufen des Maschinenraumes selber nicht hilflos dazustehen, verteilt man die Pumpen auf mehrere Räume; vor allem hat man aber auch an hoch gelegenen Stellen des Schiffes Pumpen eingebaut nebst einem Hilfskessel zu ihrem Betriebe, um auch beim Vollaufen mehrerer Abteilungen noch einen Teil der Pumpen zur Verfügung zu haben. Gleichzeitig dienen diese Anlagen als Feuerlöscheinrichtungen. Gegen die Feuergefahr hat man ebenfalls heute auf den Schiffen die weitestgehenden Einrichtungen getroffen. Bei manchen Ladungen, z. B. Kohlen, kann man jedoch Wasser nicht als Löschmittel benutzen, im Gegenteil wird durch die chemische Zersetzung des Wassers in diesem Falle die Gefahr noch erhöht. Man baut daher z. Zt. auf den Schiffen sogenannte Clayton-Apparate ein; diese stellen aus Schwefel Schwefel-Dioxyd-Gas her, das den gefährdeten Räumen zugeführt wird und durch seine chemischen Eigenschaften das Feuer erstickt. Die Anwendung dieses Gases bietet den weiteren Vorzug, daß die Ladung weniger beschädigt wird, als beim Löschen durch Wasser oder Dampf. Außerdem hat man den Apparat mit Erfolg zur Desinfektion verseuchter Schiffsräume, zur Vertilgung von Ratten usw. benutzt. Allerdings ist bei einer derartigen Anlage ein besonderes Rohrnetz erforderlich und es

entstehen durch den Einbau ziemlich erhebliche Kosten. Da die einzelnen Schiffsräume zum Teil schwer zugänglich sind und nur schwer dauernd beaufsichtigt werden können, kommt es häufig vor, daß ein Feuer tagelang unbemerkt bleibt, dann aber beim Durchbruch schon solchen Umfang angenommen hat, daß an ein Löschen nicht mehr zu denken ist. Man baut daher heute auf den Schiffen Feuermelde-Apparate ein, die, sobald die Temperatur in einem Raume über eine bestimmte Höhe steigt, auf der Kommandobrücke ein Signal auslösen und so dem wachhabenden Offizier hiervon Kenntnis geben.

Einen wesentlichen Fortschritt für die Sicherheit der Schiffe brachte auch die Einführung der Doppelschrauben. Bei dem gänzlichen Fehlen der Takelage auf den heutigen Dampfern sind dieselben ausschließlich auf ihre Maschinenkraft angewiesen. Während sich kleine Reparaturen allerdings auf der Fahrt oft mit Bordmitteln und den mitgeführten Reserveteilen ausführen lassen, ist bei Schraubenwellenbrüchen und in ähnlichen Fällen eine Reparatur fast unmöglich. Häufig sind Schiffe, die von einem derartigen Unglück betroffen sind, wochenlang umhergetrieben und schließlich gestrandet oder sonstwie verloren gegangen. Oft kann auch das Schiff durch seine Bewegungsunfähigkeit während der Reparatur in eine gefährliche Lage kommen. Dagegen waren Dampfer, die mit Doppelschrauben ausgestattet waren, stets in der Lage, sich zu helfen und ihr Reiseziel resp. einen Nothafen zu erreichen, indem sie mit der anderen Maschine weiterfuhren. Beispielsweise haben die Schnelldampfer mehrfach Strecken von 2000—3000 Seemeilen mit nur einer Maschine zurückgelegt.

Auch durch die Einführung der drahtlosen Telegraphie wurde die Sicherheit der Schiffe erhöht. Mit ihrer Hilfe konnten Dampfer, die Beschädigungen erlitten hatten, andere Schiffe herbeirufen und so Passagiere und Ladung vor dem Untergang retten; andererseits ermöglicht diese Einrichtung, den Schiffen Nachricht über Wetter, Eisberge usw. vom Lande resp. anderen Schiffen aus mitzuteilen und sie so von den drohenden Gefahren in Kenntnis zu setzen. Auch zur Bestimmung des Schiffsortes hat man die drahtlose Telegraphie verwenden können. Abgesehen von dieser Erhöhung der Sicherheit bietet die drahtlose Telegraphie noch weitere wirtschaftliche Vorteile. Wenn im allgemeinen auch die Fahrten der Schnelldampfer ziemlich regelmäßig sind, so läßt sich die genaue Zeit ihrer Ankunft doch nicht bestimmen, besonders da die Schiffe oft im letzten Augenblick noch durch Nebel oder

