

INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND
DER
SCHIFFFAHRTS-KONGRESSE

XI. Kongress - St.-Petersburg - 1908

II. Abteilung : Seeschifffahrt
2. Mitteilung

Die besten Arten von Seeschiffen

ZUR GÜTERBEFÖRDERUNG
mit Bezug auf Binnenwasserstrassen und Häfen

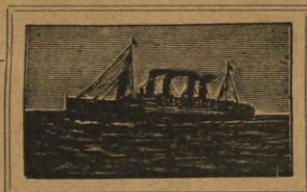
GENERALBERICHT

VON

C. BOKLEVSKY

Ingenieur-Professor

NAVIGARE



NECESSE

BRÜSSEL

BUCHDRUCKEREI DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN (G. S. M. B. H.)

169, rue de Flandre, 169



11-354443

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000317148

3010-3-48/2018

PROGRAMM DES VORTRAGES

Ueber die geeignetsten Typen von Seeschiffen für Waarentransport, in ihrer Beziehung zu den Schifffahrtswegen und Häfen des Binnenlandes.

1. Mannigfaltigkeit und Complicirtheit der Bedingungen, welchen Handelsschiffe zu genügen haben. Unmöglichkeit einer allgemeinen Lösung der Aufgabe in ihrem ganzen Umfange.

2. Allgemeine Forderungen, welche an alle Schiffe gestellt werden, und besondere Bedingungen, denen Handelsschiffe entsprechen müssen.

3. Factoren, welche beim Projectiren die Annahme der Hauptabmessungen beeinflussen. Fluss- und Seeschiffe. Grenzen, bis zu denen es statthaft ist, den Tonnengehalt des Schiffes, entsprechend den localen Bedingungen der Schifffahrt, zu erhöhen.

4. Tragfähigkeit und Raumgehalt der Handelsschiffe. Bedeutung der Geschwindigkeit und des Aktionsradius der Schiffe. Vorzüge der Schiffe grösseren Displacements.

5. Einfluss successiver Aenderungen der Schiffselemente auf die Seetüchtigkeit des Schiffes.

6. Arten der Ladung und ihr Einfluss auf den Bau des Schiffes. Bedeutung des Freibord.

7. Betriebsausgaben. Bedeutung der Segel. Bedeutung des Heizmaterials, seine Wahl mit Rücksicht auf die localen Bedingungen der Schifffahrt.

8. Notwendigkeit, die Dampfmaschinen durch Verbrennungsmotoren zu ersetzen. Beispiele bestehender Schiffe, welche mit solchen Motoren ausgestattet sind. Fluss- und Seeschiffe.

9. Project eines Oceanfahrers für Wahren- und Passagierverkehr mit Dieselmotoren; seine volle Autonomie in Hinsicht des Heizmaterialvorraths und Betriebsersparnisse im Vergleich mit den ersten Schiffen desselben Typus.

10. Schlussfolgerungen.

UEBER DIE BESTEN TYPEN VON SEESCHIFFEN

FÜR

Waarentransport, in ihrer Beziehung zu den Schiffahrtswegen
und Häfen des Binnenlandes.

Die Frage nach den besten Typen von Handelsschiffen erscheint, falls sie nicht durch concrete Bedingungen streng begrenzt wird, ebenso unbestimmt, wie die Beantwortung der Frage nach den besten Typen irgend welcher Hochbauten, wie z. B. von Mietshäusern.

Ein Mietshaus, welches unter gewissen localen Umständen vortheilhaft sein kann, kann unter anderen Umständen ebenso unvortheilhaft (oder gar verlustbringend) sich erweisen. Aehnlich, wenn nicht in höherem Masse, kann ein Handelsschiff, welches sehr vortheilhaft bei gewissen Bedingungen seines Dienstes ist, unter veränderten Verhältnissen sich durchaus unvortheilhaft erweisen.

Die grosse Mannigfaltigkeit, welche sowohl bei Hochbauten gleicher Bestimmung, als auch bei Handelsschiffen zu constatiren ist, beweist genügend klar, dass die Aufgabe, deren Endzweck die Bestimmung der besten Typen dieser oder jener Constructionen, ist keine allgemeine Lösung haben kann.

Trotz dieses allgemeinen Schlusses kann man behaupten, dass jedes Handelsschiff solche Eigenschaften haben muss, welche in höherem oder geringerem Masse durchaus allen Constructionen dieser Art eigenthümlich sind.

Zu diesen Eigenschaften gehören notwendigerweise : Auftrieb, Raumgehalt, Stabilität, Geschwindigkeit, Steuerfähigkeit, Einhaltung des Curses, ruhiges Rollen bei Seegang, endlich genügende Festigkeit und Sicherheit des Schiffskörpers und aller Einrichtungen desselben. Ausser den aufgezählten Eigenschaften haben die Schiffe auch andere von secundärer Bedeutung. Bei der Berechnung des Schiffes müssen alle diese Umstände berücksichtigt und

combinirt werden, dass die directe Bestimmung des Schiffes möglichst erleichtert werde. So z. B. wird für ein Frachtschiff im Allgemeinen die Geschwindigkeit nicht so wichtig sein, wie die Grösse des Rauminhaltes; bei einem Schiff aber, das für den Passagier- und Postverkehr bestimmt ist, spielt der Rauminhalt gegenüber der Geschwindigkeit, der Grundeigenschaft dieses Schiffstypus, eine untergeordnete Rolle.

Ohne daher eine allgemeine Lösung der Frage über die besten Typen von Handelsschiffen zu geben, wollen wir den Zusammenhang der allen Schiffen gemeinsamen Eigenschaften hervorheben, welcher die endgültige Wahl ihrer Elemente beeinflusst.

Aber bevor die einzelnen Elemente der verschiedenen Typen von Handelsschiffen und deren constructiver Zusammenhang behandelt werden, wollen wir einige allgemeine Sätze erwähnen, welche die wirtschaftliche Seite der Frage betreffen. In der That muss jedes Handelsschiff, um möglichst rentabel zu sein :

1. möglichst grossen Rauminhalt und grosse Tragfähigkeit haben;
2. möglichst grosse Schnelligkeit beim Beladen und Entladen besitzen, und
3. möglichst geringe Betriebskosten verursachen.

Offenbar können in demselben Schiffe nicht alle drei Bedingungen in höchster Masse erfüllt sein und folglich wird die Aufgabe ein Schiff zu projectiren jedesmal darauf hinauskommen eine möglichst günstige Combination der drei erwähnten Factoren zu ermitteln.

Ausser den obenangeführten allgemeinen Factoren besteht eine ganze Reihe von speciellen Forderungen, je nach dem Dienstzwecke des Schiffes und den localen Bedingungen seiner künftigen Fahrten. Bei der Schiffsberechnung werden gewöhnlich nicht nur die allgemeinen Bedingungen, sondern auch durchaus die speciellen Forderungen eingehalten, welche dem Schiffsprojecte zu Grunde gelegt werden.

So z. B. kann einem Handelsschiffe, welches auf Turen zwischen bestimmten Häfen angewiesen ist, bei voller Ladung nur ein Tiefgang gegeben werden, welcher dem Hafen entspricht, dessen Einfahrt die geringste Tiefe besitzt.

Daher muss eines der Hauptelemente, von denen die Grösse des Schiffes und sein Ladungsraum abhängen — der Tiefgang (T) — den örtlichen Verhältnissen der Schifffahrt entsprechen.

Was ein anderes Element, welches auf die Abmessungen des Schiffes und seine Seetüchtigkeit von Einfluss ist, die Breite (B) anbelangt, so hängt die Grösse dieses Elementes von localen Verhält-

nissen der Schifffahrt, dem Character der Schiffsladung und theilweise von der Geschwindigkeit des Schiffes ab.

Wenn das Schiff bestimmt ist, seine Fahrten auf begrenzten Gewässern zu machen, auf welchen kein starker Wellengang stattfindet, kann die Breite recht gross angenommen werden; so erreicht z. B. das Verhältnis der Breite B zum Tiefgang T :

Für Canalschiffe $B : T = 14$;

Für Flussschiffe $B : T = 8 - 7$.

Hingegen für Schiffe, welche auf offenen Meeren verkehren, auf denen Seegang stattfindet, darf die Breite, um ein sanftes Rollen beizubehalten, die durch Jahrhunderte lange Praxis ausgearbeiteten Normen nicht überschreiten. Für Seeschiffe beträgt B : T zwischen 3 und 2.

Diese Verhältnisse sind mit grosser Umsicht zu wählen und dabei nicht bloss die geometrische Form, welche an sich die Lage des Deplacements-Schwerpunktes (C) und des Breitenmetacentrums (S) bestimmt, sondern auch die Höhe der Beladung zu berücksichtigen, welche die Lage des Gewichtsschwerpunktes (G) der Höhe nach bestimmt.

Ausserdem ist bei der Wahl der Schiffsbreite auch jener Einfluss zu berücksichtigen, welchen sie auf eine Vergrösserung des Schiffswiderstandes ausüben kann.

Bei Ausübung der Seeschifffahrt kommt es nicht selten vor, dass ein Schiff so beladen wird, dass sein Gewichtsschwerpunkt (G) etwas über das Metacentrum (M) zu liegen kommt und infolge dieses Umstandes das Schiff genötigt ist unter constanter Neigung nach dieser oder jener Seite seine Fahrt zu machen.

Natürlich hat die Breite des berechneten Schiffes, welches seiner Bestimmung gemäss Thore von bestimmten Dimensionen nach einem Hafen, Canal oder Schleuse, oder schmale Einfahrten zu passiren hat, solchen zu entsprechen.

Die Breite des Schiffes wird also bestimmt mit Rücksicht auf :

a. den Tiefgang T und den Umriss des Schiffes (Stabilität der Form);

b. die Höhe der Schiffsbeladung (Stabilität des Gewichtes);

c. die Geschwindigkeit des Schiffes (Schiffswiderstand und Leistungsfähigkeit);

d. locale Verhältnisse des Schifffahrtsweges.

Indem wir zum dritten Element, welches die Grösse des Schiffes beeinflusst, der Länge (L) übergehen, heben wir Folgendes hervor :

Die Länge L hängt hauptsächlich ab von localen Verhältnissen

des Schiffahrtsweges, von der Breite und Tiefe (Höhe H) des Schiffes und von seiner Bauart.

Wenn das Schiff zu Fahrten auf geschlossenen Wasserflächen bestimmt ist, auf denen kein starker Wellengang stattfindet, kann die Länge (L) im Verhältniss zur Tiefe (Höhe H) des Schiffes recht bedeutende Dimensionen erreichen. Ein interessantes Beispiel geben die Tankschiffe welche auf der Wolga verkehren und folgende Dimensionen haben :

$$L = 420 \text{ Fuss; } B = 50 \text{ Fuss; } H = 9 \text{ Fuss.}$$

Die auf der Rhede stationirenden Tankschiffe haben dagegen folgende Abmessungen :

$$L = 320 \text{ Fuss; } B = 42 \text{ Fuss; } H = 11 \text{ Fuss.}$$

Hierbei ist zu bemerken, dass dieselben Schiffe zugleich verhältnissmässig leicht construirt sind, was anscheinend gerade umgekehrt sein müsste.

Beide Constructionsbedingungen der Schiffe erklären sich einerseits durch das Bestreben, die Tragfähigkeit des Schiffes möglichst zu vergrössern, andererseits durch das Vorhandensein von äusserst geringen Tiefen und von Schnellen auf unseren Flüssen. Dieser letztere Umstand rief einen wesentlichen Unterschied im Gewichte des Rumpfes von Flussschiffen, welche bei uns auf der Wolga gebaut werden, gegenüber desjenigen der Flussschiffe in Deutschland hervor. Die Regeln des deutschen Lloyd verlangen beim Bau von Flussschiffen Abmessungen von Blech- und Façoneisen, welche dem Gewichte nach um mehr als 20 % höher sind, als solche die Praxis des Schiffsbauers auf der Wolga ausgearbeitet hat.

Natürlich darf man derartige Grenzverhältnisse der Länge zur Höhe des Schiffes, wie solche von uns eben angeführt worden, nicht für Schiffe annehmen, welche bestimmt sind, auf offener See zu verkehren : diese Schiffe müssen im Vergleich zu ihrer Länge so hoch sein, dass die begegnete Welle von bedeutender Höhe nicht die ruhige Fahrt störe und in den Längsverbänden des Schiffsrumpfes übermässige Beanspruchungen hervorrufen könnte.

In dieser Beziehung ist es für das Schiff am ungünstigsten, wenn die Welle dieselbe Länge wie das Schiff hat und die Höhe $1/15 - 1/20$ der Länge ausmacht.

Es muss also die Höhe des Schiffes nicht weniger als $1/15 - 1/20$

der Länge betragen; anderenfalls wird das Schiff bei seiner Fahrt Störungen ausgesetzt sein und die Längsverbände des Schiffsrumpfes übermässige Beanspruchungen erleiden.

Zum Vergleich führen wir Beispiele zweier Schiffe an, von denen das eine hoch bei einem Verhältniss der Länge (L) zur Höhe (H) = 15, das andere niedrig bei dem Verhältniss der Länge (L) zur Höhe (H) = 47; beide Schiffe seien auf den Scheitel und in das Thal einer Welle gestellt, deren Länge gleich der Länge beider Schiffe, wobei die Höhe $\frac{1}{20}$ beträgt (Fig. 1).

Es muss folglich der Vergrösserung der Länge im Vergleich zur Höhe des Schiffes eine bestimmte Grenze gesetzt werden, welche jedenfalls für Seeschiffe die Zahl 20 nicht übertreffen darf.

Aus allen vorhergehenden Betrachtungen ist zu ersehen, dass die Hauptabmessungen eines Seeschiffes: Länge (L), Breite (B) und Tiefgang (T) eine streng bestimmte Grenze haben, welche in bedeutendem Masse von der geringsten Tiefe des Eingangs in den Hafen abhängig ist, in dessen Register es eingetragen ist und in welchem es bestimmte Ladeoperationen hat.

Daraus folgt, dass diejenigen Handelshäfen, welche tiefe Einfahrten und Hafenbecken besitzen, Handelsschiffe der grössten Abmessungen an sich zu ziehen vermögen (New-York, Antwerpen, Hamburg).

Die derzeitigen Seekolosse wie Lusitania und Mauritania, deren Displacement 38 000 t und mehr beträgt und deren Tiefgang bei voller Ladung 10,2 m (35,5 Fuss) ist, können schon solche Häfen, wie Marseille, nicht mehr besuchen.

Als weiteres drastisches Beispiel kann das Kaspische Meer gelten, in welchem die Tiefe der Einfahrten in die Handelshäfen Schiffe mit grösserem Tiefgang als 14 Fuss nicht zulässt. Gegenwärtig können daher auf dem Kaspischen Meer nur Schiffe mit folgenden maximalen Abmessungen verkehren: L = 400 Fuss, B = 42 Fuss, T = 14 Fuss, H = 20 Fuss und Displacement, D = 5 300 t.

Wenn man bei der Bestimmung der Hauptabmessungen von dem zulässigen Tiefgang des Schiffes ausgeht, muss man doch die, sozusagen, natürlichen Beziehungen der Breite und Tiefe des Schiffes berücksichtigen, welche hauptsächlich mit der Seetüchtigkeit des gegebenen Schiffstypus zusammenhängen.

Bisweilen werden aber auch diese Elemente B und L ebenso gezwungen begrenzt, wie auch der Tiefgang T.

Dieser Zwang wird durch besondere Forderungen hervorgerufen, z. B. wenn das See-, Watt- oder Flussschiff Kanäle oder

Schleusen zu passiren hat. In letzterem Falle ist die äusserste Grenze der Hauptabmessungen des Schiffes — der Länge, Breite und des Tiefgangs — durch die Abmessungen der Schleusen streng begrenzt.

Wenn wir die Handelsschiffe auf ihre Rentabilität untersuchen, müssen wir zwei Factoren hervorheben, welche gewöhnlich berücksichtigt werden müssen : das sind einerseits, Tragfähigkeit und Rauminhalt des Schiffes und andererseits seine Geschwindigkeit.

Wie schon bereits früher erwähnt wurde, haben diese beiden Eigenschaften eine umgekehrte Beziehung zum Displacement : will man möglichst grosse Tragfähigkeit erzielen, so muss dabei die Geschwindigkeit des Schiffes vermindert werden : wird aber dem Schiffe die Erzielung grösserer Geschwindigkeit ermöglicht, so wird dabei seine Ladungsfähigkeit benachtheilt.

In der That kann das Displacement als Kreisdiagramm dargestellt werden, in welchem die das Displacement zusammensetzenden und in % ausgedrückten Gewichte in Form von Sektoren erscheinen.

Als Beispiel nehmen wir zwei Schiffe gleichen Tonnengehalts und gleicher Hauptabmessungen (10 000 t.).

	bei der Geschw.	
	v = 10 Knoten	v = 25 Knoten
Schiffsrumpf (I)	30 %	30 %
Ausstattung (II)	6 »	6 »
Maschinen u. Heizmaterial (III)	8 »	57 »
Ladung (IV)	56 »	7 »
	100 %	100 %

Beim Vergleichen der beiden Diagramme A und B ist leicht zu ersehen, dass bei dem Schiffe geringer Geschwindigkeit (A) die Tragfähigkeit 56 % des Displacements beträgt, während das Schiff mit grosser Geschwindigkeit nur eine Tragfähigkeit von 7 % aufweist.

Uebrigens ist auf das allgemein bekannte Factum hinzuweisen, dass bei Vergrösserung des Displacements eines Schiffes die Grösse der Kraft, welche zu dessen Bewegung mit derselben Geschwindigkeit pro Tonne erforderlich ist, im Allgemeinen abnimmt. Daher erreicht für ein solches Schiff, wie z. B. die Mauritania, bei einer Fahrtgeschwindigkeit von 25 Knoten, die Tragfähigkeit des Schiffes

32 % des Displacements (I — 30 %, II — 4 %, III — 34 %, IV — 32 % (C).

Daher muss bei der Zugrundelegung des Projectes des Schiffes sein Dienstzweck vollkommen klargestellt sein, und erst dann darf seine Geschwindigkeit nachgewiesen werden.

Wenn z. B. man ein Schiff für den Transport von Kohlen zu berechnen hätte, so würde natürlich die Frage gestellt werden, ob es denn vortheilhaft wäre, solch einem Schiffe eine grosse Geschwindigkeit zu geben.

In der That finden wir aus dem Diagramm (Fig. 6), dass beim Uebergang von 10 Knoten Geschwindigkeit auf 12 Knoten die indicirte Kraft fast um 80 % erhöht wird, zugleich aber auch in demselben Verhältniss der Verbrauch an Heizmaterial steigt.

Daher ist es ökonomischer, die Geschwindigkeit von 10 Knoten beizubehalten, da hierbei nicht nur die Tragfähigkeit vergrössert wird, sondern auch eine Verminderung der Betriebskosten erzielt wird.

Ganz anders muss es sich verhalten bei der Berechnung eines Schiffes, welches ein bestimmten Post- und Passagierverkehr zu unterhalten hat : offenbar haben hierbei die geringere Tragfähigkeit und grössere Ausgaben, welche die Erhöhung der Geschwindigkeit mit sich bringt, nicht so viel zu bedeuten, wie bei der Berechnung des Kohlenschiffes.