andere Hindernisse aufgehalten werden. Da aber die nötigen Schleppdampfer, Leichter usw. bei der Ankunft des Schiffes zur Stelle sein müssen, ergab sich für diese Hilfsschiffe früher oft eine lange Wartezeit. Die mit Funkentelegraphie ausgerüsteten Schiffe können kurz vor ihrer Ankunft nach dem Bestimmungshafen ihre Ankunft melden, sodaß dann erst die Hilfsschiffe in Bereitschaft gesetzt zu werden brauchen, also Zeit, Kohlen usw. gespart werden. Ebenso sind derartig ausgerüstete Schiffe nicht mehr gezwungen, um Nachrichten zu geben oder zu empfangen, die Signalstation direkt anzulaufen, sondern sie können die Nachrichten aus weiter Entfernung empfangen.

Die Sicherheit der Schifffahrt fördern natürlich auch gute nautische Instrumente. Durch wissenschaftliche Forschung und durch periodische Untersuchungen hat man es verstanden, die Abweichungen und Unregelmäßigkeiten, die der Kompaß früher häufig zeigte, zu überwinden. Ebenso ist es gelungen, den Schiffschromometer bedeutend zu verbessern. Zur Verbesserung der früher oft recht unvollständigen Seekarten unterhalten alle größeren Marinen eine Reihe von Vermessungsschiffen, die mit besseren Instrumenten wie früher ausgerüstet sind und die Vermessung schneller und genauer vornehmen können. Genau ausgearbeitete Segelanweisungen unterstützen den Schiffer bei dem Gebrauche der Seekarten.

An Stelle des alten Handlogs, dessen Anwendung umständlich und schwierig war, hat man Logmaschinen eingeführt, die ein häufigeres, ja kontinuierliches Loggen gestatten. Ferner sind die modernen Logs so eingerichtet, daß sie gleichzeitig eine Probe des Meeresgrundes mit heraufbringen. Da sich auch auf den Seekarten entsprechende Vermerke befinden, so kann der Schiffer auch bei unsichtigem Wetter aus diesen Angaben den Standort und die Fahrt des Schiffes bestimmen.

Neben diesen Verbesserungen hat die Vermehrung und Verbesserung der Leuchtfeuer, Leuchtschiffe und sonstiger Seezeichen dazu beigetragen, die Gefahren der Schifffahrt zu vermindern. Neuerdings hat man ein weiteres Mittel zur Erhöhung der Sicherheit eingeführt, die Unterwasserglockensignale. Die mit dieser Einrichtung ausgerüsteten Schiffe erhalten auf jeder Seite unter Wasser ein Mikrophon eingebaut, dessen Hörer sich meistens auf der Kommandobrücke befindet. Ferner sind an einer Reihe von gefährlichen Punkten, meistens in Verbindung mit Feuerschiffen, Unterwasserglocken installiert, die in regelmäßigen Abständen

Signale geben. Mit Hilfe der beiden Mikrophone kann man leicht vom Schiffe aus konstatieren, von welcher Richtung die Töne kommen und daraus berechnen, nach welcher Richtung man das Schiff steuern muß. Ebenso lassen sich mit Hilfe der Mikrophone andere Geräusche, wie z. B. das Arbeiten von Schiffsschrauben anderer Schiffe, feststellen, so daß bei nebeligem Wetter ein rechtzeitiges Auweichen möglich wird.