Bei Erörterung der Bedeutung, welche die Fahrtgeschwindigkeit für Handelsschiffe hat, und des von dieser abhängigen Gewichts der Maschinen und des Heizmaterials, ist noch ein nicht weniger wichtiger Factor zu beachten, welcher auf die Ladungsfähigkeit von Einfluss ist, d. i. der Actionsradius des Schiffes bei normalem Vorrath an Heizmaterial.

In dem Falle, wenn das Handelsschiff bestimmt ist zwischen Häfen zu verkehren, welche nicht weit von einander entfernt sind und dabei Lager von Heizmaterial enthalten, kann seine Ladungsfähigkeit bedeutend erhöht werden. In dem Falle, wenn die vom Schiff aufgesuchten Häfen in bedeutender Entfernung von einander liegen oder kein Heizmaterial auf Lager haben, nimmt die Ladungsfähigkeit ab.

Wir nehmen nun an, dass die Fragen über Tragfähigkeit, Fahrtgeschwindigkeit und Aktionsradius seien vollkommen aufgeklärt und sogar das Displacement sei durch eine Zahl festgestellt. Es ist interessant zu wissen, in welchem Masse sich die auf Seetüchtigkeit beziehenden Eigenschaften des Schiffes verändern bei relativen

Veränderungen der Hauptabmessungen, der Länge, Breite und dem Tiefgange.

Die Aenderung der Länge kann hauptsächlich den Gang des Schiffes beeinflussen : je grösser das Verhältniss der Länge zur Breite ist, desto grösser wird bei derselben indicirten Kraft die Geschwindigkeit sein. Dieser Satz kann auch noch anders ausgesprochen werden : von zwei Schiffen gleichen Displacements wird das längere eine geringere indicirte Kraft entwickeln, um gleiche Geschwindigkeit zu erzielen. Aus dem beiliegenden Diagramm (Fig. 2) ersieht man die Aenderungen der indicirten Kraft im Zusammenhang mit der Aenderung des Verhältnisses der Länge zur Breite.

Aber bei Verminderung der Breite des Schiffes zum Ersatz für seine Verlängerung läuft man Gefahr ein wenigstabiles Schiff zu erhalten.

Aus dem Diagramm (Fig. 3) ist ersichtlich, wie die Metacenterhöhen und folglich auch die Anfangsstabilität mit der Verminderung der Breite abnimmt. Daher darf man bei Annahme des Verhältnisses von Länge zur Breite gewisse Grenzen, deren wir oben erwähnt haben, nicht überschreiten, unter Voraussetzung desselben Völligkeitsgrades der Ladewasserlinie und derselben Höhenlage des Gewichtschwerpunktes des Schiffes.

Bei Betrachtung des Einflusses der Breite auf die absoluten Grössen der Höhen des Breitenmetacentrums muss notwendig auch die Höhenlage des Verdrängungsschwerpunktes berücksichtigt werden : je grösser der Tiefgang des Schiffes bei demselben Völligkeitsgrade der Verdrängung desto tiefer liegt dieser Punkt.

Dieser letztere Umstand muss einen sehr grossen Einfluss auf die Lage des Anfangsmetacentrums, anders gesagt, auf die Anfangsstabilität ausüben. Folglich ist es auch in diesem Falle nothwendig, die praktisch aufgestellten Normen nicht zu überschreiten.

Aus dem beiliegenden Diagramm (Fig. 4) kann man deutlich den Einfluss der Aenderung der Tiefe auf die Anfangsstabilität ersehen.

Wenn wir bei Veränderung der Hauptabmessungen — der Länge, Breite und dem Tiefgange — die Absicht hätten, zugleich die Völligkeitsgrade zu ändern, wie das öfters in der Praxis geschieht, so würde es sehr schwer sein, ihren Gesamteinfluss auf die Seetüchtigkeit des Schiffes genau festzustellen. Um daher nur den Einfluss der Völligkeitsgrade aufzuklären, ist es sehr bequem,

die Hauptabmessungen — Länge, Breite und Tiefgang — constant anzunehmen und die Völligkeitsgrade folgerecht zu ändern.

Mit der Aenderung des Völligkeitsgrads der Verdrängung ändert sich auch die Grösse des Deplacements, was eine Veränderung der Fahrtgeschwindigkeit und der Tragfähigkeit nach sich zieht.

Bei Aenderung des Völligkeitsgrads (α) der Ladewasserlinie, bei unveränderter Grösse des Deplacements, finden zwei Vorgänge statt :

1. ändert sich die Höhenlage des Gewichtscentrums (Z_0);
2. ändert sich die absolute Grösse des kleinen metacentrischen Halbmessers (ζ) da das Trägheitsmoment der Ladungsfläche sich ändert.

Als directe Folge der Aenderung des Coefficienten (α) der Völligkeit der Ladungswasserlinie ist auch der Coefficient der verticalen Völligkeit anzusehen : bei constantem Deplacement wird je voller α , desto kleiner δ'' sein, und umgekehrt.

Bei Vergrösserung von α und Verminderung von δ'' steigt erstens das Gewichtscentrum (Z_0 nimmt ab), zweitens nimmt die Grösse ζ bedeutend zu (Fig. 7) :

Alle obenangeführten Beispiele weisen mit genügender Klarheit darauf hin, dass bei der Wahl der Elemente des zu be rechnenden Schiffes es notwendig ist, sich an jene Grundforderungen zu halten, welche an das Schiff gestellt werden, und wenn dieses ein gewöhnliches, genügend seetüchtiges Schiff ist, so besteht zwischen den Coefficienten seines ins Wasser getauchten Theiles folgender Zusammenhang, der vom sel. W. Normann angegeben ist :

$$\delta = \gamma \cdot \alpha \cdot \beta \quad (1)$$

Wenn wir nun zur Frage über die Art der transportirten Güter und den Character der Ladung übergehen, so haben wir die Erscheinung zu constatiren, dass für Schiffe, welche bestimmt sind, das gleiche Gewichtquantum schwerer Ladung, wie Erz, Metalle, Stein, Getreide u. a. zu transportiren, man im Allgemeinen danach streben muss, die Hauptdimensionen des unter Wasser befindlichen Theiles des Schiffes (L und B) möglichst kleiner zu erhalten, als für leicht-

(1) Die gebräuchlichen Werthe der Coefficienten sind folgende :

TYPEN	α	β	δ	γ
Seetransportschiff . .	0,82—0,87	0,90—0,96	0,65—0,80	0,880—0,958
Seepostschiff	0,78—0,81	0,89—0,93	0,58—0,63	0,821—0,836
Schneller Küstenfahrer	0,71—0,75	0,71—0,97	0,57—0,61	0,882—0,840

tere Waaren, wie z. B. Baumwolle, Seide und gemischte Ladungen. Der Grund dazu besteht in der Notwendigkeit, den über Wasser befindlichen Theil des Schiffes genügend hoch zu erhalten.

Sehr interessant ist es, die Zahlenwerthe für die transportirten Güter mit einander zu vergleichen :

Benennung	Anzahl von Cubikfuss pro t.
Schiefer	13
Ziegel	22
Naphta	35
Steinkohle	45
Roggen	47
Gerste	50
Hafer	68
Gascokes	94
Baumwolle, amerik.	100
Thee in Kisten	111
Seide in Ballen	128
Weiche Holzkohle	276

Bei leichten Gütern, welche zu ihrer Verladung bedeutenden Raum beanspruchen, muss man gewöhnlich nicht nur alle Ladungsräume benutzen, welche unter GWL liegen, sondern auch solche Laderäume, die sich oberhalb GWL befinden; daher ist der über Wasser befindliche Theil nicht nur für die Seetüchtigkeit des Schiffes, sondern auch zum Unterbringen der Güter erforderlich. Dagegen braucht man bei schweren Gütern, welche nur geringen Raum einnehmen, nur die unteren Theile der Ladungsräume zu benutzen; der über Wasser befindliche Theil ist dann nur für die Seetüchtigkeit erforderlich. Daher haben z. B. Schiffe, welche für Getreidetransport bestimmt sind, ihren über Wasser befindlichen Theil in Form von « Turret-deck », was man bei einem Schiff für gemischte Ladung nicht anwenden könnte, und desto weniger bei solchem für leichte Güter. Bei leichten Gütern, welche über Wasser befindliche Theile des Schiffes einnehmen, hat man es mit einem erhöhten Schwerpunkte zu thun, daher muss man beim Berechnen des Schiffes seine Breite und die Fläche GWL vergrössern, um eine grössere Stabilität zu erzielen.

In geradezu entgegengesetzten Verhältnissen befinden sich Schiffe, welche für den Transport schwerer Güter bestimmt sind; da bei ihnen der Schwerpunkt sehr niedrig liegt, so muss man zur

Erzielung grösserer Seetüchtigkeit (Verminderung des stossweisen Rollens) die Breite des Schiffes und den Völligkeitsgrad der geladenen Wasserlinie vermindern.

Der Character des unter Wasser befindlichen Theiles der Schiffe, welche für den Transport leichter Güter bestimmt sind, unterscheidet sich daher wesentlich von dem der Schiffe, welche schwere Güter transportiren. (Fig. 8 u. 9.)

Auf der Fig. 10 sind vorgeführt Diagramme der Stabilität zweier solcher Schiffe, die bei gleichem Displacement von verschiedener Construction sind.

Die Grösse des Freibordes der Handelsschiffe wird gewöhnlich nach Regeln der Versicherungsgesellschaften, des Board of Trade, der Seeberufsgenossenschaft u. a. entsprechend den Hauptabmessungen und des Völligkeitsgrads des Schiffes bestimmt. Diese Näherungsmethoden zur Bestimmung des Freibordes müssen durchaus in genügender Weise den Bedingungen der Seetüchtigkeit auf welche oben hingewiesen worden ist, entsprechen. Die Herstellung von Aufbauten im Vorder- und Achterschiffe wird durch die Forderungen möglichster Seetüchtigkeit hervorgerufen. Wenn man die zwei am meisten kritischen Lagen des Schiffes im Scheitel und Thal der Welle betrachtet, so ersieht man, dass diese Aufbauten (besonders im Vorder- und Achterschiffe) sehr nützlich erscheinen (Fig. I).

Derselbe Umstand veranlasst auch die Bordlinie der Länge nach etwas zu krümmen: infolgedessen, dass Vorderschiff und Achter im Vergleich zur Mitte etwas gehoben werden, vergrössern sich die Volumina ihrer über Wasser liegenden Theile und folglich nimmt die Schwimmfähigkeit des Schiffes zu.

Ganz anders verhält es sich mit Küstenfahrern, sowie Fluss- und Wattschiffen. Bei diesen ist eine sonderliche Erhöhung des Freibordes nicht erforderlich, da diese Schiffe keinen bedeutenden Wellengang zu begegnen haben.

Aus den oben gemachten Angaben über Handelsschiffe war ersichtlich, dass bei Vergrösserung der Geschwindigkeit die Ladungsfähigkeit der Schiffe abnimmt, und zugleich der Verbrauch an Heizmaterial steigt.

Dazu ist zu bemerken, dass bei Verstärkung der Maschinenleistung die Kosten der Bedienung steigen, zugleich auch die Ausgaben für Schmiermaterial, Reparatur u. s. w. grösser werden.

Kurz, die Betriebskosten für ein Schiff, welches bedeutende

Geschwindigkeit hat, sind bedeutend grösser als die Kosten für ein langsames Schiff desselben Tonnengehalts.

Daher können schnellfahrende Schiffe nur dann mit Vortheil verwandt werden, wenn die transportirten Güter mit hohen Frachten belegt werden dürfen. Meistens gehören hierher Post- u. Passagierdampfer, die fahrplanmässig fahren, und Dampfer für den Transport leicht verderbender Waaren.

Alle Güter von relativ unbedeutenden Werthe werden am vortheilhaftesten in Schiffen von geringer Geschwindigkeit transportirt, deren Betriebsausgaben nicht gross sind; folglich sind auch deren Frachten nicht hoch.

Aber im Allgemeinen machen unter den Betriebskosten der Dampfer, abgesehen davon, ob das Schiff grosse oder geringe Geschwindigkeit besitzt, die Ausgaben für Heizmaterial den grössten Theil aus.

Daher ist es in allen Fällen, wenn die transportirte Ladung nicht zu einem genau festgesetzten Termin zugestellt zu werden braucht, und wenn diese Ladung auf grosse Entfernung transportirt werden muss, vortheilhaft, Segelschiffe mit Hilfsmotoren zu gebrauchen, die bei der Einfahrt in den Hafen, bei Windstille u. s. w. Anwendung finden.

In den letzten Jahren sind in dieser Hinsicht vom Schiffsbau grosse Fortschritte gemacht worden, da der Character der Segel im Vergleich mit deren früheren Anwendungen sich durchaus verändert hat. Besonders ökonomisch können unter ihnen die mehrmastigen Gaffelschooner gelten, welche die Möglichkeit geben eine, bedeutende Segelfläche zu erhalten, bei äusserer Einfachheit derselben und geringer Zahl der Mannschaft. Als Beispiel führen wir die Hauptelemente eines derartigen Schooners an

$L = 112$ m, $B = 15,24$ m, $H = 10,5$ m, $T = 8,57$ m, $D = 10\ 000$ t.
Tragfähigkeit = 7 500 t, Segelfläche $S^r = 3\ 770$ qm (Fig. II).

Ausserdem werden jetzt auf vielen Seglern gewöhnlich Benzin, Kerosin- und Naphtamotoren zur Aushilfe aufgestellt.

Aus diesen Daten ist leicht zu ersehen, dass in Hinsicht der Tragfähigkeit und des Rauminhaltes die Segelschiffe unzweifelhafte Vorzüge den Dampfschiffen gegenüber haben.

Dessen ungeachtet müssen die transportirten Güter meistens zu bestimmten Terminen zugestellt werden; ausserdem kann auch der Schiffahrtsweg zur Benutzung der Segelschiffe wenig geeignet sein.

Als natürliche Folge dieses Umstandes ergibt sich, wie bekannt, eine immer grössere Entwicklung der Dampferflotte, trotz der

bedeutenden Ausgaben, welche durch den Verbrauch von Heizmaterial für die Dampfkessel hervorgerufen werden.

Die ungeheuren Fortschritte, welche der Dampfmaschinenbau während der letzten 20 Jahre zu verzeichnen hat, ergeben die Möglichkeit, das Gewicht der Maschinen und Kessel mit Wasser auf 23 kg und weniger pro indicirte Pferdekraft zu reduciren. Mit dem Aufkommen von Dampfturbinen ist es möglich geworden, dieses Gewicht noch weiter (bis zu 15 kg) zu reduzieren; trotzdem aber bleibt der Verbrauch an Heizmaterial, welcher bei den besten Maschinen im Mittel 0,8 kg Kohle pro indicirte Kraft beträgt, noch immer so bedeutend, dass es durchaus notwendiger scheint, Mittel aufzusuchen, um diesen Verbrauch möglichst zu vermindern.

Als natürliche Aushilfe erscheint unter diesen Umständen der Ersatz der Dampfmaschinen durch Motoren mit innerer Verbrennung des Heizmaterials, welche sehr grosse Ersparniss im Betrieb der Schiffe ergiebt.

Gegenwärtig werden derartige Motoren nur auf kleinen Schiffen verwendet und sind auf grösseren Schiffen bisher fast gar nicht zur Aufstellung gekommen. Als Hauptgrund dazu sind die grossen Kosten des bisher für genannte Motoren verwendeten Brennmaterials anzusehen.

In der That verlangen die gewöhnlich auf grossen Schiffen verwendeten Dampfmaschinen dreifacher Expansion, wie früher erwähnt worden, einen Heizmaterialverbrauch von im Mittel nicht weniger als 0,8 kg pro IHP und wenn man das Verhältnis der indicirten Leistung zur effectiven = 1,25 annimmt, so ergiebt sich der Verbrauch zu etwa 1,00 kg pro effective Pferdestärke. Bei dem Preise einer Tonne Kohle von 9 bis 11 Rubel kommt die effective Pferdestärke auf 0,9 bis 1,1 Cop. zu stehen.

Daher können Motoren mit innerer Verbrennung des Heizmaterials nur dann die Dampfmaschinen ersetzen, wenn unter sonst vollkommen gleichen Bedingungen das für die Motoren verwendete Brennmaterial, ausser Ausnahmefällen, weniger kostet, als solches für Dampfmaschinen.

Wenn man überhaupt im Princip auf Schiffen die Verwendung von Motoren mit innerer Verbrennung des Heizmaterials zulässt, so bleibt die Wahl zwischen Motoren mit Gasgeneratoren und solchen, welche mit flüssigem Heizmaterial arbeiten. Daher muss man vor Allem die Kosten des verbrauchten Brennmaterials berücksichtigen.

Ein Gasmotor von grosser Leistungsfähigkeit verbraucht nicht weniger als 450 gr. Antracit oder Cokes pro effective Pferdestärke,

während der Dieselmotor von gleicher Leistung auf die gleiche effective Pferdestärke 180 gr Rohnaphta verbraucht. Daraus folgt, dass die Ausgabe für Heizmaterial noch in dem Falle gleich sein werden, wenn 1 t flüssiges Heizmaterial mit Zustellung aufs Schiff 2 1/2 mal theurer, als 1 t Antracit oder Cokes sein wird.

Die Verwendung von Motoren, welche mit flüssigem Heizmaterial arbeiten, hat im Vergleich mit den Gasgeneratoren bedeutende Vorzüge, deren wichtigste sind :

1. Bei gleichem Actionsradius des Schiffes ist das Gewicht des erforderlichen Heizmaterialvorraths 2 1/2 mal kleiner, und bei gleichem Gewicht des Heizmaterials der Actionsradius des Schiffes 2 1/2 mal so gross :

2. Das flüssige Heizmaterial lässt sich bequem in Schiffsräume unterbringen, welche sonst unbenutzt bleiben, wie z. B. in die Bodenzwischenräume, die Abschnitte am Vorder- und am Hinterschiffe u. dgl., was wiederum die Möglichkeit ergibt für die Ladung diejenigen Räume anzuweisen, in welchen man gewöhnlich das feste Heizmaterial unterbringt;

3. Hiermit werden die Gasgeneratoren, welche im Allgemeinen als eine Abänderung der Dampfmaschinen erscheinen, sowie auch alle sonst zu deren Betriebe erforderlichen Einrichtungen (Dampfentwickler, Ventilatoren, Gasreinigungsapparate u. a.) entbehrlich; ausserdem erspart man die Unkosten ihrer Unterhaltung, als auch das Gewicht dieser Apparate und den von ihnen eingenommenen Raum;

4. Es werden die Heizer und die mit deren Unterhalt verbundenen Ausgaben erspart.

Auf Schiffen Gasmotoren zu verwenden ist, vielleicht ökonomischer, als die Anwendung von Dampfmaschinen und bietet sicherlich im Vergleich mit den letzteren gewisse andere Vortheile; es ist aber offenbar, dass eine durchgreifende Veränderung im Schiffbauwesen und überhaupt in der ganzen Organisation der Schifffahrt nur dann sich verwirklichen wird, wenn jeglicher Art Dampfkessel (und darunter auch die Gasgeneratoren) aus dem Gebrauch kommen werden.