Ein wichtiger Faktor für die Seefähigkeit und Sicherheit von Schiffen ist die Stabilität der Schiffe. Es ist aber der Begriff der Stabilität nicht so aufzufassen, daß die aufrichtenden Momente der Stabilität so groß sind, daß sie das Fahrzeug gleich heftig wieder in die aufrechte Lage zurückdrehen, sondern man verlangt nur daß das Schiff beim Ueberneigen bis zu einem gewissen Winkel stets das Bestreben hat, in die aufrechte Lage zurückzukehren, und zwar soll diese Bewegung in der Anfangszone der Ueberneigung, wo sie am meisten in die Erscheinung tritt, eine angenehme und sanfte sein. Auf die Art der Stabilität eines Fahrzeuges sind zwei Faktoren von entscheidender Wirkung: die Form des Schiffes und die Verteilung der Gewichte. Gänzlich aufheben kann der Konstrukteur diese Schlingerbewegungen nicht. Zu ihrer Verminderung baut man heute sowohl auf Kriegs- als auf Handelsschiffen Schlingerkiele ein. Es sind dies Flossen, welche in der Längsrichtung des Schiffes, in der Gegend der Kimm, auf etwa $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ der Schiffslänge seitlich angebracht sind und bei Rollbewegungen sich sowohl mit der Ober- wie Unterfläche senkrecht gegen das Wasser anlegen, also eine Stützung des Schiffes an dem umgebenden Wasser herbeiführen. Auf der anderen Seite hat diese Einrichtung, die sicherlich dazu beiträgt, die Seefähigkeit eines Schiffes unter gewissen Verhältnissen nicht unerheblich zu verbessern, den Nachteil, daß sie den Schiffswiderstand vergrößert und dadurch einen Teil der zur Fortbewegung des Schiffes erforderlichen Maschinenstärke absorbiert, also die Kosten des Betriebes steigert. In der Hauptverhandlung der Schiffbau-technischen Gesellschaft im Jahre 1902 hielt Herr Ingenieur Johann Schütte, jetzt Professor an der Technischen Hochschule zu Danzig, einen Vortrag über den Einfluß der Schlingerkiele auf den Widerstand der Schiffe auf Grund von Modellversuchen, die in der Schleppanstalt des Norddeutschen Lloyd in Bremerhaven angestellt waren. Die Schlingerkiele vermehrten den Widerstand bei einem Schnelldampfer um ca. 2,8—5%. Für einen Schnelldampfer von der Größe des »Kronprinz Wilhelm« kosten

daher die Schlingerkiele bei 105 Volldampf Tagen mit 23 Knoten, die Tonne Kohlen mit 14 *M* berechnet, 37000 *M*. Bei einem Frachtdampfer von 13 Knoten, bei dem die Vermehrung des Widerstandes 1,6—1,9% beträgt, bei 200 Volldampf Tagen 3500 *M*. Die Frage, ob Schlingerkiele verwendet werden sollen, kann also nur richtig beurteilt werden, wenn neben ihrer Zweckmäßigkeit auch die Kosten erwogen werden, welche durch ihre Anwendung im Schiffahrtsbetriebe entstehen.

Man hat in neuester Zeit daher eine andere Methode der Verringerung der Schlingerbewegung versucht. Diese Erfindung des Direktors des »Germanischen Lloyd«, Konsul Schlick, benutzt die Eigenschaft eines rotierenden Kreisels, bei äußeren Störungen immer zu versuchen, in die alte Lage zurückzukehren, d. h. seine Drehachse aufzurichten. Bei den Versuchen ergab sich, daß die Schlingerbewegungen von 5—15% bis auf $\frac{1}{2}$ % zurückgingen und dauernd 1% nicht überschritten. Seit den ersten Versuchen im Jahre 1906 ist dieser Kiesel auf einer Reihe von Versuchsschiffen eingebaut worden und hat sich im großen und ganzen bewährt. Seiner allgemeinen Anwendung stellen sich vorläufig die ziemlich erheblichen Betriebskosten entgegen.

Mit der zunehmenden Größe der Maschinenanlagen und der Steigerung der Kolbengeschwindigkeit stellte sich eine Erscheinung heraus, die im hohen Grade geeignet war, die Sicherheit der Schiffe zu gefährden. Die großen Kraftwirkungen, welche durch den Gang der Maschine auf das Fundament und auf den Schiffskörper ausgeübt wurden, verursachten derartige Erschütterungen, daß vielfach Niete absprangen und Leckagen in der Außenhaut eintraten. Da es ausgeschlossen war, wiederum zu kleinen Typen zurückzugehen, so versuchte man die Ursachen dieser Vibration festzustellen. Vor allem war es der Konsul Schlick, welcher durch sorgfältige Messung der Vibrationen auf verschiedenen Schiffen über die Größe der auftretenden freien Kräfte in der Maschine Klarheit brachte. Dies veranlaßte die Schiffsmaschineningenieure eine genaue dynamische Untersuchung der Schiffsmaschinen vorzunehmen, und hierbei ergaben sich dann ohne weiteres eine Reihe von Schlüssen, welche dazu führten, daß nicht unwesentlich verbesserte Maschinenkonstruktionen geschaffen wurden. Die Ausbalancierung der Maschinen, im allgemeinen Schlickscher Massenausgleich genannt, welche früher in einseitiger und unzulänglicher Weise vorgenommen wurde, fand jetzt nach genauen und exakten Berechnungen und Beobachtungen statt, so daß heute bei den

großen Maschinenanlagen kaum noch nennenswerte freie Kräfte auf das Fundament der Anlage wirken. Der Schlicksche Massenausgleich der Maschine hat sich an vielen Stellen bewährt, wenngleich er das Ideal einer modernen Maschine noch nicht zu schaffen vermochte. Jedenfalls aber hat die Forschung dazu geführt, daß man über die gesamten Kraftwirkungen im Maschinenbetriebe mehr Aufklärung gefunden hat und infolgedessen auch besser im Stande ist, diesen Kräften diejenigen Materialstärken entgegen zu setzen, welche geeignet sind, sie sicher aufzunehmen. Es ist ohne Zweifel dadurch eine Erhöhung der Betriebssicherheit herbeigeführt. Abgeschlossen sind die Untersuchungen auf diesem Gebiete freilich noch nicht. Die Vibrationen, die man durch den Schlickschen Massenausgleich zu vermeiden suchte, sind zwar vermindert, bestehen aber nichtsdestoweniger heute noch. Man hat feststellen können, daß dieselben nicht allein von den freien Kräften und Momenten innerhalb der Maschine abhängen, sondern auch noch von andern Faktoren, wie den Torsionsschwingungen der Wellen und den Propellern. Auch auf diesem Gebiete ist man energisch tätig und hat eine Reihe von Verbesserungen getroffen, so daß es möglich war, einige früher häufig auftretende Maschinenhavarien durch geeignete Konstruktionen zu vermeiden. So waren z. B. die Wellenbrüche, welche bei dem Wachsen der Maschinenkräfte immer zahlreicher auftraten, zum Teil auf unzulässige Beanspruchung der Welle zurückzuführen. Die Arbeiten von Frahm und Föttinger haben auch auf diesem Gebiete Klarheit geschaffen, und es gelang durch geeignete Anordnung und Wahl besonders guten Materials, auch diese Gefahren zum großen Teil zu beseitigen. Diese zahlreichen Verbesserungen haben eine starke Verminderung der Schiffsunfälle herbeigeführt, wie die umstehende Tabelle zeigt.

Aus der Tabelle geht hervor, daß die Anzahl der verloren gegangenen Schiffe von 179 im Jahre 1873 auf 75, also weniger als die Hälfte, im Jahre 1905 gesunken ist bei annähernd gleichbleibender Zahl der vorhandenen Seeschiffe. Obwohl sich aber während derselben Zeit der Registergehalt der deutschen Handelsflotte von 999158 ts auf 2352575 ts hob, bleibt die Tonnage der verloren gegangenen Schiffe durch die ganze Zeit annähernd konstant. Berücksichtigt man ferner, daß ca. nur $\frac{1}{4}$ der verloren gegangenen Schiffe Dampfschiffe waren, so geht ohne weiteres hervor, daß die verunglückten Seeschiffe zum großen Teile alte und verhältnismäßig kleine Segler waren, die noch nicht mit den

Die verunglückten (verloren gegangenen) deutschen Seeschiffe.

Jahr	Gesamtzahl der verunglückten Seeschiffe		Darunter				Zahl der		Menschenleben gingen verloren von		Bestand der deutschen Kaufahrtei-Flotte (vergl. Tab. S. 10)		Prozentzahl der verunglückten Seeschiffe	
	Schiffe	Reg. Tons	mit Ladung		Dampfschiffe		Besatzung	Reisen- den usw.	der Besatzung d. Reisen- den usw.	Schiffe	Register- tons.	Schiffe	Reg. Tons.	
			Schiffe	Reg. Tons	Schiffe	Reg. Tons								
1873	179	38 591	155	33 343	11	7 077	1 542	193	300	9	4 527	999 158	3,95	3,86
1878	140	35 763	119	28 894	6	5 946	1 252	224	347	86	4 805	1 117 935	2,91	3,20
1883	171	56 976	149	51 093	15	11 504	1 596	505	480	381	4 376	1 226 650	3,91	4,64
1888	158	51 544	136	42 667	9	4 693	1 367	57	202	17	3 811	1 240 182	4,15	4,16
1893	125	51 117	107	40 320	14	11 353	1 169	31	278	—	3 728	1 511 579	3,35	3,38
1896	86	31 256	77	27 676	9	8 514	794	222	178	214	3 592	1 502 044	2,39	2,08
1897	74	28 037	63	23 875	13	8 304	683	34	194	1	3 678	1 487 577	2,01	1,89
1898	111	34 882	92	30 779	23	14 302	1 003	170	232	5	3 693	1 555 371	3,01	2,24
1899	100	44 044	84	37 671	18	22 397	989	180	220	5	3 713	1 639 522	2,69	2,69
1900	85	44 720	70	35 145	25	15 819	982	91	286	3	3 759	1 737 798	2,26	2,57
1901	82	34 149	72	31 171	28	20 711	898	183	205	13	3 883	1 941 645	2,11	1,76
1902	97	44 827	70	34 756	22	22 227	1 056	91	188	1	3 959	2 093 033	2,45	2,14
1903	88	24 819	70	21 322	21	12 589	733	38	218	—	4 045	2 203 804	2,18	1,13
1904	77	36 379	67	35 123	21	25 250	927	691	165	12	4 156	2 322 045	1,85	1,57
1905	75	38 169	61	35 294	19	24 743	839	25	319	5	4 224	2 352 575	1,78	1,62