Wie oben erwähnt worden, verbraucht gegenwärtig der Dieselmotor bei einer Leistung von 100 und mehr Pferdestärken in der Stunde pro effective Pferdestärke 180 bis 185 gr. Rohnaphta, deren Heizkraft annähernd 10 000 Calorien beträgt. Daraus folgt, dass solange 185 gr. Rohnaphta nicht mehr als 0,9 bis 1,1 Cop. kosten, d. i. 44 Rbl. bis 54 Rbl. 50 Cop. pro t. oder 71 bis 88 Cop. pro

Pud, der Dieselmotor mit Vortheil die Dampfmaschine ersetzen kann; indessen erreicht der Preis der Rohnaphta in der Form, wie sie aus der Erde gewonnen wird und nach einfacher Filtration zum Speisen der Motoren verwandt wird, sogar unter den gegenwärtigen, ungünstigen Conjunctionen, in den meisten Fällen nicht einmal die Hälfte der obenangeführten Zahlen.

Aus dem Vorhergehenden folgt vollkommen klar, dass die Dieselmotoren bei ihrer Verwendung zum Antrieb der Schiffe die Ausgaben für Heizmaterial im Vergleich mit gewöhnlichen Dampfmaschinen mindestens auf die Hälfte reduzieren werden.

Ausser bedeutender Verminderung der Ausgaben für Heizmaterial und Vergrößerung des Actionsradius der Schiffe, welche Gründe an sich genügend wären in der Organisation der Wassertransports durchgreifende Aenderungen hervorzurufen, weist die Anwendung von Dieselmotoren auch noch andere wichtige Vorzüge ökonomischer Art auf, welche wir später untersuchen wollen.

Die Lösung der uns interessirenden Aufgabe erschwerten bisher verschiedene Hindernisse technischen Characters, und zwar :

1. Die Industrie beschäftigte sich nicht mit der Herstellung von Wärmemotoren, deren Leistung zum Antrieb grosser Schiffe genügen würde;

2. Alle diese Motoren drehen sich nur in einer Richtung und haben einen schwer zu regulirenden Gang.

Gegenwärtig ist das erste Hinderniss wenigstens in bedeutendem Masse beseitigt: « die Vereinigte Maschinenfabrik Augsburg und Maschinenbaugesellschaft Nürnberg A. G. » in Augsburg ist in der That im Stande 4 cylindrige Dieselmotoren zu bauen, was, zu 250 EHP pro Cylinder, also 1000 EHP auf den ganzen Motor ausmacht.

Mithin kann man z. B. bei einem Schiffe mit 3 Schrauben, bei Annahme eines selbständigen Motors für jede Schraube eine Gesamtleistung von 3 000 EHP oder fast 3 500 IHP erhalten.

Aus dem unten angeführten, von uns ausgearbeiteten, Projecte eines Schiffes von 10 770 t wird vollkommen klar, dass eine derartige Leistung in der Mehrzahl der Fälle sich genügend erweist.

Man kann indessen die bewegende Kraft verdoppeln, wenn für jede Schraube zwei Motoren aufgestellt werden. Auf diese Weise können 7 000 IHP erhalten werden. Macht man aber die Motoren sechscylindrisch, so kann schon jetzt die allgemeine Leistung der Maschinen auf mehr als 10 000 IHP gebracht werden.

Was den Dieselmotor selbst anbetrifft, so glauben wir, dass seine

Verbesserung hauptsächlich durch Patente gehindert werden wird. Die Erbauer dieses Motors, und speciell die besten derselben, liessen sich fast einzig durch commercielle Kombinationen leiten, wozu sie übrigens durch die Giltigkeitsdauer der Patente gezwungen wurden.

Die practische Verwirklichung dieses Motors kostete viel Geld und des Vortheils wegen musste man sich auf die Herstellung billiger, leicht verkäuflicher Motoren beschränken. Unter solchen Verhältnissen musste man beim Viertaktmotor einfacher Wirkung stehen bleiben. Diese Lage der Dinge wird offenbar mit dem, wenigstens für Deutschland nahen, Ablauf der Patente Diesels sich ändern.

Wir betonen indessen den Umstand, dass auch ohne die Notwendigkeit neuer Untersuchungen und ohne Construction neuer Typen von Maschinen gute Constructeure der Dieselmotoren auch jetzt schon im Stande sind Maschinen herzustellen, welche für die bei Weitem grösste Anzahl von Schiffen Genügendes leisten. Ausserdem hat Diesels Construction als Schiffsmotor schon auf mehreren Handels- und Kriegsschiffen (letztere im Bau) practische Anwendung gefunden.

Die Motoren Diesel, wie sie jetzt gebaut werden, und überhaupt alle analogen durch Wärme wirkenden Maschinen können deshalb nicht unmittelbar zur Bewegung der Schiffe dienen, weil sie nur in einer Richtung sich drehen und sich schwer reguliren lassen. Für kleine Schiffe ist dieses Hindernis bereits längst beseitigt : hierbei lässt man den Motor mit fast constanter Geschwindigkeit sich in ein und derselben Richtung drehen, verändert aber die Drehwirkung der Schraube, zu welchem Zweck entweder dieselbe verstellbare Flügel erhält, oder es wird zwischen dem Motor und der Schraubenwelle eine verstellbare Kupplung zur Umdrehung der Richtung eingeschaltet. Wir halten es für überflüssig, darauf hinzuweisen, dass alle diese Hilfsmittel bei einigermaßen bedeutenden Maschinenleistungen sich sehr unbequem erweisen, und die Motoren praktisch unverwendbar machen. Wenn es sich um grosse Schiffe handelt, muss also die Aufgabe in anderer Weise gelöst werden. Da, wie bekannt, die mechanische Transmission (Scheiben, Zahnräder, Ketten, Kiemen- u. s. w.) bei grossen Leistungen praktisch unanwendbar ist, so muss man zur electricischen Transmission greifen.

Wenn man auf der Welle des Motors ein Dynamo und auf der Schraubenwelle einen Electromotor aufstellt, so wird dem letz-

terem von dem Dynamo gelieferte Strom die Möglichkeit gegeben, die Welle nach beiden Richtungen mit der gewünschten Geschwindigkeit rotiren zu lassen, ohne dabei die Geschwindigkeit der treibenden Maschine zu ändern. Die electriche Transmission erscheint als die vollkommenste und folglich lässt sie, wenigstens vom theoretischen Standpuncte aus, nichts Besseres wünschen.

Hier muss man aber bemerken, dass die Anwendung der beständigen electriche Transmission trotz ihres grossen Werthes auch Misstände aufweist, unter denen als wichtigste anzuführen sind :

- a. ein Mehrgewicht der ganzen Aufstellung;
- b. grösserer Verbrauch an Brennmaterial, welcher wenigstens um 15 % zunimmt.

Offenbar wäre es viel besser, wenn man ein solches System hätte, welches, im Besitze aller günstigen Eigenschaften der electriche Transmission, zu gleicher Zeit deren erwähnte Nachtheile nicht hätte. Ein solches System ist von dem Ingenieur Electricer Del-Proposto erfunden und patentirt. Seine Einrichtung ist, wie wir aus der Beschreibung gleich sehen werden, durchaus nicht complicirt. (Fig. 12.)

Auf der Welle des Motors A, welcher in einer Richtung rotirt, befindet sich ein Dynamo B, während auf der Schraubenwelle E, welche in der Verlängerung der Welle A liegt, ein Electromotor C aufgestellt wird. Die normale Leistung von B und C ist ungefähr gleich der Hälfte deren von A. Zwischen B und C befindet sich eine electromagnetische oder mechanische Kupplung M, welche es ermöglicht, die beiden Wellen nach Wunsch zu kuppeln oder zu lösen.

Die Wirkung dieses Systems ist klar : bei der Manövrirung des Schiffes d. h. wenn die Schraube mit variabler Geschwindigkeit arbeiten muss, wird M gelöst und das System arbeitet, wie eine beständige electriche Transmission. Wenn das Schiff mit seiner normalen Geschwindigkeit vorwärts zu gehen hat, was seine directe Aufgabe während der Fahrt ist, bringt man die Geschwindigkeit von E (mit Hilfe electriche Transmission) etwa bis zu dem Werthe der Geschwindigkeit von A, hierauf wird M gekuppelt und jede electriche Verbindung zwischen B und C aufgehoben. Unter diesen Bedingungen rotiren die Anker B und C wie einfache mechanische Massen, als Schwunräder, ohne Strom und der Motor A treibt direct die Schraubenwelle B. Es ist leicht ersichtlich, dass das System B C M wie eine Verbindung arbeitet, welche eine Regulirung und Umkehrung der Bewegungsrichtung zulässt,

wobei die Regulirung mit der gewünschten Stetigkeit sich ausführen lässt und bei normalem Gange gar kein Energieverlust stattfindet.

Die Kupplung M kann eine mechanische oder electromagnetische sein. In letzterem Falle wirkt sie durch den Strom, welcher von h geliefert wird; wenn sie aber mechanisch ist, so kann sie mit Hilfe des electricen Servomotors gestellt werden, welcher seinen Strom von h erhält; der Servomotor kann bis zu einem Solenoid mit beweglichem Kern vereinfacht werden. In beiden Fällen kann man von einer beliebigen Stelle auf dem Schiffe die Kupplung mittels electricer Transmission stellen.

Die mechanischen Kupplungen verzehren gar keine Energie, die electromagnetischen aber verbrauchen im Ganzen $1/500$ der übergebenen Kraft- eine Grösse, die vernachlässigt werden kann. Vom Standpunkte des Energieverlustes sind also die Kupplungen fast gleichwerthig, die letztere aber verdient doch, hauptsächlich ihrer Einfachheit halber, den Vorzug.