vorerwähnten Verbesserungen ausgerüstet waren, und daß man, falls man das Alter der Schiffe bei dieser Statistik berücksichtigte, für die neueren Schiffe zu bedeutend günstigeren Resultaten gelangen würde. Diese gesteigerte Sicherheit macht sich denn auch in einem dauernden Sinken der Versicherungsprämien geltend, das seinerseits wieder die Rentabilität und die Wirtschaftlichkeit des Schiffahrtsbetriebes steigert.

Schlußwort.

Im Vorstehenden sind die wesentlichen Punkte aufgeführt, in denen ein Fortschreiten der Technik eine Erhöhung der Wirtschaftlichkeit brachte. Dieselbe Wirkung hatten natürlich eine Unmasse kleiner technischer Fortschritte und Verbesserungen, die im Vorstehenden nicht alle im einzelnen aufgeführt werden konnten. Daneben sind dann unzählige Konstruktionen erfunden, die nicht zur Ausführung kamen. Sieht man von denen ab, die technisch

nicht ausführbar waren, oder im technischen Sinne keinen Fortschritt versprochen, so bleibt doch noch ein großer Prozentsatz übrig, der ebenfalls keinen Eingang in die Praxis fand. Der wesentliche Fehler der meisten dieser Konstruktionen bestand darin, daß sie nur die technische Seite berücksichtigten, nicht aber die wirtschaftlichen Momente in Betracht zogen und deshalb keinen Erfolg hatten. Freilich, was heute wirtschaftlich unmöglich ist, kann in fünf oder zehn Jahren vielleicht mit Erfolg durchzuführen sein; auch die Volkswirtschaft macht Fortschritte, ändert sich und schafft neue Verhältnisse.

Im richtigen Abwägen der z. Zt. herrschenden Verhältnisse und der Anpassung an die Forderungen, die die Volkswirtschaft stellt, liegt, neben seinen technischen Fähigkeiten, die Tüchtigkeit eines Ingenieurs. Nur der Betrieb wird für sich und die gesamte Volkswirtschaft nutzbringend arbeiten, der neben dem Technischen auch die wirtschaftlichen Momente gebührend berücksichtigt.

Benutzte Literatur.

a) Bücher:

- Leitfaden für den Unterricht in der Maschinenkunde. Berlin 1902. Herausgegeben von der Inspektion des Bildungswesens der Marine.
- Leitfaden für den Unterricht im Schiffbau. Berlin 1902. Herausgegeben von der Inspektion des Bildungswesens der Marine.
- Schwarz, T. und von Halle, E. Die Schiffbauindustrie in Deutschland und im Auslande. Berlin 1902.
- Flamm, O., Schiffbau. Seine Geschichte und seine Entwicklung. Berlin 1907.
- Flamm, O., Was lehrt die Vergangenheit, was fordert die Zukunft vom Deutschen Schiffbau? Leipzig 1907.
- Katalog der Deutschen Schiffbau-Ausstellung.
- Schlick, Otto, Handbuch für den Eisenschiffbau. Leipzig 1902.
- Bach, C., Die Maschinenelemente. Stuttgart 1903.
- Jahrbuch der Reedereien und Schiffswerften. 1903, 1904, 1906. Hamburg, Berlin.
- Rühlmann, M., Allgemeine Maschinenlehre. Bd. V. Berlin 1903.
- Busley, C., Die neueren Schnelldampfer der Handels- und Kriegsmarine. Kiel 1891.
- Himer, K., Die Hamburg-Amerika Linie im sechsten Jahrzehnt ihrer Entwicklung. Berlin 1907.
- Klassifikationsvorschriften. 1891. 1894.
- Voigt, Das deutsche Seeverversicherungsrecht. Jena 1884, 1885, 1887.
- Stabenow, Sammlung der Deutschen Seeschiffahrtsgesetze. Leipzig 1875.