Bei dem System Del-Proposto können die Maschinen B und C eine halb so grosse Leistung haben, als bei beständiger electricer Transmission, da sie nur während den Manövrirbewegungen der Schiffe wirken, welche nur sehr kurze Zeit dauern; indessen können die electricen Maschinen bekanntlich auf kurze Zeit um 100% und mehr überansprucht werden. Daher ist keines Falls zu glauben, dass die Verminderung der normalen Leistung der electricen Maschinen im System Del-Proposto die Eigenschaften des Bewegungsmechanismus bei der Manövrirung vermindert.

Dieses System weist während der Manövrirung offenbar alle guten Eigenschaften eines Systems mit electricer Transmission auf, da, wenn M gelöst ist, es mit einem solchen identisch ist.

Bei normalem Gange des Schiffes arbeitet im System Del-Proposto die electriche Transmission nicht, und folglich findet durch sie kein Energieverlust statt. Auf diese Weise wird der Hauptmisstand jeglicher Transmissionseinrichtung zwischen dem Motor und der Schraubenwelle beseitigt und speziell die Misstände der stetigen electricen Transmission, welche oben erwähnt wurden.

Alle Vorzüge des Systems Del-Proposto können beibehalten werden, wenn auf die Schraubenwelle zwei Bewegungsmechanismen wirken. In diesem Falle ordnet man sie nach Fig. 13 an. Bei normalem Gange sind M_1 M_2 M_3 eingeschaltet und die Verbindung mit E findet unvermittelt statt. Beim Manövriren isolirt man

M₃ und wirkt auf die Schraube durch den Strom, der von B und C geliefert wird.

Im äussersten Falle könnte man die Kupplungen M₁ und M₂ durch gewöhnliche starre Verbindungen ersetzen.

Indessen ergibt die Anwendung magnetischer Kupplung folgende Vortheile :

a) Da die Verbindung mittels der Kupplung nicht vollkommen starr ist, so braucht man die Erhitzung der unzähligen Lager, welche längst der verbundenen Wellen aufgestellt werden, nicht zu befürchten;

b) Im Falle des Bruches eines der Motoren A oder A₁, kann die Schraubenwelle immerhin noch von dem anderen Motor getrieben werden, sei es direct oder mit Hilfe der electricen Transmission BC : in der That, wenn A nicht wirkt, ist es genügend M₁ zu lösen, oder M₃, wenn A₁ nicht arbeitet, und E mit Hilfe von BC rotiren zu lassen. In beiden Fällen wird die beschädigte Maschine ausgeschaltet und kann während der Fahrt reparirt werden.

Im Uebrigen, wenn wir von der Anwendung des Systems Del-Proposto bei Dieselmotoren sprechen, wollen wir nicht behauptet haben, dass dieses die einzige Kombination wäre, bei welcher der genannte Motor anzuwenden ist. Gegenwärtig werden auch andere Systeme der Transmission erprobt, wie z. B. die pneumatische Kupplung, welche durch die Kolonnaer Fabrik in Vorschlag gebracht und auf zwei Schiffen grösserer Abmessungen aufgestellt wurde.

Trotzdem, soweit man überhaupt die Rentabilität der electricen Transmission beurtheilen kann, erscheint das System Del-Proposto als das vollkommenere.

Auf der beiliegenden Zeichnung ist das Project eines Dreischraubenschiffes dargestellt, dessen Hauptabmessungen folgende sind :

Länge zwischen den Perpendikeln	420	Fuss = 128,1 m.
Grösste Breite.	49 1/2	» = 15,1 »
Tiefe im Raum unter dem Hauptdeck	32	» = 9,76 »
Tiefgang des Schiffes am Achter bei voller Ladung	24 1/2	» = 7,47 »
Displacement bei voller Ladung.	10 000 t an 1 000 kg.	
Nutzlast.	5 250 t an 1 000 »	
Ladefähigkeit in Registertons	2 240 t an 100 Cbfuss.	
Leistung der Dieselmotoren	3 500 IHP oder 3 000 EHP.	
Verbrauch von Heizmaterial pro EHP in d. Stunde	200 g.	

Vorrath von Heizmaterial	600 t.
Grösste Geschwindigkeit	13 Knoten.
Actionsradius bei 10 Knoten Geschwindigkeit.	20 000 Meilen.
Anzahl der Passagiere, 1 Classe	60
» » 2 »	60
» » 3 »	900

Die Zeichnung stellt die allgemeine Ansicht der Bewegungsmechanismen dar; die Elemente derselbigen sind für jede Maschine die folgenden :

Zahl der Cylinder.	4
Cylinder-Durchmesser	700 mm.
Kolbenhub	770 »
Umdrehungszahl pro Minute	150 »
Normale Leistung jeder Gruppe	1 000 EHP.
Gewicht jeder der 3 Maschinen	100 t.
Normale Leistung jedes Dynamo.	670 HP.
Normale Leistung jedes Electromotors	670 HP.
Gewicht jeder der 3 electrischen Aufstellungen.	60 t.
Gewicht der electromagn. Kupplung	3 t.
Gewicht der Schraube mit der Schraubenwelle	15 t.
Gesammtgewicht aller Mechanismen	564 t (1).
Maschinengewicht pro EHP	188 kg.
» IHP	160 »

Dieser Schiffstypus kann vollkommen den Forderungen der Freiwilligen Flotte oder der Russischen Gesellschaft für Dampfschiffahrt und Handel entsprechen für die Schiffahrt von Odessa bis Wladiwostok und zurück, ohne auf der Fahrt Heizmaterial einzunehmen.

Das Schiff ist mit 3 Schrauben berechnet; im Vergleich mit Zweischraubendampfern weist es folgende Vorzüge auf :

1. Wenn zu gleicher Zeit 3 Motoren arbeiten werden, wird es pro Stunde eine Geschwindigkeit von 13 Knoten entwickeln;
2. Wenn man den mittleren Motor ausschaltet, wird der Capitän über 2/3 der Leistung verfügen. Die Maschinen werden mit voller

(1) Dieses Gewicht ist mit Absicht zur Reserve grösser angenommen, da die Aufstellung von 1 000 EHP bei 150 Umdrehungen 147 600 kg wiegt. Drei derartige Maschinen mit Schrauben und Triebwellen werden $3 \times 147\,600 = 448\,800$ t wiegen, oder zu 162 kg pro EHP und zu 138 kg pro IHP. Diese Gewicht ist um 20 % kleiner als bei den Maschinen der Dampfpaketbote.

Belastung arbeiten, was man bei Schiffen mit 2 Maschinen nicht erzielen kann, da dieselben dann mit bedeutend geringerer Belastung ($\frac{2}{3}$) und folglich nicht so ökonomisch arbeiten würden;

3. Im Falle, dass für die Bewegung nur $\frac{1}{3}$ der Leistung erforderlich ist, arbeitet nur der mittlere Motor und dabei immer voll belastet;

4. Endlich kann man, wenn erforderlich, die bewegende Kraft und die Geschwindigkeit der Umdrehung der Schraube bis auf $\frac{1}{6}$ der grössten Leistung (3 000 EHP) vermindern, indem man das Quantum der in den Cylinder eingespritzten Naphta vermindert.

Nur bei noch weiterer Verminderung der Fahrtgeschwindigkeit wird es erforderlich sein, beim Vorwärtsgange die electriche Transmission in Anwendung zu bringen.

Bestimmen wir nun das Quantum Heizmaterial, welches zu einer Tour von Odessa nach Wladiwostok und zurück nötig ist.

Wie es durch mehrfache Aufstellungen von Dieselmotoren erwiesen ist, darf man annehmen, dass der Verbrauch von Naphta bei der Arbeit in der Praxis 0,2 kg pro EHP beträgt.

Bei Annahme dieser Zahl finden wir, dass zur Zurücklegung einer Distanz von 20 000 Meilen (Odessa-Wladiwostok und zurück), mit einer Geschwindigkeit von 10 Knoten pro Stunde, das berechnete Schiff einen Naphtavorrath von 480 t haben muss, oder, nach Zugabe von 25 % für unvorhergesehene Fälle, im Ganzen 600 t. Dieses Resultat ist durchaus beachtenswerth :

Solch ein Vorrath von Heizmaterial giebt die Möglichkeit, den Betrag der Nutzlast um 600 t bei der Expedition des Schiffes und um 900 t auf dem Rückwege zu vergrössern, da ein ebenso grosses Dampfschiff gewöhnlich bei der Hinfahrt 1 200 t Kohle einnimmt, und ebensoviel zur Rückreise. Da aber seine Nutzlast 5 250 t beträgt, so wird dieselbe auf dem von uns betrachteten Schiffe um 14 % vergrössert werden.

Nebenbei bemerken wir, dass 600 t Naphta dazu genügen, um nöthigen falls die Strecke von Odessa nach Wladiwostok und zurück sogar mit einer Geschwindigkeit von 13 Knoten pro Stunde zurückzulegen.

Aus den Zeichnungen der inneren Einrichtung ist ersichtlich, dass im Project eine grosse Raumersparniss bei der Aufstellung der Maschinen erzielt worden ist, da die Länge der Maschinenabtheilung im Vergleich mit solcher bei Dampfmaschinen um 15 bis 20 % vermindert wird.

Ausserdem, wenn es, wie erwünscht, möglich wäre, das Naphta

nicht in speciellen Cisternen, wie im Project angenommen, sondern in den wasserdichten Abtheilungen des Doppelbodens unterzubringen, so könnte man den Inhalt der Ladungsräume um 23 000 Cubikfuss vergrößern. Der Gesamtinhalt würde noch um etwa 10 % zunehmen.

Endlich giebt das Fehlen der Dampfkessel und Schornsteine die Möglichkeit, die Räume für Passagiere zu erweitern. Kurzgesagt, das berechnete Schiff erfüllt alle Anforderungen, welche wir an dasselbe stellen, und besitzt bedeutende Vorzüge, sowohl in Anbetracht der Ladungsfähigkeit als der Geräumigkeit.

Untersuchen wir nun die wahrscheinlichen Betriebsresultate vom Standpunct pecuniärer Ausgaben. Wir stützen uns auf Daten, welche freundlichst vom Comité der Freiwilligen Flotte uns zur Verfügung gestellt wurden.

I. *Dienstpersonal*. — Der Personalbestand auf einem Schiff des angegebenen Typus ist folgender :

	Personen.
Capitän.	1
Offiziere	4
Obermechaniker	1
Mechaniker	2
Arzt.	1
Feldscher	1
Deckmannschaft.	18
Maschinisten 1 ^r und 2 ^r Cl.	10
Electrotechniker	1
Heizer	29
Bedienung.	9
	<hr/>
Im Ganzen.	77

Der Jahresgehalt für dieses Personal beträgt gegen 45 000 Rbl., und bei ausländischen Fahrten wird dasselbe um 50 % erhöht.

Dank der Aufstellung von Dieselmotoren werden die Heizer unnötig, denen jährlich 6 800 Rbl. gezahlt werden, wozu noch deren Unterhalt mit 4 200 Rbl. zu rechnen ist, was im Ganzen 11 000 Rbl. Ersparnis ausmacht.

Rechnen wir die Verminderung der Dauer der ausländischen Fahrt an (im Ganzen 6 Monate), so ersparen wir am Dienstpersonal mindestens 12 500 Rbl. jährlich.

II. *Heizmaterial*. — Wir nehmen an, damit das Dampfschiff

eine Geschwindigkeit von 10 Knoten pro Stunde erlange, müsse die Maschine 1 500 IHP entwickeln; den Heizmaterialverbrauch bei einer Dampfmaschine kann man mit 2,5 Pfund Kohle pro IHP rechnen. Um 10 000 Seemeilen zurückzulegen (die ungefähre Entfernung zwischen Odessa und Wladiwostok), werden daher gegen 94 000 Pud Kohle erforderlich sein. Der mittlere Preis pro Pud beträgt 18 Cop., folglich werden die Heizmaterialkosten für die Zurücklegung von fast 17 000 Rbl betragen, d. h. jährlich (bei zwei Reisen hin und zurück) gegen 68 000 Rbl.

Entsprechend den früher angenommenen Zahlen werden die Dieselmotoren während einer Reise (10 000 Seemeilen) 300 t. Naphta, d. h. gegen 18 000 Pud verbrauchen. Der Normalpreis für ein Pud Naphta beträgt im Schwarzen Meer gegen 35 Cop; mithin ergibt sich für 2 volle Reisen eine Ausgabe von etwa 25 000 Rbl.

Auf diese Weise ersparen wir an Brennmaterial gegen 43 000 Rbl.

III. *Ladung.* — Der Inhalt der Laderäume eines ebensolchen Dampfschiffes beträgt 224 000 Cubikfuss. Nehmen wir an, dass bei jeder Fahrt $\frac{2}{3}$ (1) des Raumes, welcher für diesen Zweck bestimmt ist, d. h. gegen 150 000 Cubikfuss ausgenutzt werden.

Wenn man den Cubikfuss zu 35 Cop. rechnet, erhält man eine Jahreseinnahme von 210 000 Rbl. Der Inhalt der Laderäume wird infolge Beseitigung der Naphtacisternen um 23 000 Cubikfuss erhöht. Wenn wir daher $\frac{2}{3}$ des Gesamttraumes ausgenutzt rechnen, erhalten wir noch eine Mehreinnahme von 21 000 Rbl. Was aber die Ladefähigkeit anbetrifft, so haben wir gesehen, dass dieselbe um 14 % grösser ist als auf einem Dampfschiff desselben Typus (2).

IV. *Passagiere.* — Wenn man die Ausgaben für den Unterhalt der Passagiere von den Tarifpreisen abzieht, indem man den Nutzcocfficienten zu 50 % rechnet, und ausserdem annimmt, dass alle Passagiere in Kronsdiensten stehen (Regierungsbeamte reisen nach herabgesetzten Preisen), so wird die Einnahme von denselben gegen 175 000 Rbl. betragen; da aber die Zahl der Passagiere auf einem Schiff mit Diesel-Del-Proposto-Maschinen um 10 % grösser ist, so folgt daraus auch eine Mehreinnahme von 17 500 Rbl.

(1) Meistentheils werden die Schiffe nach Wladiwostok mit voller Ladung expedirt; sie kehren aber vom fernen Osten nur halb beladen zurück.

(2) Bei allen Berechnungen ist angenommen, dass die Dampf-, sowie Diesel-Del-Proposto-Maschinen gleiches Gewicht haben.

Wenn wir einen Auszug aus dem Dargelegten machen, finden wir:

Ersparnis am Personal	13 500 Rbl
Ersparnis an Heizmaterial	43 000 »
Mehreinnahmen an Waaren	21 000 »
» » » Passagieren	17 000 »
Im Ganzen.	<u>95 000 Rbl</u>

Die Bruttoeinnahme pro Jahr beträgt bei einem Dampfschiff desselben Typus :

Für den Transport von Waaren	210 000 Rbl
» » » Passagieren	175 000 »
Im Ganzen.	<u>385 000 Rbl</u>

Die Summe von 95 000 Rbl beträgt ungefähr 25 % der Jahresbruttoeinnahme des Schiffes. Wenn man sie mit den Kosten des Schiffes selbst vergleicht (gleich 1 200 000 Rbl.), so ersieht man, dass, bei Ersetzung der Dampfmaschinen durch Diesel-Del-Proposto-Maschinen, die Summe fast 8 % Mehrgewinn auf das Anlagekapital ausmacht. Wenn daher der Betrieb des Dampfschiffes nichts einbringen würde, so würde auf diesem Schiffe bei Anwendung des Systems Diesel-Del-Proposto ein jährlicher Reingewinn von 8 % erzielt werden.

Daher ergeben sich aus allem oben Dargelegtem folgende Sätze :

1. Die Frage nach den besten Typen für Handelsschiffe kann nicht in ihrer Gesamtheit allgemein beantwortet werden, sondern wird in jedem einzelnen Falle, entsprechend den Bedingungen des Dienstes, für welchen das Handelsschiff bestimmt ist, zu entscheiden sein;

2. Um das Handelsschiff möglichst ökonomischer zu machen, muss man danach streben, seinen Tonnengehalt soweit zu erhöhen, als die Verhältnisse der Fahrt es zulassen;

3. Handelsschiffe, welche zum Transport billiger Waaren bestimmt sind, müssen keine grosse Fahrtgeschwindigkeit besitzen

4. In allen Fällen, wenn eine genaue Lieferung der Waaren zum Termin nicht verlangt wird, und wenn man den Wind als Bewegungsquelle ausnützen kann, ist es angezeigt, Segelschiffe zu haben, da diese die ökonomischsten sind;

5. Die Segelschiffe müssen einen Hilfsmotor mit innerer Heizmaterialverbrennung erhalten;

6. Auf Schiffen der Handelsflotte sind Dampfmaschinen durch Motoren mit innerer Verbrennung des Heizmaterials zu ersetzen, um die Betriebsausgaben bei der Unterhaltung dieser Schiffe zu vermindern, sowie die Tragfähigkeit und den Ladungsraum zu vergrössern.

K. BOKLEWSKI.

XI. Kongress - St.-Petersburg - 1908

II. Abteilung : Seeschifffahrt
2. Mitteilung

BERICHT

VON
C. BOKLEVSKI

BLATT I

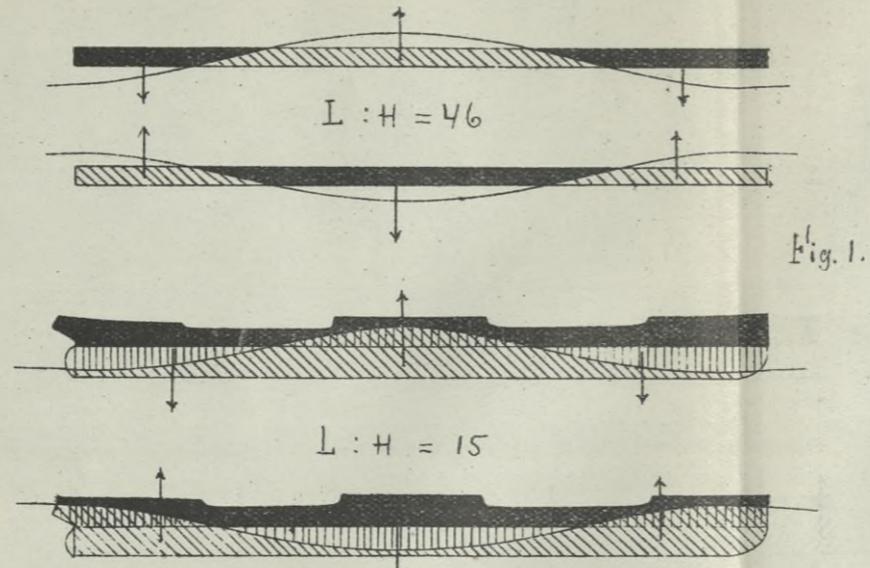


Fig. 1.