- Jahrbücher der Schiffbau-technischen Gesellschaft. Berlin 1900 u. f. J.
Jahresberichte der Hamburg-Amerika Linie. 1847—1908.
Jahresberichte des Norddeutschen Lloyd. 1857—1906.
Annals of Lloyds Register.
Flamm, O., Sicherheitseinrichtungen der Seeschiffe. Berlin 1904.
Produktions-Statistik der im Verein Deutscher Schiffswerften vereinigten Firmen in den Jahren 1899—1903. Berlin.
Kiesselbach, G. A., Die wirtschafts- und rechtsgeschichtliche Entwicklung der Seeverversicherung in Hamburg. Hamburg 1901.
Haarmann, H. J., Die ökonomische Bedeutung der Technik in der Seeschifffahrt. Leipzig 1908.
Benecke, W., System des See-Assekuranz und Bodmerei-Wesens. Hamburg 1851.
Zwei Briefe von Charles Bal, Geschäftsführer des Veritas Universel, an August Behn in Hamburg. Hamburg 1867.
Paetow, Franz, Die Klassifizierung der Schiffe. Ein Beitrag zu dem Programme eines »Deutschen Lloyd« zur Klassifizierung von Schiffen. Rostock 1864.
Paradis, Libert de, Vortrag über den Bau eiserner Schiffe aus inländischem Material. Wien 1864.
Entwurf von Statuten und Bauvorschriften einer zu errichtenden Deutschen Gesellschaft zur Klassifikation von Schiffen.
Obligatorische Vereinbarung über Bedingungen und Prämien des Vereins Hamburger Assekuradeure.
Lehmann-Felskowski, G., Deutschlands Schiffbau-Industrie. Berlin 1903.
Lehmann-Felskowski, G., Voldampf voraus! — Deutschlands Handelsflotte und Schiffbau. Berlin 1898.
Knitschky, W. E., Die Seegesetzgebung des Deutschen Reiches. Berlin 1902.
Seeunfallversicherungsgesetz vom 30. 6. 1900.
Statistisches Jahrbuch des Deutschen Reiches. Berlin.
Nauticus, Jahrbuch für Deutschlands Seeinteressen. Jahrgang 1900—1908. Berlin.
Johow, Hilfsbuch für den Schiffbau. Berlin 1884.
Steinike, Schiffbau-Kalender. 1903.
Flamm, O., Deutscher Schiffbau. Leipzig 1907.
v. Henk, Zur See. Hamburg o. J.
Arendhold, L., Die historische Entwicklung der Schiffstypen, Kiel 1891.
Laas, W., Änderung der Schiffsvermessung. Hamburg 1907.
Unfallverhütungsvorschriften der Seeberufsgenossenschaft für Dampfer. 1899.
Unfallverhütungsvorschriften der Seeberufsgenossenschaft für Segelschiffe. 1899.
Abgeänderte Unfallverhütungsvorschriften der Seeberufsgenossenschaft für Dampfer. 1903.
Abgeänderte Unfallverhütungsvorschriften der Seeberufsgenossenschaft für Segelschiffe. 1903.
Seeberufsgenossenschaft. Vorschriften über den Freibord für Dampfer und Segelschiffe in der langen und atlantischen Fahrt, sowie in der großen Küstenfahrt. 1903.
Ausführungsbestimmungen zu den Vorschriften über den Freibord für Dampfer und Segelschiffe in der langen und atlantischen Fahrt, sowie in der großen Küstenfahrt. 1903.
Seeberufsgenossenschaft. Vorschriften über wasserdichte Schotte für Passagierdampfer in außereuropäischer Fahrt. Ausgabe 1907.
Revidiertes Statut der Seeberufsgenossenschaft sowie Nebenstatut der Versicherungs-Anstalt.
Verwaltungsberichte der Seeberufsgenossenschaft.

Die Entwicklung der Deutschen Seeinteressen im letzten Jahrzehnt, zusammengestellt im Reichs-Marine-Amt. Berlin 1905.

b) Zeitschriften:

Hansa, Deutsche Nautische Zeitschrift. Hamburg.

Schiffbau, Zeitschrift für die gesamte Industrie auf schiffbautechnischen und verwandten Gebieten. Berlin.

Marine-Rundschau. Berlin.

Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin.

Technische Rundschau. Berlin.

Marine Engineering. London und New-York.

Engineering. London.

S - 96

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000297564