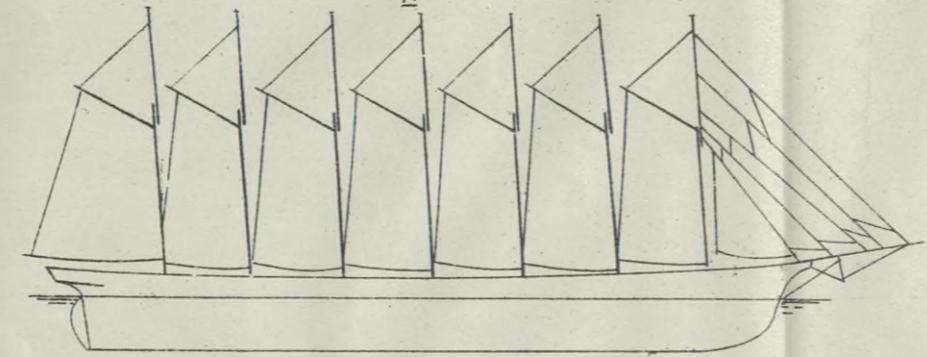
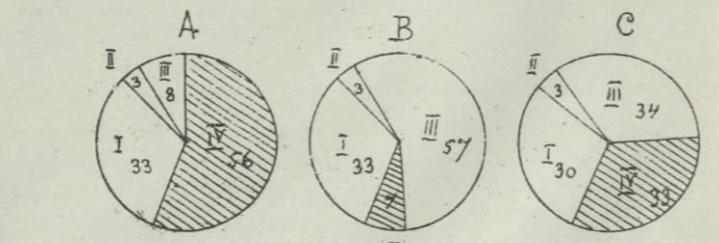


Fig. 11.

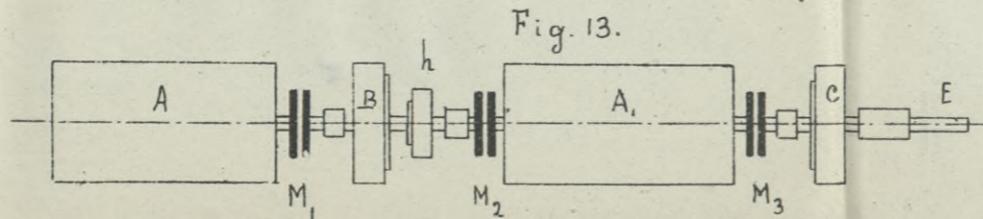


Fig. 13.

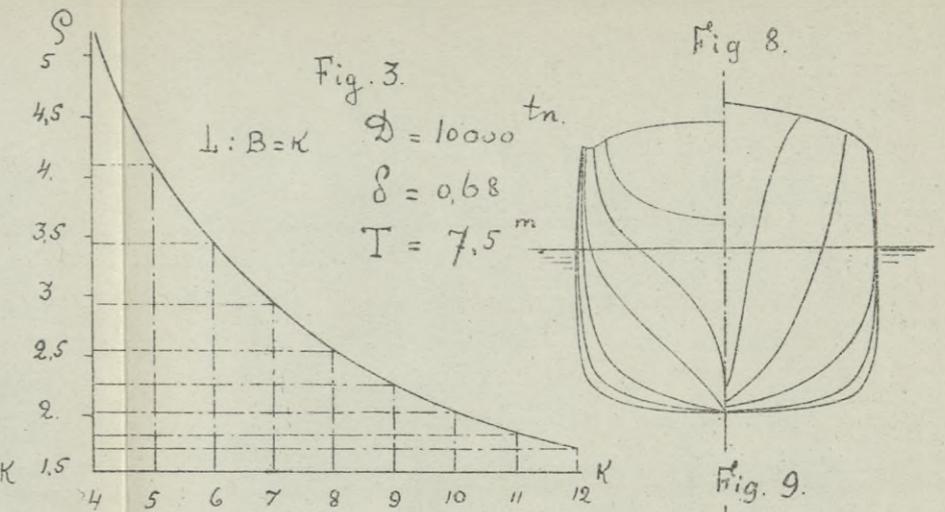
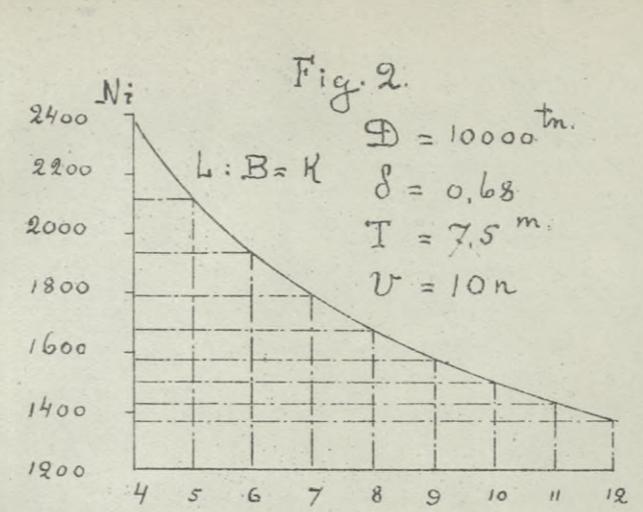


Fig. 8.

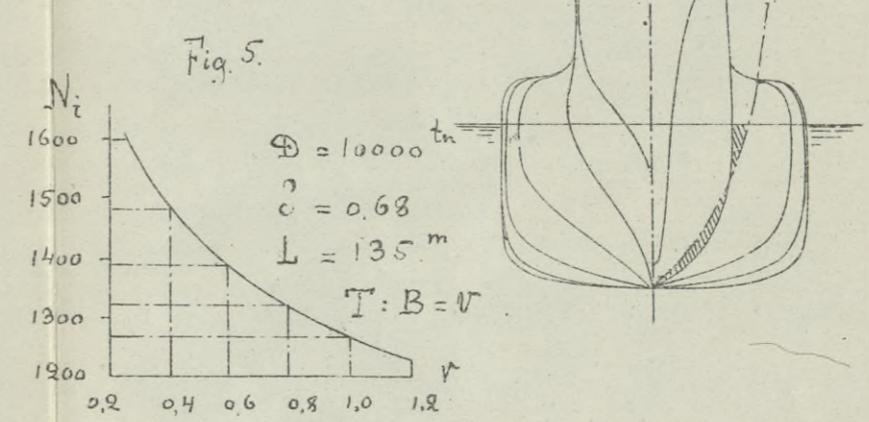
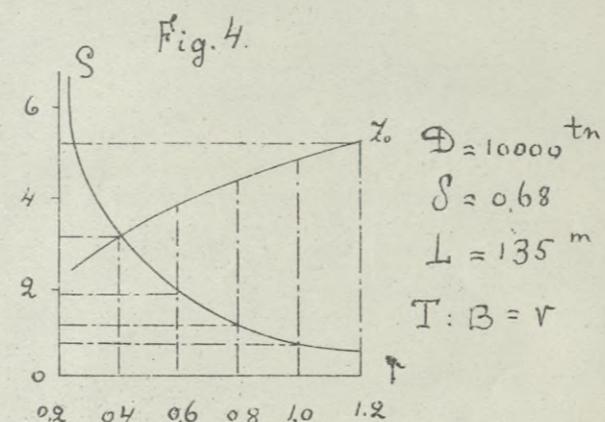


Fig. 9.

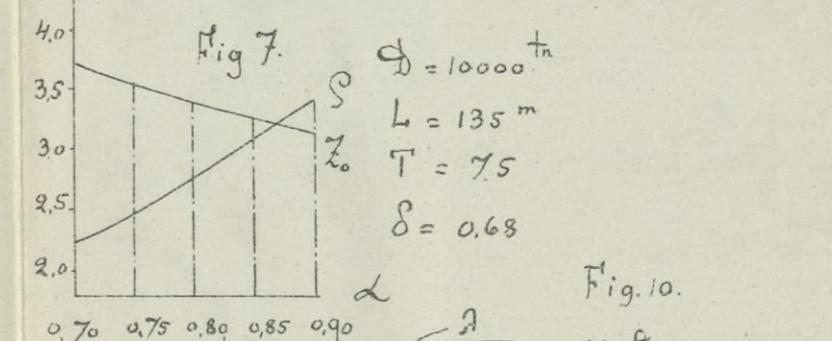
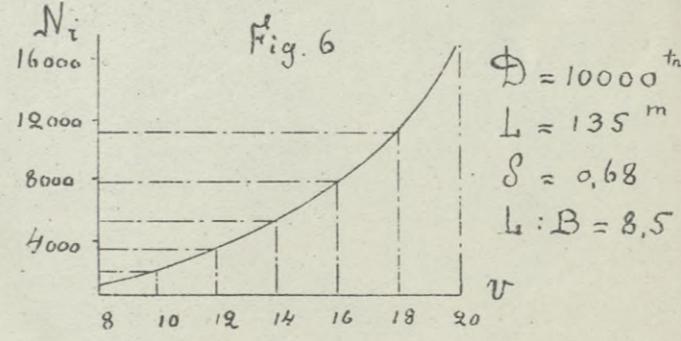


Fig. 10.

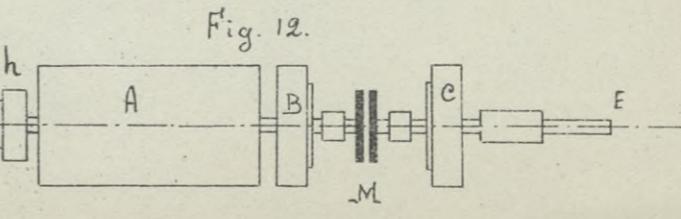
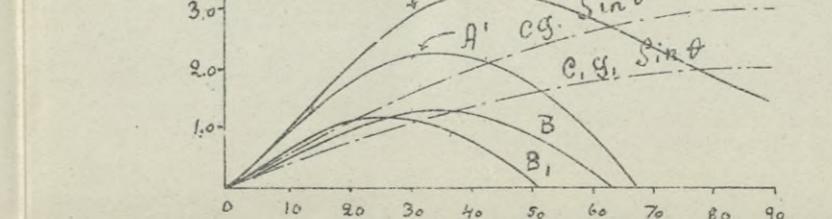


Fig. 12.



INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND

DER

SCHIFFAHRTS-KONGRESSE

XI. Kongress - St.-Petersburg - 1908

II. Abteilung : Seeschifffahrt

2. Mitteilung

BERICHT

VON

C. BOKLEVSKI

BLATT II

